

**MONITORING HASIL FITOREMEDIASI LOGAM BERAT BESI (Fe)
DAN MANGAN (Mn) MENGGUNAKAN TANAMAN PURUN TIKUS
(*Eleocharis dulcis*) DI KPL AL 02 PT BUKIT ASAM TANJUNG ENIM**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh :

FEBI AYU DAMAYANTI

08031282126065

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

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**MONITORING HASIL FITOREMEDIASI LOGAM BERAT BESI (Fe)
DAN MANGAN (Mn) MENGGUNAKAN TANAMAN PURUN TIKUS
(*Eleocharis dulcis*) DI KPL AL 02 PT BUKIT ASAM TANJUNG ENIM**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Bidang Studi Kimia Fakultas MIPA

Disusun oleh:

FEBI AYU DAMAYANTI

NIM 08031282126065

Indralaya, 21 Mei 2025

Menyetujui,

Pembimbing



Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani M. Si

NIP. 196808271994022001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S.Si., M. Si., Ph.D.

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis Ilmiah berupa skripsi Febi Ayu Damayanti (08031282126065) dengan judul “Monitoring Hasil Fitoremediasi Logam Berat Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Menggunakan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tanjung Enim” telah disidangkan dihadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Mei 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 21 Mei 2025

Pembimbing

1. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si.**
NIP. 196808271994022001

()

Penguji

1. **Dr. Suheryanto, M. Si.**
NIP. 196006251989031006
2. **Dr. Heni Yohandini, M. Si.**
NIP. 197011152000122004

()

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S.Si., M. Si., Ph.D.
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M. Si.
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Febi Ayu Damayanti

NIM : 08031282126065

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan srata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan 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.



HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Febi Ayu Damayanti

NIM : 08031282126065

Fakultas/ Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Monitoring Hasil Fitoremediasi Logam Berat Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Menggunakan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tanjung Enim”. Dengan hak bebas royalty non-ekslusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan 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, 21 Mei 2025



Febi Ayu Damayanti
NIM. 08031282126065

HALAMAN PERSEMBAHAN



“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya...”

(QS Al Baqarah: 286)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q S Al Insyirah: 5)

Rasulullah SAW bersabda: "Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama kesempitan, dan kesulitan bersama kemudahan,”

(HR Tirmidzi).

Skripsi ini saya persembahkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, Nabi Muhammad SAW, Alm Bapak, Ibu, Adik, Keluarga Besar, Dosen, Sahabat dan Almamater kebanggaan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas limpahan nikmat, rahmat dan pertolongan dari-Nyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul: “Fitoremediasi Logam Berat Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Menggunakan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tanjung Enim, Sumatera Selatan”. Penyusunan skripsi dibuat sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana sains Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, baik dari segi penyajian, analisis, maupun pembahasan. Hal ini tentu tidak lepas dari keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Namun, dengan penuh kesungguhan dan upaya maksimal, penulis telah berusaha menyajikan penelitian ini sebaik mungkin. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan guna perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan untuk mampu menyelesaikan skripsi ini sampai akhir dan rasa syukur dipanjatkan atas seluruh karunia-Nya
2. Ibuku Tercinta (Erna Yuliyanti) yang selalu berjuang dan berkorban serta tak pernah lepas mendoakan penulis hingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Tiada kata yang mampu menggambarkan betapa besar peran Ibu dalam setiap pencapaian ini. Beribu terima kasih penulis ucapkan, tanpa dukungan Ibu penulis tidak akan pernah sampai ditahap ini.
3. Cinta Pertamaku (Alm Gunawan) yang telah menjadi alasan dan motivasi terbesar penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi. Alhamdulillah kini penulis sudah berada di titik ini, menyelesaikan karya tulis sederhana ini sebagai perwujudan terakhir bapak sebelum pergi. Penulis harap Bapak tenang di surga dan bahagia melihat putri kecilnya dapat menyelesaikan masa perkuliahan.

4. Ketiga adikku (**Dika, Akhsan Dan Ikhsan**), Terima kasih atas tawa dan hiburan kalian kepada penulis di momen-momen tersulit sehingga penulis mampu berada dititik ini. Semoga kalian menjadi anak-anak sholeh dan bisa lebih baik dari penulis.
5. Bapak Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
8. Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, saran, masukan, serta dukungan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga ibu senantiasa diberikan kesehatan dan kemudahan dalam setiap urusan.
9. Bapak Dr. Suheryanto, M.Si dan Ibu Dr. Heni Yohandini, S.Si selaku dosen penguji seminar dan sidang penulis yang telah memberikan saran dan masukan yang terbaik hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
10. Kak Cossi dan Mba Novi selaku admin jurusan terima kasih atas segala bantuannya, terima kasih karena telah bersedia direpotkan penulis dalam segala hal.
11. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya (Wahyu Khoirudin) terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis, yang selalu menjadi penyemangat dalam suka maupun duka. Terima kasih selalu sabar menghadapi mood swing penulis, selalu menghibur, mendengarkan keluh kesah dikala sedih dan terima kasih telah mengingatkan penulis untuk sabar dan ikhlas dalam menerima segala hal.
12. Sahabat sejak Maba (Dinda Nurhaliza), terima kasih selalu menemani penulis di perantauan ini, terima kasih sudah mau direpotkan dalam segala hal dan terima kasih atas canda tawa selama ini. Semangat dan sukses selalu untuk kedepannya, walaupun jarak memisahkan jangan lupa selalu update kehidupan dimanapun nanti yaa.

