

**MELATI AIR (*Echinodorus palifolius*) SEBAGAI
FITOREMEDIATOR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)
LIMBAH CAIR BENGKEL KENDARAAN
BERMOTOR**

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh :

Rosita sari

211006040064

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

2025

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1866/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Melati Air (Echinodorus Palifolius) Sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ROSITA SARI
Nomor Induk Mahasiswa : 21106040064
Telah diujikan pada : Jumat, 08 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Siti Aisah, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68a5d4cba720



Penguji I
Jumailatus Solihah, S.Si., M.Biotech.
SIGNED

Valid ID: 68a2cb18b41dc



Penguji II
Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68a7362bb3d12



Yogyakarta, 08 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68a76391dd613

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

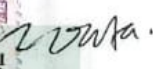
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Rosita Sari
NIM : 21106040064
Jurusan : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Melati Air (*Echinodorus Palifolius*) Sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor**" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 4 Agustus 2025



Rosita Sari
21106040064

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Rosita Sari

NIM : 21106040064

Judul Skripsi : Melati Air (*Echinodorus Palifolius*) Sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb)
Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 4 Agustus 2025

Pembimbing

Siti Aisah, S.Si., M.Si.

NIP: 19740611 200801 2 009

Melati Air (*Echinodorus palifolius*) Sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor

Rosita Sari
21106040064

Abstrak

Peningkatan aktivitas bengkel kendaraan bermotor di Indonesia menimbulkan permasalahan lingkungan akibat limbah cair yang dihasilkan. Limbah tersebut mengandung logam berat seperti timbal (Pb), yang bersifat toksik dan berpotensi membahayakan lingkungan. Fitoremediasi menggunakan melati air (*Echinodorus palaeifolius*) menawarkan solusi yang aman dan ramah lingkungan untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah cair bengkel kendaraan bermotor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah terhadap morfologi dan biomassa Melati Air (*Echinodorus palaeifolius*), serta kemampuannya dalam menurunkan kadar Pb pada media tanam. Metode yang digunakan adalah fitoremediasi statis dengan perlakuan yaitu K0 (kontrol), K1 (200 mL limbah), K2 (250 mL), dan K3 (300 mL) selama 15 hari. Parameter yang diamati meliputi perubahan morfologi (akar, daun, dan batang), biomassa tanaman, pH, suhu, serta kadar timbal (Pb) pada jaringan tanaman dan penurunan kadar timbal (Pb) pada media tanam. Pengukuran kadar Pb media tanam dan jaringan tanaman dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Paparan limbah menyebabkan gejala toksisitas pada tanaman, seperti klorosis dan nekrosis pada daun maupun batang, serta penurunan biomassa basah. Namun demikian, Melati Air terbukti mampu menurunkan kadar Pb dalam media tanam melalui mekanisme rhizofiltrasi dan fitoekstraksi. Laju penyerapan tertinggi tercatat pada perlakuan K2 sebesar 2,72 mg/kg/hari, sedangkan efisiensi penurunan kadar Pb (*removal efficiency*) tertinggi ditemukan pada perlakuan K3 sebesar 15,3%. Selain itu, selama proses fitoremediasi berlangsung, pH media tanam mengalami penurunan, sedangkan suhu mengalami kenaikan. Tanaman melati air efektif dalam meremediasi limbah cair bengkel yang mengandung timbal (Pb). Konsentrasi limbah cair yang paling optimal untuk penyerapan Pb adalah pada perlakuan K3.

Kata Kunci : *Echinodorus palaeifolius*, Fitoremediasi, Limbah cair bengkel kendaraan bermotor, Timbal (Pb)

Mexican Sword Plant (*Echinodorus palifolius*) as Fitoremediator Of Lead Heavy Metal (Pb) Liquid Waste Motor Vehicle Workshop

Rosita Sari
21106040064

Abstract

The increase in motor vehicle workshop activity in Indonesia has caused environmental problems due to the liquid waste generated. The waste contains heavy metals such as lead (Pb), which are toxic and potentially harmful to the environment. Fitoremediation using mexican sword plant (*Echinodorus palaeifolius*) offers a safe and environmentally friendly solution to address environmental pollution problems caused by liquid waste of motor vehicle workshops. This study aims to determine the effect of waste on the morphology and biomass of mexican sword plant (*Echinodorus palaeifolius*), as well as its ability to lower Pb levels on the growing medium. The methods used are static phytoremediation with treatment of K0 (control), K1 (200 mL of waste), K2 (250 mL), and K3 (300 mL) for 15 days. Observed parameters include morphological changes (root, leaf, and stem), plant biomass, pH, temperature, and lead levels (Pb) in plant tissues and decreased lead levels (Pb) in plant media. Measurements of Pb levels in plant media and plant tissues are made using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Exposure to waste causes symptoms of toxicity in plants, such as chlorosis and necrosis in leaves and stems, as well as decreased wet biomass. However, Melati Air proved capable of lowering the Pb level in the planting medium through the mechanism of rhizofiltration and phytoextraction. The highest absorption rate was recorded in the K2 treatment at 2.72 mg/kg/day, while the highest efficiency of Pb (removal efficiency) was found in the K3 treatment at 15,3%. In addition, during the phytoremediation process, the pH of the planting media decreased, while the temperature increased. Water jasmine plants are effective in remediating workshop liquid waste containing lead (Pb). The most optimal concentration of liquid waste for absorption of Pb is in the treatment of K3.

