

**INDEKS TOLERANSI DAN BIOAKUMULASI LOGAM
BERAT Pb PADA MELATI AIR (*Echinodorus palaefolius* (Nees
& Mart.) J.F.Macbr) DALAM FITOREMEDIASI LIMBAH
CAIR KAIN JUMPUTAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya**

OLEH:

AISYAH

08041382025120



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

2024

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Indeks Toleransi Dan Bioakumulasi Logam Berat
Pb pada Melati Air (*Echinodorus Palaefolius* (Nees &
Mart.) J.F.Macbr) dalam Fitoremediasi Limbah Cair
Kain Jumputan

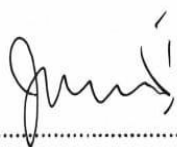
Nama Mahasiswa : Aisyah
NIM : 08041382025120
Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada 27 Maret 2024

Indralaya, Maret 2024

Pembimbing

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

()

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Indeks Toleransi Dan Bioakumulasi Logam Berat Pb pada Melati Air (*Echinodorus Palaefolius* (Nees & Mart.) J.F.Macbr) dalam Fitoremediasi Limbah Cair Kain Jumputan

Nama Mahasiswa : Aisyah
NIM : 08041382025120
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas Sidang Sarjana Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 27 Maret 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indralaya, Maret 2024

Pembimbing

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

(.....


Pembahas :

1. Dra. Harmida, M.Si.
NIP. 196704171994012001

(.....


2. Singgih Tri Wardana, S.Si., M.Si.
NIP. 197109111999031004

(.....


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




Prof. Dr. Arum Setiawan, M.Si.
NIP. 197211221998031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini


Nama : Aisyah
NIM 08041382025120
Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini 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 ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasi atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, Maret 2024

METERAI TEMPEL
1000
P0153AJX652411589
Aisyah
NIM. 08041382025120

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Aisyah
Nim : 08041382025120
Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya berjudul:

“Indeks Toleransi Dan Bioakumulasi Logam Berat Pb Pada Melati Air (*Echinodorus Palaefolius* (Nees & Mart.) J.F.Macbr) Dalam Fitoremediasi Limbah Cair Kain Jumputan”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/ mengformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat danmempublikasi tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama sayasebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya Maret 2024


METERAI
TEMPEL
Aisyah
NIM. 08041382025120

HALAMAN MOTTODAN PERSEMBAHAN

**“Karena sesungguhnya sudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan”**

(Surat Al-Insyirah Ayat 5-6)

Dengan rasa bahagia, skripsi ini ku persembahkan kepada:

1. Orangtuaku Ayah Alm. Syarnubi Syayani dan Ibu Mardiah
2. Saudaraku tercinta kakak perempuan Netta Permata Sari dan kakak laki-laki Fachur Rahman
3. Seluruh keluarga besarku
4. Dwiki Adhi Prastyo , Nabilah Sa'idah, Nurul Faizah, Putri Khairunisa, Nur Fatimah Vita Sari, Rafly Anda Latfa
5. Almamater Kebangganku “Universitas Sriwijaya”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia hidayah dalam menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Indeks Toleransi dan Bioakumulasi Logam Berat Pb pada Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dalam Fitoremediasi Limbah Cair Kain Jumputan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Sains Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Terima kasih kepada kedua orang tua tercinta Alm. Syarnubi Syayanidan Ibu Mardiah yang selalu mendoakan dan selalu memberikan semangat serta dukungan. Terimakasih disampaikan kepada Drs. Juswardi, M.Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, waktu, dukungan dan kesabarannya selama proses penyelesaian skripsi ini. Rasa syukur dan terimakasih juga saya sampaikan kepada :

1. Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya
2. Prof. Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si, selaku ketua Jurusan Biologi dan Dr. Sarno, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya
3. Dr. Sarno, M.Si sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
4. Dra. Harmida, M.Si dan Singgih Tri Wardana, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Para dosen dan Staff serta karyawan Jurusan Biologi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan skripsi ini, disadari masih belum sempurna. Atas bantuan dari berbagai pihak, saya ucapkan terimakasih dan saya berharap skripsi ini bisa berguna bagi semua orang

Indralaya, Maret 2024

Penulis

Tolerance Index and Bioaccumulation of Pb Heavy Metals in Mexican Sword Plant (*Echinodorus palaefolius* (Nees & Mart) J.F.Macbr) in Phytoremediation of Liquid Waste Fabric Jumputan