13. Anggota Grup LULUS BREE (Dinda, Ajeng, Okta) terima kasih telah berbagi canda tawa, terima kasih untuk dukungan, nasehat dan semangat untuk selalu percaya semua pasti akan selesai di waktu yang tepat. Sukses selalu buat kita semua, berbahagia, dan jangan lupa selalu update kehidupan.
14. CECEPY PTBA gengs (Dia, Mayang, Suci, Sarah, Julia, Winda, Zesika) terima kasih atas semangat, bantuan dan dukungan kepada penulis selama ini, terima kasih atas canda tawa dan hiburan yang kalian berikan kepada penulis selama penelitian di PTBA, terima kasih telah memberikan pengalaman magang yang warbiasyaaa kepada penulis. Sukses selalu guys dimanapun kalian nantinya.
15. Tri Mulyanita Sarah, terima kasih atas bantuan selama penelitian di PTBA, bahkan rela hujan- hujanan membersamai penulis dalam membersihkan sampel penelitian, terima kasih untuk segalanya Sarah, semoga Allah membalas semua kebaikanmu.
16. Teman penelitianku Julia Ratna Sari Simbolon, terima kasih jul terima sudah mau jadi partner penelitian aku, terima kasih udah mau saling support, saling bantu, terima kasih udah mau belajar sama-sama.
17. Temanku (Rani, Riskia, Khairani, Nyiayu, Dila, Adelia, Husnul) terima kasih telah banyak membantu penulis selama di kelas, terima kasih atas dukungan dan semangatnya yang selalu kalian berikan kepada penulis.
18. Adik Asuhku (Anisa, Karin, Shabrina, Rani, Rhaisya, Hanny) terima kasih atas dukungan selama ini kepada Kakak, terima kasih sudah mewarnai perjalanan selama di kimia, maaf apabila belum bisa menjadi Kakak Asuh yang baik, tolong ambil baiknya buang buruknya. Semangat selalu kalian, selesaikan apa yang sudah kalian mulai. SEMANGAT.
19. Kabinet Bhaswaraya Satya, terima kasih telah memberikan pengalaman, ilmu dan relasi di HIMAKI. Bangga pernah menjadi salah satu bagian dari Kabinet Bhaswaraya Satya.
20. Teman-teman angkatan 2021 terima kasih atas kebersamaan, kerja sama, dan canda tawa yang telah mewarnai perjalanan selama masa perkuliahan. Semangat terus untuk mengejar dan mewujudkan mimpi-mimpi yang telah

dirancang sejak awal melangkah.

21. Keluarga Besar Ku TERCINTA (Bude Sri, Pakde Moh, Mas Aziz, Mba Olip, Mas Abi, Mba Lupi, Bude Nik, Pakde Rusek, Mba Ewik, Om Mugi, Wa Epon, Wa Juju, Wa Emah, Wa Ayah, Pipit, Dapa, Bi Ila, Rika). Dengan tulus dan penuh rasa syukur penulis ucapkan terima kasih atas perhatian, kasih sayang, doa dan dukungan yang tiada hentinya, terima kasih selalu menjadi support system dalam setiap langkah penulis hingga menulis berada di titik ini.
22. Terakhir, terim kasih untuk diri saya sendiri, Febi Ayu Damayanti. Terima kasih sudah bertahan sampai sejauh ini atas segala perjuangan, air mata, dan ketidakpastian di perjalanan panjang ini. Terima kasih telah menemukan kekuatan di tengah ketidakpastian ini. Berbangga lah kepada diri sendiri karena telah menjadi pahlawan dalam hidupmu. Apapun kurang dan lebihmu mari rayakan diri sendiri. Semangat membahagiakan orang – orang terkasihmu Febi.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih, atas perhatian dari berbagai pihak yang mendukung penulisan skripsi ini dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Indralaya,

Penulis

Febi Ayu Damayanti

SUMMARY

MONITORING THE RESULTS OF PHYTOREMEDIATION OF HEAVY METALS IRON (Fe) AND MANGANESE (Mn) USING PURUN TIKUS PLANT (*Eleocharis dulcis*) IN KPL AL 02 PT BUKIT ASAM TANJUNG ENIM