Keywords: *Echinodorus palaeifolius*, Fitoremediation, Lead (Pb), Liquid waste motor vehicle workshop

HALAMAN MOTTO

“You are currently living at least one of the prayers you used to pray. So keep going, keep trusting, and know that more is on its way”

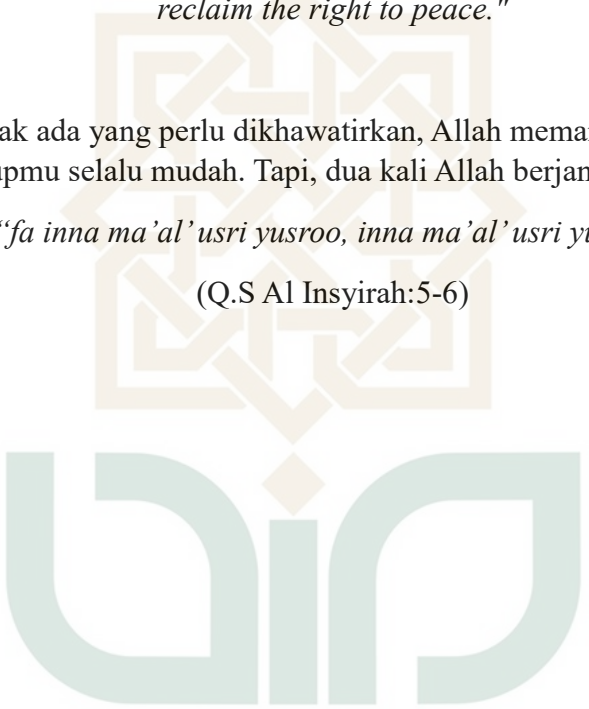
(Dailylifequotes25)

"To the feeling of worry amid all the noisy chaos, there will come a moment to reclaim the right to peace."

Sebenarnya tidak ada yang perlu dikhawatirkan, Allah memang tidak menjanjikan hidupmu selalu mudah. Tapi, dua kali Allah berjanji bahwa :

“fa inna ma'al'usri yusroo, inna ma'al'usri yusroo”

(Q.S Al Insyirah:5-6)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Allah SWT, sumber segala kekuatan dan ketenangan dalam setiap langkah. Kepada kedua orang tuaku tercinta yang telah menuntunku dengan doa, cinta, dan pengorbanan tanpa batas. Kepada saudara-saudaraku yang selalu memberi semangat, dan sahabat-sahabat terbaik yang setia menemani dalam suka maupun duka.

Almamater Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Melati Air (*Echinodorus palifolius*) Sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor”** sebagai syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi demi untuk mengimplementasikan ilmu yang telah didapat. Penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Prof. Noorhaidi, S.Ag., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Dra, Hj. Khurul Wardani, M.Si, sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si, sebagai Ketua Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Siti Aisah, M. Si, sebagai Dosen Pembimbing yang senantiasa telah memberikan dukungan, bimbingan, doa dan nasihat, serta ilmunya kepada penulis.
5. Ibu Jumailatus Solihah, S.Si., M. Biotech. dan Ibu Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan, saran dan masukan Sehingga penyusunan skripsi menjadi lebih baik.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Kedua orang tua saya Bapak Suparyoto dan ibu Sarjiyanti, dua orang yang sangat berjasa dalam hidup saya. Terima kasih atas segala motivasi, doa, dan harapan untuk kelancaran putrinya dalam pendidikan.

8. Kepada kakak, adik serta keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kasih sayang yang tiada henti.
9. Kepada sahabat penulis “healing no wacana team” (Dhie Tsuyura, Devi Pradina, Fatima Putri, Brilliant Deanova & Fadhila Nur Rahma) serta sahabat terkasih Annisa Putri. Terima kasih telah kebersamaan penulis saat susah dan senang. Terima kasih telah membuat kehidupan perkuliahan terasa begitu cepat dan penuh kebahagiaan, dan terima kasih sudah mendengarkan, memberi bantuan, dan hiburan.
10. Teman seperjuangan Biologi 21 yang sudah memberikan bantuan dan dukungan semangat.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.
12. Kepada diri saya sendiri selaku penulis, terima kasih sudah bertanggungjawab atas apa yang sudah dimulai, terima kasih sudah mengikhlaskan dan memulai perjuangan sampai di titik ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat. Akhir kata Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa dalam proses penyusunan skripsi ini.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 21 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
Abstrak.....	v
Abstract.....	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Limbah Cair	5
B. Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor	8
C. Faktor yang Mempengaruhi Kadar Logam Berat Tanah.....	9
D. Logam Berat Pb.....	10
E. Fitoremediasi.....	13
F. Tanaman Melati Air (<i>Echinodorus palaefolius</i>).....	15
G. <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS).....	17
BAB III.....	20
METODE PENELITIAN	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
B. Alat dan Bahan.....	20
C. Rancangan Penelitian	20
D. Prosedur Kerja.....	21
1. Persiapan Bahan	21
2. Penyiapan Tanaman dan Aklimatisasi.....	22
3. Uji Pendahuluan	22