By :
Aisyah
NIM 08041382025120
Supervisor : Drs. Juswardi, M.Si
Biology Departement

ABSTRACT

The disposal of liquid waste from the production of jumputan cloth both directly into the environment and into the river without carrying out the processing process causes the aquatic ecosystem to be disturbed due to the heavy metal content in the liquid waste of jump cloth. Passive waste processing efforts can be done by phytoremediation. Mexican Sword Plant (*Echinodorus palaefolius*) has the potential to be used as an agent with the aim of research to determine the tolerance index and bioaccumulation of heavy metals Pb, and the phytoremediation ability of Mexican Sword Plant (*Echinodorus palaefolius*) in phytoremediation of liquid waste of encounter fabrics. The method used using a complete randomized design (RAL) at waste levels of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% observations consisted of metal bioaccumulation, phytoremediation ability, tolerance index, fresh weight and relative growth rate, and root color response. The results showed that the bioaccumulation of heavy metal Pb in the roots of Mexican Sword Plant (*Echinodorus palaefolius*) obtained a value of 0.0980 mg/kg t a waste level of 50%, while the accumulation of Pb metal in the leaves of Mexican Sword Plant (*Echinodorus palaefolius*) had a value of 0.0460 mg/kg, the tolerance index value for water jasmine (*Echinodorus palaefolius*) gets the highest value at a waste content of 25%, while the lowest value is at a waste content. The fresh weight of water jasmine decreased after the phytoremediation process with a relatively higher growth rate at a concentration of 25%, the Mexican Sword Plant (*Echinodorus palaefolius*) tolerance index value in each treatment obtained a value above 50%, which means that the Mexican Sword Plant (*Echinodorus palaefolius*) is not able to tolerate liquid waste from fabric. jumputan.

Keywords : Liquid Waste Disposal Jumputan Fabric, Phytoremediation, Mexican Sword Plant (*Echinodorus palaefolius*) Tolerance Index and Bioaccumulation.

**Indeks Toleransi dan Bioakumulasi Logam Berat Pb pada Melati Air
(*Echinodorus Palaefolius* (Nees & Mart.) J.F.Macbr) Dalam Fitoremediasi
Limbah Cair Kain Jumputan**

**Aisyah
NIM 08041382025120
Ringkasan**

Pembuangan limbah cair kain jumputan hasil produksi baik langsung kelingkungan maupun kesungai tanpa melakukan proses pengolahan menyebabkan ekosistem perairan terganggu akibat adanya kandungan logam berat pada limbah cair kain jumputan. Upaya pengeolahan limbah secara pasif dapat dilakukan dengan fitoremediasi. Melati air (*Echinodorus palaefolius*) berpotensi digunakan sebagai agen dengan tujuan penelitian mengetahui indeks toleransi dan bioakumulasi logam berat Pb, dan kemampuan fitoremediasi melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam fitoremediasi limbah cair kain jumputan. Metode yang digunakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pada kadar limbah 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% Pengamatann terdiri dari bioakumulasi logam, kemampuan fitoremediasi, indeks toleransi, berat segar dan laju pertumbuhan relatif,serta respon warna akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioakumulasi logam berat Pb pada akar melati air (*Echinodorus palaefolius*) mendapatkan nilai sebanyak 0,0980 mg/kg pada kadar limbah 50% sedangkan pada akumulasi logam Pb pada daun melati air (*Echinodorus palaefolius*) mendapatkan nilai sebanyak 0,0460 mg/kg, nilai Indeks toleransi melati air (*Echinodorus palaefolius*) mendapatkan nilai tertinggi pada kadar limbah 25% sedangkan nilai terendah terdapat pada kadar limbah. Berat segar Melati air megalami penurunan setelah proses fitoremediasi dengan laju pertumbuhan relatif lebih tinggi pada konsentrasi 25%, nilai indeks toleransi melati air pada setiap perlakuan mendapatkan nilai di atas 50% yang artinya tanaman melati air (*Echinodorus Palaefolius*) tidak mampu toleran terhadap limbah cair kain jumputan.