Febi Ayu Damayanti: Supervised by Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University
xviii+ 73 pages, 14 tables, 3 figures, 11 attachments

The open pit mining system carried out by PT Bukit Asam Tbk causes the formation of acid mine drainage (AAT). Acid mine drainage contains heavy metals Fe and Mn which can disrupt aquatic ecosystems. AAT processing carried out by PT Bukit Asam Tbk through the Sludge Settlement Pond (KPL). KPL AL 02 is one of the KPLs that processes AAT using the phytoremediation method using purun tikus plants (*Eleocharis dulcis*) which takes place in compartment 5, compartment 6 and the outlet pond. The focus of this study was to monitor the results of phytoremediation in KPL AL 02 on AAT samples, sediment, and purun tikus plants in three sampling periods. AAT and sediment samples were taken at four points including the inlet pond, compartment 5, compartment 6 and the outlet pond. Purun tikus plant samples were taken in compartment 5, compartment 6, and the outlet pond. Parameters measured in AAT include pH, TSS, and concentrations of Fe and Mn metals, while sediment and purun tikus plants were measured for concentrations of Fe and Mn metals. The results of the study in the first week, second week and third week showed that the pH value ranged from 4.77-7.06 while the TSS value was 21.5-7910.5 mg/L. The concentration of Fe metal in AAT measured was 0.10-12.44 mg/L and Mn metal was 1.26-4.18 mg/L. The concentration of Fe metal in the sediment was 49.96-266.32 mg/kg and Mn was 1.26-27.63 mg/kg. The accumulation of heavy metal Fe in purun tikus plants was higher in the roots ranging from 170.18-462.01 ppm compared to the stems which had a concentration of 2.95-13.85 ppm. Mn metal tended to accumulate higher in the stems with a concentration of 3.81-54.07 ppm compared to the roots which had a concentration of 5.13-33.86 ppm. Purun tikus plants in accumulating Fe and Mn metals use phytostabilization mechanisms with BCF values >1 and TF <1. Purun tikus plants play an important role in supporting the success of AAT processing through their ability to accumulate heavy metals, although monitoring results show a tendency to fluctuate due to uncontrollable environmental conditions, such as rainfall, temperature, and metal availability.

Keywords: Acid mine drainage, Phytoremediation, Rat Purun

Citation : 84 (1889-2024)

RINGKASAN

MONITORING HASIL FITOREMEDIASI LOGAM BERAT BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) MENGGUNAKAN TANAMAN PURUN TIKUS (*Eleocharis dulcis*) DI KPL AL 02 PT BUKIT ASAM TANJUNG ENIM

Febi Ayu Damayanti: Dibimbing oleh Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani M. Si
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Sriwijaya

xviii+ 73 halaman, 3 gambar, 14 tabel, 11 lampiran

Sistem penambangan terbuka (*open pit mining*) yang dilakukan oleh PT Bukit Asam Tbk menyebabkan terbentuknya air asam tambang (AAT). Air asam tambang mengandung logam berat Fe dan Mn yang dapat mengganggu ekosistem perairan. Pengolahan AAT yang dilakukan oleh PT Bukit Asam Tbk melalui Kolam Pengendap Lumpur (KPL). KPL AL 02 salah satu KPL yang mengolah AAT dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) yang berlangsung di kompartemen 5, kompartemen 6 dan kolam *outlet*. Fokus penelitian ini melakukan monitoring hasil fitoremediasi di KPL AL 02 terhadap sampel AAT, sedimen, dan tanaman purun tikus dalam tiga periode pengambilan sampel. Sampel AAT dan sedimen diambil di empat titik antara lain kolam *inlet*, kompartemen 5, kompartemen 6 dan kolam *outlet*. Sampel tanaman purun tikus diambil di kompartemen 5, kompartemen 6, dan kolam *outlet*. Parameter yang diukur pada AAT meliputi pH, TSS, dan konsentrasi logam Fe dan Mn sedangkan sedimen dan tanaman purun tikus diukur konsentrasi logam Fe dan Mn. Hasil penelitian pada minggu pertama, minggu kedua dan minggu ketiga menunjukkan nilai pH berkisar antara 4,77-7,06 sedangkan nilai TSS 21,5-7910,5 mg/L. Konsentrasi logam Fe pada AAT yang terukur sebesar 0,10-12,44 mg/L dan logam Mn sebesar 1,26-4,18 mg/L. Konsentrasi logam Fe pada sedimen sebesar 49,96-266,32 mg/kg dan Mn sebesar 1,26-27,63 mg/kg. Akumulasi logam berat Fe pada tanaman purun tikus lebih tinggi terdapat pada bagian akar berkisar 170,18-462,01 ppm dibandingkan pada batang yang memiliki konsentrasi 2,95-13,85 ppm. Pada logam Mn cenderung terakumulasi lebih tinggi pada batang dengan konsentrasi 3,81-54,07 ppm dibandingkan akar yang memiliki konsentrasi 5,13-33,86 ppm. Tanaman purun tikus dalam mengakumulasi logam Fe dan Mn menggunakan mekanisme fitostabilisasi dengan nilai $BCF > 1$ dan $TF < 1$. Tanaman purun tikus berperan penting dalam mendukung keberhasilan pengolahan AAT melalui kemampuannya dalam mengakumulasi logam berat, meskipun hasil monitoring menunjukkan kecenderungan fluktuatif akibat kondisi lingkungan yang tidak dapat dikendalikan, seperti curah hujan, suhu, dan ketersediaan logam.