4. Uji Sebenarnya.....	22
5. Pengambilan Data	23
BAB IV	26
HASIL DAN PEMBAHASAN	26
A. Uji Pendahuluan.....	26
B. Uji Sebenarnya.....	28
C. Morfologi Tanaman.....	29
D. Biomassa Tanaman.....	37
E. Efektivitas Tanaman Dalam Menyerap Pb (timbal).....	39
F. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Tanaman.....	44
G. Pengukuran Parameter Lingkungan	47
1. pH.....	47
2. Suhu	49
BAB V.....	52
KESIMPULAN.....	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tally Sheet Pengamatan Morfologi Tanaman Uji	24
Tabel 2. Perubahan Morfologi Tanaman Melati Air pada Uji pendahuluan.	27
Tabel 3. Morfologi Melati Air Pada Proses Fitotemedisi Pb Limbah cair Bengkel Kendaraan Bermotor Hari Ke-0.....	30
Tabel 4. Morfologi Melati Air Pada Proses Fitotemedisi Pb Limbah cair Bengkel Kendaraan Bermotor Hari Ke-5.....	31
Tabel 5. Morfologi Melati air Pada Proses Fitotemedisi Pb Limbah cair Bengkel Kendaraan Bermotor Hari Ke-10.....	33
Tabel 6. Morfologi Tanaman Melati Air Pada Proses Fitotemedisi Pb Limbah cair Bengkel Kendaraan Bermotor Hari Ke-15	35
Tabel 7. Biomassa awal dan Akhir Melati air Pada Fitoremediasi Pb Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor Selama 15 Hari.....	37
Tabel 8. Efektivitas Penurunan Kadar Pb Pada Media Tanam.....	42
Tabel 9. Laju Penyerapan Pb Pada Melati Air Per Hari pada Fitoremediasi Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor Selama 15 Hari.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman Melati Air (<i>Echinodorus pelaefolius</i>)	15
Gambar 2. Kadar Pb Media Tanam Pada Fitoremediasi Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor Hari Ke- 0,5,10, dan 15	39
Gambar 3. Kadar Pb di Dalam Melati Air Setelah Proses Fitoremediasi Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor Selama 15 Hari.....	44
Gambar 4. Perubahan pH Harian Media Tanam Pada Fitoremediasi Pb Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor Selama 15 Hari.....	47
Gambar 5. Perubahan Suhu Harian Media Tanam Pada Fitoremediasi Pb Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor Selama 15 Hari.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kendaraan bermotor dibutuhkan masyarakat Indonesia sebagai suatu moda sarana transportasi yang menjadi andalan untuk memenuhi kebutuhan pergerakan (Massara & Wicaksono, 2018). Sepeda motor sendiri merupakan moda transportasi dengan peminat yang sangat banyak di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Kendaraan ini dinilai efektif dan efisien sebagai transportasi yang digunakan untuk keseharian masyarakat Indonesia terutama pada kondisi jalanan sempit dan macet (Acuviarta & Permana, 2022). Hal ini menyebabkan kenaikan jumlah sepeda motor pada setiap tahunnya (Yoshita & Rao, 2019).

Kendaraan bermotor memerlukan perawatan agar selalu dapat berfungsi dengan optimal dikarenakan kendaraan mempunyai batas guna (Inaba *et al.*, 2016). Pemeliharaan atau perawatan berkala baik di *dealer* ataupun bengkel tidak resmi pada kendaraan akan menjaga performa kendaraan agar mengurangi risiko terjadinya kecelakaan serta kerusakan ketika digunakan sehingga kendaraan selalu dapat digunakan sebagaimana fungsinya (Wahyuarini *et al.*, 2021). Semakin banyak kendaraan serta semakin sering kendaraan itu digunakan maka aktivitas bengkel akan semakin meningkat, sejalan dengan peningkatan aktivitas bengkel maka akan menaikkan jumlah limbah. Limbah hasil dari aktivitas bengkel kendaraan bermotor tersebut masuk ke dalam limbah B3 yang di mana harus menggunakan penanganan khusus untuk mengolahnya agar tidak terbuang langsung ke lingkungan karena dapat memberikan efek dan dampak yang negatif (Rizqi *et al.*, 2020).

Limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan perbengkelan ini berupa pelumas bekas, bahan ceceran, serta pembersih dan pelarut. Timbunan limbah cair menyebabkan pencemaran, selain itu timbunan limbah ini mengandung

kadar logam berat seperti timbal (Pb) yang dihasilkan dari tetesan air aki, dan pelumas, kadmium (Cd) yang dihasilkan oleh minyak pelumas, zink (Zn) ditemukan pada pelumas dan beberapa komponen kendaraan, serta nikel yang dihasilkan dari pelapis logam dari beberapa komponen mesin (Dahlan *et al.*, 2024).

Keberadaan Logam berat timbal (Pb) di lingkungan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan serta membahayakan kesehatan (Nadeak *et al.*, 2019). Terdapat beberapa permasalahan pengelolaan limbah yang dihasilkan dari bengkel. Di antaranya masih ditemukan bengkel yang tidak menyediakan wadah khusus untuk menampung setiap jenis limbah yang dihasilkan, tidak adanya label maupun simbol yang menandai sesuai pada wadah limbah, serta tidak adanya bangunan yang khusus agar terlindung dari sinar matahari dan hujan untuk menyimpan limbah tersebut (Dahlan *et al.*, 2023). Pengelolaan limbah bengkel kendaraan bermotor sangat penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Bengkel kendaraan bermotor wajib untuk sanggup mengelola limbah cair yang dihasilkan baik memakai teknologi yang dimiliki atau disalurkan kepada pihak yang dapat menangani limbah ini dengan baik (Kristanti *et al.*, 2021).