Kata kunci: Pembuangan Limbah Cair Kain Jumputan, Fitoremediasi, Melati air (*Echinodorus palaefolius*) Indeks Toleransi dan Bioakumulasi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
SUMMARY	vii
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Limbah Cair Kain Jumputan	4
2.2. Parameter Air limbah	4
2.2.1. BOD (Biochemical Oxygen Demand).....	5
2.2.2. TSS (Total Suspended Solid)	5
2.2.3. pH (Derajat keasaman).....	6
2.3. Logam berat timbal (Pb).....	6
2.4. Fitoremediasi.....	7
2.4.1. Fitodegrasi.....	8
2.4.2. Fitoekstraksi	8
2.4.3. Fitovolatilisasi.....	9

2.4.4. Fitofiltrasi.....	9
2.5. Bioakumulasi Limbah	10

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	13
3.2. Alat dan Bahan.....	13
3.3. Rancangan Penelitian	13
3.4. Cara Kerja	14
3.4.1. Pengambilan Sampel Limbah Kain Jumputan	14
3.4.2. Derajat Keasaman (pH).....	14
3.4.3. Aklimatisasi (<i>Echinodorus palaefolius</i>).....	14
3.4.4. Penanaman <i>Echinodorus palaefolius</i>	14
3.5. Variabel Penelitian	15
3.5.1 Timbal (Pb)	15
3.5.2. Analisa Indeks toleransi.....	16
3.5.3 .Kemampuan Fitoremediasi	16
3.5.4 Pengukuran Berat Segar.....	16
3.5.5. Laju Pertumbuhan Relatif.....	16
3.5.6. Respons morfologi <i>Echinodorus palaefolius</i>	17
3.6. Penyajian Data	17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kadar akumulasi dan Kemampuan Fitoremediasi Logam Pb di Akar pada Limbah Cair Kain Jumputan	18
4.2. Kadar akumulasi Logam di Daun pada Limbah Cair Kain Jumputan.....	20
4.3. Nilai Indeks Toleransi, dan Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)	22
4.4. Respon Morfologi Warna Akar	23

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	26
5.2. Saran.....	26

DAFTAR PUSTAKA	27
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	34
----------------------	-----------

DAFTAR RIWAYAT HIDUP	39
-----------------------------------	-----------

SPECIAL THANKS.....	40
----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Potensi dan Biokumulasi logam akar <i>Echinodorus palaefolius</i> dalam Fitoremediasi Limbah Cair Kain Jumputan	18
4.2. Potensi dan Biokumulasi logam daun <i>Echinodorus palaefolius</i> dalam Fitoremediasi Limbah Cair Kain Jumputan	20
4.3. Nilai Indeks Toleransi Berat segar dan Laju Pertumbuhan Relatif	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.6. Melati Air (<i>Echinodorus palaefolius</i>)	11
4.4. Respon Morfologi Warna Akar.....	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tahap persiapan tanaman.....	34
2. Tahap preprasi sampel dan analisa di Laboratorium.....	35
3. Data anava dan uji duncan (DMRT) 5% Potensi dan Bioakumulasi.....	36
4. Data anava dan uji lanjut duncan (DMRT) 5% Potensi dan Bioakumulasi Daun.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kain jumputan merupakan salah satu kain hasil kerajinan tenun khas kota Palembang dengan menggunakan teknik ikat dan direndam pada pewarna sintetis. Menurut Rusdiana sari *et al.*(2020), proses pembuatan kain jumputan menghasilkan limbah cair sebanyak 80% untuk setiap proses. Kain jumputan umumnya digunakan untuk pembuatan pakaian dan banyak digunakan masyarakat karena mempunyai beragam motif dan warna. Pembuatan kain jumputan semakin banyak sehingga limbah bertambah banyak (Prihatini dan Sari, 2022).

Limbah cair jumputan terutama limbah zat warna yang berasal dari pewarna industri tekstil menggunakan zat warna direct kandungan logam pada limbah cair kain jumputan seperti yang terdapat zat warna mengandung logam kromium (Cr), dan timbal (Pb) bersifat neurotoksik yang berbahaya bagi manusia, hewan, dan tumbuhan (Sitia dan Juswardi, 2022). Menurut Budiastuti (2016), kandungan logam limbah cair dapat menimbulkan efek yaitu pencemaran air, pembuangan limbah cair jumputan ke aliran sungai menyebabkan penurunan kualitas air di sungai karena kandungan logam Pb pada manusia dapat menyebabkan iritasi kulit. Upaya untuk menanggulangi pencemaran limbah cair kain jumputan dapat dilakukan dengan fitoremediasi.

Fitoremediasi merupakan istilah umum yang digunakan untuk pemanfaatan tumbuhan untuk mendegradasi pencemaran tanah air maupun udara dalam media untuk mengubah zat kontaminan menjadi kurang atau tidak berbahaya, (Juhriah dan Alam, 2016). Keunggulan dari metode fitoremediasi adalah limbah logam akan terakumulasi di akar kemudian mengalami translokasi di bagian batang dan daun pada tumbuhan. Proses translokasi terjadi di dalam tubuh tumbuhan dimulai dengan sel akar kemudian ke jaringan pengangkut (xilem dan floem). Akumulasi logam pada konsentrasi yang berlebih di jaringan tumbuhan akan menyebabkan tumbuhan melakukan proses detoksifikasi misalnya pada bagian akar menimbun logam (Salametal., 2021). Semua tumbuhan memiliki beberapa kemampuan menyerap logam tetapi dengan jumlah yang bervariasi.

Tumbuhan yang mampu menyerap atau mengakumulasi zat warna disebut tumbuhan hiperakumulator pada tumbuhan ini kemampuan mengakumulasi zat kontaminan terjadi di bagian akar, batang serta daun dengan tujuan untuk fitoekstraksi. Akumulasi logam berat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pada sifat alami tumbuhan hiperakumulator (fisiologi akar, batang dan daun). Salah satu tanaman hiperakumulator yang berpotensi digunakan dalam fitoremediasi adalah tanaman air (akuatik) (Widyasari, 2021).

Tumbuhan akuatik yang digunakan untuk fitoremediasi memiliki kriteria bukan tanaman obat maupun bahan pangan. Menurut Tamam *et al.* (2021), ada beberapa jenis pengelolaan yaitu *free floating plants* (mengapung di permukaan), *emersed plants* (mencuat), *submersed plants* (melayang di dalam air), *rooted floating plants* (batang dengan sistem pertunasan dibawah permukaan, sedangkan daun dan bunga di dasar air) dan *emergent plants* (tanaman tepi).

Melati air (*Echinodorus palaefolius*) merupakan salah satu tumbuhan akuatik berpotensi untuk fitoremediasi. Fitoremediasi limbah deterjen hasil penelitian menunjukkan tumbuhan melati air dapat menurunkan pH dan suhu air yang tercemar liner alkilbenzen sulfanot deterjen. Kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) air yang tercemar liner alkilbenzen sulfanot deterjen pada media fitoremediasi lebih besar dibanding media yang tidak menggunakan fitoremediasi dengan melati air. Penurunan liner alkilbenzene sulfanot deterjen oleh melati air menunjukkan kemampuan fitoremediasi penurunan liner alkilbenzene sulfanot deterjen pada media tanam dapat menaikkan DO (*Dissolved oxygen*) (Dwi *et al.*, 2021).

Penelitian oleh (Caroline dan Moa, 2015) menunjukkan bahwa Melati air mampu menyerap logam Timbal (Pb) lebih efisien dalam waktu selama 18 hari. Hasil penelitian lain (Sitia dan Juswardi, 2022) mengenai batas konsentrasi untuk fitoremediasi limbah cair kain juputan dengan sistem lahan basah buatan menggunakan *Equisetum hyemale* terdapat pada konsentrasi 75% limbah cair dengan potensi meremediasi logam berat kromium (Cr).