Fitoremediasi ditawarkan sebagai alternatif pembersihan yang aman serta ramah lingkungan (Zakariah *et al.*, 2023). Fitoremediasi adalah suatu teknologi remediasi *in-situ* yang memanfaatkan tumbuhan hidup untuk mengurangi volume, mobilitas, maupun toksisitas kontaminan yang terdapat di dalam air, tanah, atau media terkontaminasi lainnya. Dengan kata lain fitoremediasi tanaman digunakan untuk mendegradasi, menyerap, menghilangkan, menghancurkan maupun menstabilkan bahan pencemar khususnya logam berat atau senyawa organik (Sukono *et al.*, 2020). Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai agen fitoremediator adalah Melati air (*Echinodorus palaefolius*). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan tanaman Melati air sebagai agen fitoremediasi untuk pengelolaan limbah yang mengandung Pb.

Penelitian potensi tanaman Melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam meremediasi logam berat seperti pada penelitian Rahmaisyanti *et al*, (2022), yang menyatakan bahwa tanaman ini dapat menurunkan konsentrasi kromium dari konsentrasi sebesar 146,36 hingga menjadi konsentrasi sebesar 21,50. Penelitian yang dilakukan Lorensia & Rachmadiarti (2024), tentang *The Ability of Mexican Sword Plant (Echinodorus palaefolius) as Copper (Cu) Phytoremediator* menunjukkan terdapat adanya penurunan konsentrasi logam berat (Cu) pada media tanam dengan persentase tertinggi sebesar 98,83 % dari konsentrasi awal 3 ppm. Penelitian yang dilakukan oleh Intan (2022), tentang Potensi Tumbuhan Melati Air Terhadap penurunan kadar timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Limbah Cair *Home Industry* Batik juga menunjukkan bahwa tanaman melati air dapat menurunkan logam berat Pb dari konsentrasi awal sebesar 43,58 menjadi 3,71 mg/L, 2,65 mg/L 0,80 mg/L, dan 0,14 berturut – turut selama 9 hari, 12 hari, 15 hari, dan 18 hari.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh limbah cair bengkel kendaraan bermotor terhadap perubahan karakter morfologi dan biomassa tanaman Melati air (*Echinodorus palifolius*)?
2. Bagaimana Kemampuan Melati air (*Echinodorus palifolius*) untuk menurunkan Logam Berat timbal (Pb) pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor serta berapa besar penurunan kadar logam berat timbal (Pb) setelah perlakuan fitoremediasi?
3. Pada konsentrasi kadar limbah berapa tanaman Melati air (*Echinodorus palifolius*) dapat menyerap logam berat timbal (Pb) yang paling optimal?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh limbah cair bengkel kendaraan bermotor terhadap perubahan karakter morfologi dan biomassa tanaman Melati air (*Echinodorus palifolius*) selama proses fitoremediasi berlangsung.

2. Mengetahui Kemampuan Melati air (*Echinodorus palifolius*) untuk menurunkan Logam Berat timbal (Pb) pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor serta berapa besar penurunan kadar logam berat timbal (Pb) setelah perlakuan fitoremediasi.
3. Mengetahui konsentrasi kadar limbah yang paling baik dalam penyerapan logam berat timbal (Pb) dengan menggunakan tanaman Melati air (*Echinodorus palifolius*).

D. Manfaat Penelitian

1. Menambah pengetahuan tentang bagaimana cara mengurangi kadar pencemar logam berat timbal (Pb) pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor pada lingkungan dengan metode fitoremediasi menggunakan melati air (*Echinodorus palifolius*).
2. Memberikan informasi terkait kemampuan melati air (*Echinodorus palifolius*). Sebagai agen fitoremediasi logam berat timbal (Pb) limbah cair bengkel kendaraan bermotor.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan dipaparkan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh limbah terhadap morfologi dan biomassa tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) terlihat dari perubahan fisiologis dan struktur tanaman selama proses fitoremediasi. Paparan limbah mengandung logam berat timbal (Pb) menyebabkan gejala klorosis, nekrosis, dan kerusakan morfologis seperti perubahan warna, layu, hingga kematian jaringan pada daun dan batang. Selain itu, terjadi penurunan biomassa basah pada seluruh perlakuan, yang menandakan adanya gangguan metabolisme dan fotosintesis akibat toksisitas logam berat.
2. Tanaman melati air mampu menurunkan kadar logam berat Pb dalam media tanam. Proses fitoremediasi yang terjadi melalui mekanisme rhizofiltrasi dan fitoekstraksi menunjukkan bahwa tanaman dapat menyerap dan mengakumulasi Pb dalam jaringan tanaman. Penurunan konsentrasi Pb di media dan meningkatnya akumulasi dalam tanaman membuktikan efektivitas melati air sebagai agen fitoremediasi. Melati air dapat menurunkan logam berat pada media tanam selama 15 hari sebesar 1,8 mg/kg hingga 4,7 mg/kg.
3. Konsentrasi limbah yang paling optimal untuk penyerapan Pb terjadi pada perlakuan K3, dengan penurunan konsentrasi logam sebesar 4,7 mg/kg dan efisiensi removal tertinggi sebesar 15,3%. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman melati air memiliki toleransi dan kemampuan penyerapan logam yang lebih baik pada konsentrasi tinggi, meskipun tetap dibatasi oleh ambang toksisitas tertentu