1.2. Rumusan Masalah

Produksi kain jumputan menghasilkan limbah cair jumputan sehingga berdampak terhadap kualitas air dan tanah di sekitaran tempat pembuatan. Upaya pengolahan limbah secara pasif dapat dilakukan dengan fitoremediasi. Melati air (*Echinodorus palaefolius*) berpotensi digunakan sebagai agen fitoremediasi dalam upaya mengatasi limbah cair kain jumputan. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana indeks toleransi dan bioakumulasi logam berat Pb pada melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam fitoremediasi limbah cair kain jumputan.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks toleransi dan bioakumulasi logam berat Pb, dan kemampuan fitoremediasi melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam fitoremediasi limbah cair kain jumputan.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang fitoremediasi limbah cair kain jumputan, indeks toleransi dan bioakumulasi logam berat Pb pada melati air (*Echinodorus palaefolius*) serta bisa memberikan manfaat dalam mengatasi pencemaran limbah cair kain jumputan dan limbah cair industri sejenis.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusetyadevy, Imbar, Sri Sumiyati, and Endro Sutrisno. (2013). Fitoremediasi Limbah Yang Mengandung Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) Dengan Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*). *Jurnal Teknik Lingkungan* 2: 1–8.
- Ahmed, A.A.M. and Shah, S.M.A. (2017) Application of adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) to estimate the biochemical oxygen demand (BOD) of Surma River. *Journal of King Saud University Engineering Sciences*,29(3):237243.Availableat:<https://doi.org/10.1016/j.jksues.2015.02.001>.
- Atima, W. (2015) ‘Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah’, *Biosel: Biology Science and Education*, 4(1), p. 83. Available at: <https://doi.org/10.33477/bs.v4i1.532>.
- Avila, F.G., Alex. G., Alexandra. C. G., & Manuel. G. H (2023) Case Studies in Chemical and Environmental Engineering Application of ornamental plants in constructed wetlands for wastewater treatment : A scientometric analysis 7(January). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100307>.
- Budiastuti, N. A. Y. D. M. R. P. (2016) ‘Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal Di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang’, *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 4(5), pp. 118–119.
- Cahyanto, T. T., Sudjarwo. S. P., Larasati., A. Fadillah. (2018). Fitoremediasi Air Limbah Pencelupam Batil Parakannyasag Tasikmalaya Menggunakan Kayu Apu. *Scripta Biologica*. 5(2):83-89.
- Caroline, J. dan Moa, G.A. (2015). Fitoremediasi logam timbal (Pb) (*Echinodorus palaefolius*) pada industri peleburan tembaga dan kuning. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*, 10(3): 733–744.
- Cundari, L., Setiawan. K, A., & Rasyid Usman, B. (2017) ‘Adsorption of Jumputan liquid waste by betel nuts activated carbon in a continuous fixed-bed adsorber’, *MATEC Web of Conferences*, 101. Available at: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201710102006>.
- Dwi A. N., Irwan. S dan Purnama N. (2016). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dari Larutannya Dengan Menggunakan Adsorben Dari Tongkol Jagung. *Jurnal Kimia*. 5(2):55–60.
- Dwi ,S., Adelia. M., Gresiyanti. H., Deandrasi. B. W & Catherine. Z. M (2021).

- Prosiding Semnas Bio 2021 Kemampuan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai Agen Fitoremediasi Linear Alkybenzene Sulphonat (LAS) Deterjen. Prosiding SEMNAS BIO, (72), pp. 845–856.
- Fauzi, Indah G, Indri N. S., Rendi A., & Miranda D. P. G. 2019. Industri Tekstil. : 1–30.
- Hasnunida.N., dan Wiono. J. W., (2019). Botani Tumbuhan Tinggi. Bandar Lampung: *Graha Ilmu*
- Ikhsan, F. Ikhsan, Fajri. H., Heryanto. A., & Syarif. R., Yazid. (2020). Eksplorasi bakteri penyerap logam Pb dari air Sungai Ciujung’, *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(2), p. 261. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9338>.
- Ilham, M. & Irawanto, R. (2020) ‘Uji awal kemampuan *Acanthus montanus* sebagai fitoremediasi detergen’, *Artikel Pemakalah Paralel*, pp. 124–134. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/12250/p.124-134>.
- Intan, B., Herdiasyah, M.I. & Diana, D. (2019). Pemodelan Pengolahan Limbah Kerajinan Jumpsuit Palembang Berbasis Green Supply Chain Networ, *Jurnal Bina Komputer*, 1(1), pp. 20–32. Available at: <https://doi.org/10.33557/binakomputer.v1i1.152>.
- Ismail, I., Mangesa, R. & Irsan, I. (2020). Bioakumulasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Mangrove Jenis *Rhizophora mucronata* Di Teluk Kayeli Kabupaten Buru’, *Biosel: Biology Science and Education*, 9(2):139. Available at: <https://doi.org/10.33477/bs.v9i2.1637>.
- Jamil, Ahmad. Q. (2015). Perbedaan Penyerapan Logam Pb Pada Limbah Cair Antara Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk), Genjer (*Limnocharis flava*) , Dan Semanggi (*Marsilea drummondii* L). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian* 66 (April): 1-7).
- Juhriah dan Alam, M. (2016). Fitoremediasi logam berat merkuri (hg) pada tanah tanaman *Celosia plumosa* (voss) buru’, *Jurnal biologi Makasar (Bioma)*, 1(1):1–8.
- Kafle, Arjun. T., Ani. G., Asmita. A., & Kaushik. B., Anukul. A., Niroj. (2022). Phytoremediation: Mechanisms, plant selection and enhancement by natural and synthetic agents. *Environmental Advances*, 8(February), p. 100203. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100203>.
- Koesputri. S. A., Nurjazuli., Dangiran. L. H. (2016). Pengaruh Variasi Kontak Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Dengan Sistem Sflow Wetlands Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Fosfat Dalam Limbah

- Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(4):2356-3346.
[Http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkm](http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkm)
- Kumar, S., Dube, K. K. & Rai, J. P. N. (2005). Mathematical model for phytoremediation of pulp and paper industry wastewater', *Journal of Scientific and Industrial Research*, 64(10), pp. 717–721.
- Lestari, W., Yelmida. A., dan Indah. S. R. N. (2013). Fitoremediasi Zn Dari Limbah Cair Pabrik Pengolahan Karet Dengan Pemanfaatan.” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 1689–99.
- Maryoto. A. (2020). Mengenal Ragam Tumbuhan Air. Semarang: *Alprin*.
- Muddarisna, N. & Rahayu, Y. S. (2016). Kemampuan Toleransi Empat Genus Tanaman Hias Terhadap Cekaman Logam Timbal (Pb)', *Agromix*, 7(1), pp. 30–41. Available at: <https://doi.org/10.35891/agx.v7i1.703>.
- Nandomah, S. and Tetteh, I. K. (2023). Potential ecological risk assessment of heavy metals associated with abattoir liquid waste: A narrative and systematic review. *Heliyon*, 9(8), p. e17359. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17359>.
- Naveed, S., Oladoye, P.O. & Alli, Y.A. (2023). Toxic heavy metals: A bibliographic review of risk assessment, toxicity, and phytoremediation technology. *Sustainable Chemistry for the Environment*, 2(March), p. 100018. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scenv.2023.100018>.
- Neolaka., Arsel. P., Uyiosa. O., Kingsley. E. U., Robert. B. O & Handoko. D., Heri. S. K (2023). Potential of activated carbon from various sources as a low-cost adsorbent to remove heavy metals and synthetic dyes. *Results in Chemistry*, 5 (December 2022), p. 100711. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2022.100711>.
- Ngafifuddin, M., Sunarno, S. & Susilo, S. (2017). Penerapan Rancang Bangun pH Meter Berbasis Arduino Pada Mesin Pencuci Film Radiografi Sinar-X. *Jurnal Sains Dasar*, 6(1), p. 66. Available at: <https://doi.org/10.21831/jsd.v6i1.14081>.
- Niu, X.X. Shuzhan., Wany., Yuchao. N., Lifang. W. Luyao. Y., (2023). Improvement and optimization for the first order decay model parameters at typical municipal solid waste landfills in China', *Advances in Climate Change Research*, 14(4), pp. 605–614. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.accre.2023.07.002>.