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait variasi konsentrasi limbah yang lebih luas, termasuk konsentrasi yang lebih tinggi dari 300 mL, guna mengetahui batas toleransi maksimum tanaman Melati air terhadap paparan polutan dan mengevaluasi efektivitas penyerapan logam berat pada konsentrasi ekstrem.
2. Perlu adanya uji yang lebih mendalam terkait dengan akumulasi lokasi penyerapan timbal (Pb) secara spesifik di dalam jaringan tanaman, seperti di akar, batang, atau daun.
3. Umumnya limbah bengkel mengandung berbagai jenis polutan, penelitian berikutnya dapat menganalisis dan menguji kemampuan tanaman melati air dalam meremediasi unsur logam berat lain selain timbal (Pb) secara tunggal maupun kombinasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollah, A., & Sohilauw, S. S. I. (2022). Paparan Timbal (Pb) Pada (*Scylla sp*) Pasca Tambang Gunung Botak. *Journal Biology Science & Education*, 11 (2), 171–177.
- Acuviarta, & Permana, A. M. P. (2022). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Sepeda Motor di Kota-Kota Besar Jawa Barat. *Jurnal Riset Ilmu Ekonomi*, 2 (3), 171–180.
- Agustin, V. L., & Fitrihidajati, H. (2024). Phytoremediation of Lead Using a Combination of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart .) Solms) and Mexican Sword Plant (*Echinodorus palifolius*). *Jurnal LenteraBio* 13 (3), 457–464.
- Al Kholif, M., Pungut, Sugito, Joko Sutrisno, & Winda Sulistyo Dewi. (2020). Effect of Residence Time and Planting Media on Constructed Wetland for Treating Tofu Industry Wastewater. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 5 (2), 107–115.
- Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). Phytoremediation Of Heavy Metals-Concepts And Applications. *Chemosphere*, 91 (7), 869–881.
- Ali, R. M., Hendrawati, T. Y., & Ismiyati. (2019). Pengaruh Jenis Adsorben Pada Efektifitas Penurunan Kandungan Pb Air Limbah Recycle Aki Bekas. *Jurnal Teknik*, 8 (1), 29–34.
- Annas, A. C., Aulia, A. F., Wiguno, A., & Kuswandi, K. (2020). Pra Desain Pabrik Dietil Karbonat dari CO₂, Etanol, dan Etilen Oksida. *Jurnal Teknik ITS*, 9 (2), 268–373.
- Astuti, A. D., Lindu, M., Yanidar, R., & Kleden, M. M. (2017). Kinerja Subsurface Constructed Wetland Multilayer Filtration Tipe Aliran Vertikal Dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetivera Zozanoides*) Dalam Penyisihan Bod Dan Cod Dalam Air Limbah Kantin. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 1 (2), 91–108.
- Budiastuti, P., Mursid, R., & Nikie, A. Y. D. (2013). Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal Di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang Putri. *Jurnal Kesehatan Masyarakat(e-Journal)*, 4(5), 119–125.
- Caroline, J., & Moa, G. A. (2015). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaeifolius*) Pada Limbah Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan. *Seminr Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III*, 2 (12), 733–744.
- Dahlan, A. V., Mursidik, S. S., Rinjani, C. A. P., Luthfi, M. R., & Nurlaili, S. (2023). Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahara Beracun (B3) Pada Bengkel Di Wilayah Jakarta. *Jurnal Reka Lingkungan*, 11(3), 234–245.
- Dahlan, A. V., Mursidik, S. S., Rinjani, C. A. P., Luthfi, M. R., & Nurlaili, S. (2024). Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahara Beracun (B3) Pada Bengkel Di Wilayah Jakarta. *Jurnal Reka Lingkungan*, 11(3), 234–245.

- Echinodorus palaefolius* var. *latifolius*. (2024). Plantamor. Diakses 8 Januari 2024, dari <https://plantamor.com/species/profile/aquarius/palifolius>.
- Fadila Mutmainnah, A., & Suheryanto. (2015). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan *Hydrilla verticillata* dan *Najas indica*. *Jurnal Penelitian Sains*, 17 (3), 111–120.
- Fatiha, I. I., Firdhausi, N. F., & Zummah, A. (2025). Potensi Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus radicans*) Terhadap Penurunan Kadar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Limbah Cair Home Industry Batik di Desa Sendang Kabupaten Lamongan. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 13 (1), 176–196.
- Fitriyanti, R. (2020). Karakteristik Limbah Domestik Di Lingkungan Mess Karyawan Pertambangan Batubara. *Jurnal Redoks*, 5 (2), 72-77.
- Gjindali, A., & Johnson, G. N. (2023). Photosynthetic Acclimation To Changing Environments. *BiochemicalSocietyTransactions*, 51 (2), 473–486.
- Hasanah, N. (2022). Heavy Metal Contamination of Lead (Pb) In Local Food Bilvaves. *Media Gizi Kesmas*, 11 (2), 589–594.
- Hatika, R. G. (2022). Kandungan Logam Berat dalam Tanah pada Daerah Sekitar Penambangan Emas di Sungai Kuantan. *Sainsmat : Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 11 (1), 95-103.
- Hidrawati, Syam, N., & Ayu, N. (2023). Fitoremediasi Timbal (Pb) Pada Air Tercemar Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dan Apu-Apu (*Pistia Stratiotes*). *Agrotek: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 7 (2), 205–214.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 5 Tahun 2022 tentang Pengolahan Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Pertambangan Dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan, (2022).
- Indrayani, L., & Rahmah, N. (2018). Nilai Parameter Kadar Pencemar Sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12 (1), 41-50.
- Intan, F. I. (2022). Potensi Tumbuhan Melati Air Terhadap penurunan kadar timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Limbah Cair *Home Industry* Batik. *Skripsi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.
- Irawanto, R., & Mangkoedihardjo, S. (2015). Fitoforensik Logam Berat (Pb dan Cd) Pada Tumbuhan Akuatik (*Acanthus Ilcifolius* Dan *Coix Lacryma-Jobi*). *Jurnal Purifikasi*, 15 (1), 53–66.
- Irawanto, R., & Prastiwi, E. A. (2019). Persepsi Penerapan Fitoremediasi melalui Taman Tematik Akuatik. *Proceeding Biology Education Conference*, 16 (1), 229–234.
- Irhamni, I., Pandia, S., Purba, E., & Hasan, W. (2017). Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi. *Jurnal Serambi Engineering*, 1 (2), 75–84.