- Novita. (2012). Penyerapan Logam Timbal (Pb) Dan Kadar Klorofil Elodea Canadensis Pada Limbah Cair Pabrik Pulp Dan Kertas.” *LenteraBio* 1(1): 1–8. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/188>.
- Nurgasita, Y.S. dan Sulistyanning, H. (2021). Kajian Fitoremediasi untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat di Wilayah Pesisir Menggunakan Tumbuhan Mangrov (Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Teluk Jakarta). *Jurnal Teknik Its*, 10(1): 22–28. Available at: <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v10i1.59848>.
- Nurlina, Suhadiyah, S., Umar. R.M,. (2016). Akumulasi Logam Berat Besi (Fe) Pada Kiapung Pistia Stratiotes L.. Dari Air Sumur Sekitar Workshop Unhas. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional from Basic Science to Comprehensive Education* 1(3), pp 978-602-72245.
- Odjegba, V.J. & Fasidi, I.O. (2004). Accumulation of Trace Elements by Pistia stratiotes: Implications for phytoremediation’, *Ecotoxicology*, 13(7):637–646. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10646-003-4424-1>.
- Pita.W. D. Harianingih., Ardika. E. dan Budi. C. (2019) Kesetimbangan Adsorpsi Isotermal Logam Pb Dan Cr Pada Limbah Batik Menggunakan Adsorben Tongkol Jagung (*Zea Mays*). *Journal of Chemical Process Engineering*, 4(2), pp. 56–62. Available at: <https://doi.org/10.33536/jcpe.v4i2.321>.
- Prihatini, T. & Sari, Y.R.A. (2022). Pembuatan Kain Jumputan Dari Kain Primisima Dengan Zat Warna Indigosol Dan Zat Warna Indigofera. *Jurnal Socia Akademika*, 8(1), pp. 66–73. Available at: <https://aks-akk.e-journal.id/jsa/article/view/180>.
- Purwiandono, G. & Haidar, A.S. (2022) Studi Adsorpsi Logam Pb(II) Menggunakan Adsorben Kulit Rambut Teraktivasi HNO₃ dan NaOH., *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(1), pp. 8–16. Available at: <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol7.iss1.art2>.
- Rahmaisanti, A., Hidayati, Y.A. & Pratama, A. (2022) Pengaruh Kuantitas Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai Fitoremediator Limbah Cair Penyamakan Kulit Proses Tanning. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 3(2):73. Available at: <https://doi.org/10.24198/jthp.v3i2.41943>.
- Rahmayani, R., Palennari, M., & Rachmawaty, R. (2020). Flora Angiospermae.
- Raklami, A., Abdelliah. M., Oufdou., & Baslam.M (2022). Plants—Microorganisms-Based Bioremediation for Heavy Metal Cleanup: Recent

Developments, Phytoremediation Techniques, Regulation Mechanisms, and Molecular Responses *International Journal of Molecular Sciences*, 23(9). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms23095031>.

Rifai, Ahmat Khoirul, and Rinie Pratiwi Puspitawati. (2021). Respon Morfologi, Anatomi Dan Fisiologi Daun Kersen (*Muntingia Calabura*) Akibat Paparan Timbal Pb Yang Berbeda Di Surabaya.” *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi* 11(1): 8–14.

Ronaldo, H. (2022). Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palifolius*).

Rosidah, S, Y. U. Anggraito, and K. K Pukan. (2014). Uji Toleransi Tanaman Tembakau (*Nicotiana Tabacum L.*) Terhadap Cekaman Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Dan Tembaga (Cu) Pada Kultur Cair. *Unnes Journal of Life Science* 3(2): 68–78

Ruhmawati, T., Denny. S., Karmini. M. dan Roni. T. (2017). Penurunan Kadar *Total Suspended Solid* (TSS) Air Limbah Pabrik Tahu Dengan Metode Fitoremediasi. *Jurnal Peremukiman*, 12(1):25. Available at: <https://doi.org/10.31815/jp.2017.12.25-32>.

Rusdianasari, I. Hajar., I. Ariyanti., Y. Bow. (2020). Pengembangan Desain Kain Jumputan Palembang untuk Meningkatkan Industri Kreatif. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 14-19.

Santriyana, Dery. D., Rita .H, dan Isna .A. (2013). Ditumbuhkan Pada Limbah Ipa Pdam Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. *Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 1(1): 1–11.

Salam, A. K., Hidayatullah. M. A., Supriatin. S., dan Yusnaini. S. (2021). The phytoextraction of Cu and Zn by elephant grass (*Pennisetum purpureum*) from tropical soil 21 years after amendment with industrial waste containing heavy metals’, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 637(1):344–351. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012044>.

Santos, J. *et al.* (2020). Physiological mechanisms and phytoremediation potential of the macrophyte *Salvinia biloba* towards a commercial formulation and an analytical standard of glyphosate. *Chemosphere*, 259. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127417>.