- Islam, M. M., Saxena, N., & Sharma, D. (2024). Phytoremediation as a green and sustainable prospective method for heavy metal contamination. *RSC Sustainability*, 2 (5), 1269–1288.
- Javed, M. T., Habib, N., Akram, M. S., Ali, Q., Haider, M. Z., Tanwir, K., Shauket, A., & Chaudhary, H. J. (2019). The Effect Of Lead Pollution On Nutrient Solution Ph And Concomitant Changes In Plant Physiology Of Two Contrasting *Solanum melongena* L. Cultivars. *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (33), 34633–34644.
- Javier, M. H., & Trihadiningrum, Y. (2024). Kajian Pengelolaan Limbah B3 Bengkel Otomotif di Kawasan Kampus ITS. *Jurnal Teknik ITS*, 13 (1), 14-20.
- Kasman, M., Riyanti, A., & Kartikawati, C. E. (2019). Fitoremediasi Logam Alumunium (Al) Pada Lumpur Instalasi Pengelolaan Air Menggunakan Tanman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*). *Daur Lingkungan*, 2 (1), 7-10.
- Kencana, E. M., & Radityaningrum, A. D. (2022). Kombinasi Filtrasi dan Fitoremediasi untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*, 19 (2), 56–65.
- Kifly, T., Yudha, P. I., & Darya, K. I. W. (2021). Kandungan Padatan Teruspensi dan Padatan Terlarut pada Air di Bagian Hilir Sungai Ayung Bali. *Aquatic Science*, 4 (2), 128–132.
- Kristanti, E., Muharamin, A., & Ni'am, A. C. (2021). Identifikasi Limbah Berbahaya Dan Beracun (B3) Di Bengkel Xyz Lamongan. *Environmental Engineering Journal ITATS*, 1 (1), 1–6.
- Leonard, F., Wahyuni, W., & Hasanuddin, H. (2024). Identifikasi Risiko Pencemaran Air Limbah Domestik. *Jurnal Media Teknik Siipil*, 2 (1), 33–42.
- Lolo, A., Patandean, C. F., & Ruslan, E. (2020). Karakterisasi Air Daerah Panas Bumi Pencong Dengan Metode Aas (Atomic Absorption Spectrophotometer) Di Kecamatan Biringbulu, Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geoelebes*, 4 (2), 102–110.
- Lorensia, R. E., & Rachmadiarti, F. (2024). The Ability of Mexican Sword Plant (*Echinodorus palaefolius*) as Copper (Cu) Phytoremediator. *Lenterabio*, 13 (3), 429–436.
- Malar, S., Vikram, S. S., Favas, P. J. C., & Perumal, V. (2014). Lead heavy metal toxicity induced changes on growth and antioxidative enzymes level in water hyacinths [*Eichhornia crassipes* (Mart.)]. *Botanical Studies*, 55 (1), 1–11.
- Malik, D. P., Yusuf, S., & Willem, ilham. (2021). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Laut Dan Sedimen Di Perairan Tanggul Soreang Kota Parepare. *Jurnal Ilmiah Manusia Dan Kesehatan*, 4 (1), 135–145.
- Massara, A., & Wicaksono, A. (2018). Peran Sepeda Motor Bagi Masyarakat Berpendapatan Rendah Di Kota Makassar. *Jurnal Transportasi*, 18 (3), 161–168.