Singh, B.S.M., Singh, D. & Dhal, N.K. (2022). Enhanced phytoremediation strategy for sustainable management of heavy metals and radionuclides’, *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 5(September

- 2021), p. 100176. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100176>.
- Sitia, M. & Juswardi (2022). Potensi Fitoremediasi Bambu Air (*Equisetum Hyemale* L.) Dalam Mereduksi Logam Berat Kromium Limbah Cair Kain Jumputan Dengan Sistem Lahan Basah Buatan', *Artikel Pemakalah Paralel*, pp. 346–353.
- Subagyo, P. K. & Soelityowati. (2021). Pengaruh Zat Pewarna Sintetis Terhadap Pewarnaan Kain Batik. *Folio*, 2(2):40–48. Available at: <https://journal.uc.ac.id/index.php/FOLIO/article/view/3476/2275>.
- Sumarta., F. H dan Ronny. (2023). Kombinasi Fitoremediasi Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Dan Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Bod Dan Tss Air Limbah Domestik. *Jurnal Sulolipu* 23(1): 39–45.
- Susmanto, P., Yandriani. Dila. P. A., & Pratiwi. R. D. (2021). Pengolahan Zat Warna Direk Limbah Cair Industri Jumputan Menggunakan Karbon Aktif Limbah Tempurung Kelapa pada Kolom Adsorpsi', *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 4(2)77. Available at: <https://doi.org/10.30595/jrst.v4i2.7309>.
- Supriyantini, E. & Soenardjo, N. (2016). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Akar Dan Buah Mangrove *Avicennia marina* Di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(2), pp. 98–106. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i2.520>.
- Taman. B. M., Ramadani. H. A., Halma. M. M. E dan Sari. C. (2021) Inventarisasi Tumbuhan Akuatik Berpotensi Fitoremediator Air Limbah Industri di Waduk Bunder Gresik. *Biotropic: The Journal of Tropical Biology*, 5(2):68–73. Available at: <https://doi.org/10.29080/biotropic.2021.5.2.68-73>.
- Tan. H.W., Pang. L. Y., Lim. S. and Chong. C. W. (2023) A state-of-the-art of phytoremediation approach for sustainable management of heavy metals recovery. *Environmental Technology and Innovation*, 30, p. 103043. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103043>.
- Taufikurahaman. T., Juanda. A. A., Suryati. A., 2020. Pengaruh Cekaman Logam Berat Kadmium (Cd) dengan Penambahan Nitrogen Logam Berat Terhadap Laju Relatif Pertumbuhan, Indeks Toleransi, Luas Daun, Kadar Klorofil, Prolin, dan Nitrogen Tanaman Kangkung darat (*Ipomoea Reptans Poir.*) Prosiding Seminar Nasional Pakar ke 3 Tahun 2020 Buku 1: Sains dan Teknologi. Issn 2615-2584

- Trojanowska, M. (2022). Reclamation of polluted land in urban renewal projects. Literature review of suitable plants for phytoremediations', *Environmental Challenges*, 8(July), p. 100572. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100572>.
- Venegas-Rioseco, J., Ginocchio, R. & Ortiz-Calderón, C. (2022) Increase in phytoextraction potential by genome editing and transformation: A review', *Plants*, 11(1):1–22. Available at: <https://doi.org/10.3390/plants11010086>.
- Wang, M., Chen. S., Jia. X., and Chen. L. (2020) *Concept and types of bioremediation, Handbook of Bioremediation: Physiological, Molecular and Biotechnological Interventions*. Elsevier Inc. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819382-2.00001-6>.
- Widyasari, N.L. (2021) Kajian Tanaman Hiperakumulator Pada Teknik Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat', *Jurnal Ecocentrism*, 1(1): 17–24.
- Yuliana, E. (2019). Fitoremediasi Air Limbah Kain Jumputan Menggunakan Kayu Apu pada Berbagai Konsentrasi Limbah. Biologi, Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Yoon JC, Xinde Z, Qixing, Ma LQ, (2006). Accumulation of Pb, Cu, and Zn in Native Plants Growing on a Contaminated Florida Site. *Science of the Total Environment*: 456-464
- Zairinayati, Z. & Khosamtun, K. (2022) 'Efektifitas Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elais Guineensis Jacq) Dalam Menurunkan Kadar COD Limbah Cair Kain Jumputan', *Indobiosains*, 4(2), p. 61. Available at: <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v4i2.8433>.
- Zhang, X., Huang., Chen. J. and Zhao. Y. (2023) Remote sensing monitoring of total suspended solids concentration in Jiaozhou Bay based on multi-source data', *Ecological Indicators*, 154(February). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110513>.