- Mazumdar, K., & Das, S. (2015). Phytoremediation Of Pb, Zn, Fe, And Mg With 25 Wetland Plant Species From A Paper Mill Contaminated Site In North East India. *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (1), 701–710.
- Meyers, D. E. R., Kopittke, P. M., Auchterlonie, G. J., & Webb, R. I. (2009). Characterization Of Lead Precipitate Following Uptake By Roots Of Brassica Juncea. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 28 (11), 2250–2254.
- Nadeak, E. S., Aldo, N., & Horiza, H. (2019). Analisis Kandungan Timbal (Pb) Pada Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor di Kota Tanjungpinang Tahun 2019. *Jurnal Poltekkes Jambi*, 8 (3), 181–189.
- Napitupulu, R. T., & Putra, M. H. S. (2024). Pengaruh Bod, Cod Dan Do Terhadap Lingkungan Dalam Penentuan Kualitas Air Bersih Di Sungai Pesanggrahan. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5 (2), 79-82.
- Rizkiaditama, D., Purwanti E., & Maizzudin. (2017). PROSIDING SEMINAR NASIONAL III TAHUN 2017 “Biologi, Pembelajaran, dan Lingkungan Hidup Perspektif Interdisipliner” Diselenggarakan oleh Prodi Pendidikan Biologi-FKIP bekerjasama dengan Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSLK) Universitas Muhammadiyah Malang, 29 April.
- Nofita, Turik, & Ariska, R. W. (2019). Penetapan Kadar Logam Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) Pada Margarin Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Farmasi Malahayati*, 2 (1), 24–32.
- Nurindriana, F. M., & Wicaksono, K. S. (2022). Pemanfaatan Biochar Dan Kompos Black Soldier Fly Pada Fitoremediasi Tanah Tercemar Timbal Dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*). *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9 (2), 297–309.
- Nurlina, Suhadiyah, S., & Umar, M. R. (2016). Akumulasi Logam m Berat Besi (Fe) Pada Kiapu Pistia str dari Ai Air Sumur Sekitar Workshop Unhas. *Seminar Nasional from Basic Science to Comprehensive Education*, 151–155.
- Patriani, H., Nugraha, F., & Kurniawan, H. (2023). Uji Kualitatif dan Penetapan Kadar dengan Metode Spiking pada Logam Pb di Dalam Minuman Kopi Kaleng. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 5 (1), 22–30.
- Pinheiro, C. T., Ascensão, V. R., Cardoso, C. M., Quina, M. J., & Gando-Ferreira, L. M. (2017). An Overview Of Waste Lubricant Oil Management System: Physicochemical Characterization Contribution For Its Improvement. *Journal of Cleaner Production*, 150, 301–308.
- Prasetyo, R. A. (2021). Review Jurnal Teknologi Fitoremediasi Untuk Pemulihan Lahan Tercemar Minyak. *PETRO:Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 10 (2), 53–59.
- Putra, A., Fitri, W. E., & Febria, fuji astuti. (2023). Toksisitas Logam Timbal Terhadap Kesehatan Dan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Medika Saintika*, 14 (1), 158–174.

- Putri, R. D., Rofilah, S., Susetyo, E. K., Ma'aruf, A. N., Kevin, Solikha, A. M., Pinandita, A., Putra, M. R., & Azis, M. Y. (2024). Analisis Kandungan Logam Berat Fe, Ni, Pb, dan Cr di Kawasan Muara, Mangrove, dan Green Canyon Sungai Cijulang di Pangandaran. *Jurnal Kartika Kimia*, 7 (1), 1–10.
- 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), 73–82.
- Rahmat, B., & Mallongi, A. (2018). Studi Karakteristik dan Kualitas BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto DG. Pasewang Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)*, 1 (69), 1–16.
- Ramadhani, A. C., Sitorus, R. J., Muslimin, M., Putri, R. N., & Ernia, R. (2023). Analisis Pengaruh Tanaman Melati Air sebagai Fitoremediasi dalam Mengatasi Pencemaran Air Limpasan Stockpile Batubara. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23 (2), 2050.
- Rasmadita Dewi, S., Envirotek, W., & Sulastris, A. (2023). Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Oli Bekas Dengan Metode Composting. *Jurnal Envirotek*, 15 (2), 149–154.
- Rianawati, D., Koester, R. H. T. S., & Khayan. (2023). Distribution of Heavy Metals in Soil in Industrial Estates: a Comparative Review of South China and Sidoarjo, East Java, Indonesia. *Journal of Community Health and Preventive Medicine*, 3 (1), 42–47.
- Rizki, R., Alfina, R., Rasdanelwati, R., & Darlis, O. (2023). Vegetative and Generative Growth of Mexican Sword Cultivated as Potted Ornamental Plants *Aquarius palifolius* (Nees & Mart.) J.F. Macbr. *SINTA Journal (Science, Technology, and Agricultural)*, 4 (2), 161–170.
- Rizki, R., Rasdanelwati, R., Alfina, R., Darlis, O., & Meriko, L. (2022). Morphological Characterization of the Mexican sword *Aquarius palifolius* (Nees & Mart.) Christenh. & Byng. Family Alismataceae. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 14 (2), 79-88.
- Rizqi, A., Aviana, D., Ni'am, A. C., Lingkungan, T., Lingkungan -Institut, P. T., Adhi, T., & Surabaya, T. (2020). Identifikasi Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Laboratorium PT. XYZ. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 147–154.
- Rizvi, A., Zaidi, A., Ameen, F., Ahmed, B., Alkahtani, M. D. F., & Khan, M. S. (2020). Heavy metal induced stress on wheat: Phytotoxicity and microbiological management. *RSC Advances*, 10 (63), 38379–38403.
- Romadhonah, S., & Arif, C. (2021). Analisis Kualitas Air dan Removal Efficiency Wastewater Treatment Plant (WWTP) di PT. Indonesia Power UPJP Priok Jakarta. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5 (2), 69–78.
- Ronaldo, H. (2022). *Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (Echinodorus palifolius)*. Skripsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Sari, N. E. P., Nurlala, N., & Wardoyo, S. E. (2019). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Cd Dengan Menggunakan Tanaman Hanjuang (*Cordyline fruticosa*). *Jurnal Sains Natural*, 9 (2), 57-65.

- Sari, N. R., Sunarto, & Wiryanto. (2015). Analisis Komparasi Kualitas Air Berdasarkan Parameter Biologi, Fisika Dan Kimia Di Ipal Semanggi Dan Ipal Mojosongo Surakarta. *Jurnal Ekosains*, 7 (2), 62–74.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16 (2), 245-252.
- Schück, M., & Greger, M. (2023). Salinity and temperature influence removal levels of heavy metals and chloride from water by wetland plants. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (20), 58030–58040.
- Shidiq, A. S. (2019). Filsafat Sains: Inferensi dan Eksplanasi Ilmiah pada Awal Perkembangan Spektroskopi Serapan Atom. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 2(1), 20-26.
- Sidauruk, L., & Sipayung, P. (2015). Phytoremediation of Contaminated Land at Medan Industrial Area by Ornamental Plants. *Jurnal Pertanian Tropik*, 2 (2), 178–186.
- Soheti, P., Sumarlin, L. O., & Marisi, D. P. (2020). Fitoremediasi Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Untuk Menurunkan Kadar Torium. *Eksplorium*, 41 (2), 139-150.
- Solikha, F. D. (2019). Penentuan Kadar Tembaga (Ii) Pada Sampel Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) Perkin Erlmer Analyst 100 Metode Kurva Kalibrasi. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 4(2), 1–11.
- Song, Y., Jin, L., & Wang, X. (2017). Cadmium absorption and transportation pathways in plants. *International Journal of Phytoremediation*, 19 (2), 133–141.
- Sugito, Marliyan, S. D., & Apriana, H. D. (2022). Uji Kinerja Instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) Shimadzu 6650 F Terhadap Logam Fe, Zn pada Kegiatan Praktikum Kimia Anorganik di UPT Laboratorium Terpadu UNS. *Indonesian Journal of Laboratory*, 5 (2), 83-89.
- Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Evitasari, E., & Satriawan, D. (2020). Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2 (2), 40–47.
- Susanto, A. dwi, Gresiyanti, D. M., Wijaya, C. B., Mubarak, M. Z., Rachmadiarti, F., Fitrihidajati, H., & Putri, I. L. E. (2021). Prosiding SEMNAS BIO 2021 Kemampuan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai Agen Fitoremediasi Linear Alkybenzene Sulphonate (LAS) Deterjen. *Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang*, 72, 845–856.
- Tanti, Irianti, Kuswandi, Nuranto, S., & Budiyatmi, A. (2017). *Logam berat dan Kesehatan*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Ulumudin, M. M., & Purnomo, T. (2022). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Tumbuhan Papyrus (*Cyperus papyrus* L.) di Sungai Wangi Pasuruan. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 11 (2), 273–283.

- Wahyuarini, T., Sofiana, E., Listiyawati, L., Wahyuni, R., Prestoroika, E., & Sulaiman, S. (2021). Pelatihan Perawatan Kendaraan Motor Roda Dua untuk Masyarakat Desa PAL IX Sungai Kakap. *Jurnal Abdidas*, 2 (2), 311–315.
- Wan, Y., Liu, J., Zhuang, Z., Wang, Q., & Li, H. (2024). Heavy Metals in Agricultural Soils: Sources, Influencing Factors, and Remediation Strategies. *Toxics*, 12 (1), 1-17.
- Widyasari, N. L. (2021). Kajian Tanaman Hiperakumulator Pada Teknik Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat. *Jurnal Ecocentrism*, 1 (1), 17–24.
- Yan, A., Wang, Y., Tan, S. N., Mohd Yusof, M. L., Ghosh, S., & Chen, Z. (2020). Phytoremediation: A Promising Approach for Revegetation of Heavy Metal-Polluted Land. *Frontiers in Plant Science*, 11 (4), 1–15.
- Yoshita, T. S., & Rao, U. S. (2019). A study on the influence of reference groups affecting the purchase decision of a motorbike buyer. *International Journal of Advance Research and Development*, 4 (2), 24–30.
- Zainudin, & Kesumaningwati, R. (2022). Pengaruh Eco Enzyme Terhadap Kandungan Logam Berat Lahan Bekas Tambang Batubara. *Ziraa 'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 47 (2), 154-161.
- Zakariah, M., Juhriah, & Umar, M. R. (2023). Fitoremediasi Tanaman Hias Bunga Impatiens Balsamina L., Dan Zinnia Elegans (Jacq.) Kuntze Terhadap Polutan Merkuri Pada Tanah. *Biologi Makassar*, 8 (2), 1–10.
- Zein, R., & Putra, A. (2021). *Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Penyerap Ion Logam Pb (II)*. Andalas Unyversity Press.
- Zheng, J. C., Liu, H. Q., Feng, H. M., Li, W. W., Lam, M. H. W., Lam, P. K. S., & Yu, H. Q. (2016). Competitive sorption of heavy metals by water hyacinth roots. *Environmental Pollution*, 219 (2), 837–845.
- Zulkoni, A., Rahyuni, D., & Nasirudin, N. (2018). Pemangkasan Akar Dan Inokulasi Jma Sebagai Upaya Peningkatan Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri Akibat Penambangan Emas Oleh Tanaman Jati Di Kokap Kulon Progo Yogyakarta. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 24 (1), 17-22.