Kata Kunci : Air asam tambang, Fitoremediasi, Purun Tikus

Sitasi : 84 (1989-2024)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Air Asam Tambang.....	4
2.1.1 Pengolahan Air Limbah Asam Tambang.....	7
2.1.2 KPL AL 02.....	8
2.2 Logam Berat	9
2.3 Logam Besi (Fe)	10
2.4 Logam Mangan (Mn).....	11
2.5 Fitoremediasi	12
2.6 Faktor Biotranslokasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF)	14
2.7 Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>)	15
2.8 Spektrometri Serapan Atom.....	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan	19
3.3. Pengambilan Sampel.....	19
3.3.1 Pengambilan Sampel Air Asam Tambang	19
3.3.2 Pengambilan Sampel Sedimen.....	19
3.3.3 Pengambilan Sampel Tanaman Purun Tikus	19
3.4 Preparasi Sampel.....	20
3.4.1 Preparasi Air Asam Tambang	20
3.4.2 Preparasi Sedimen.....	20
3.4.3 Preparasi Sampel Tanaman Purun Tikus	21
3.5 Pembuatan Larutan	21
3.5.1 Pembuatan Larutan Baku Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) 100 mg/L.....	21
3.5.2 Pembuatan larutan baku logam 10 mg/L Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) 10 mg/L	21
3.5.3 Pembuatan Larutan Standar Fe dan Mn.....	21
3.5.4 Pembuatan Kurva Larutan Standar	22
3.6 Pengukuran pH	22
3.7 Analisis TSS (Total Suspensi Solid).....	22
3.8 Mekanisme Fitoremediasi Purun Tikus	22
3.8.1 Faktor Biokonsentrasi (BCF)	22
3.8.2 Faktor Translokasi.....	23
3.9 Analisis Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Analisis Air Asam Tambang.....	24
4.1.1 Derajat Keasaman (pH).....	24
4.1.2 Total Suspended Solid (TSS).....	26
4.1.3 Analisis Logam Berat Besi (Fe) pada Air Asam Tambang.....	27
4.1.4 Analisis Logam Berat Mangan (Mn) pada Air Asam Tambang.....	28

4.2 Analisis Logam Berat pada Sedimen.....	29
4.2.1 Kadar Logam Fe pada Sedimen	29
4.2.2 Kadar Logam Mn pada Sedimen	30
4.3 Analisis Kadar Logam Berat Pada Tanaman Purun tikus.....	30
4.4 Nilai BCF dan TF Purun Tikus di KPL AL 02 Air Laya	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Air Limpasan Stockpile	9
Gambar 2. Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>).....	15
Gambar 3. Peta Lokasi Pengambilan Sampel AAT , Tanaman PurunTikus dan Sedimen di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim.....	18

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Mineral Sulfida Yang Berpotensi Membentuk Air Asam Tambang.....	5
Tabel 2. Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Batubara	8
Tabel 3. Penambahan Kapur Tohor dan Tawas Periode Oktober - November 2024.....	9
Tabel 4. Efektivitas Fitoremediasi Air Asam Tambang pada Tanamana Hiperakumulator.....	13
Tabel 5. Hasil pengukuran pH dalam tiga periode pengambilan Sampel	24
Tabel 6. Hasil Pengujian <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	26
Tabel 7. Kadar Logam Fe pada Air Asam Tambang	27
Tabel 8. Kadar logam Mn pada Air Asam Tambang.....	28
Tabel 9. Kadar logam Fe pada Sedimen	29
Tabel 10. Kadar logam Mn pada Sedimen.....	30
Tabel 11. Kadar Logam Fe Pada Akar Dan Batang Purun Tikus Di KPL 02 Air Laya	32
Tabel 12. Kadar Logam Mn Pada Akar Dan Batang Purun Tikus Di KPL 02 Air Laya	32
Tabel 13. Nilai BCF pada Tanaman Purun Tikus	34
Tabel 14. Nilai TF pada Tanaman Purun Tikus	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alur Penelitian.....	46
Lampiran 2. Diagram Alur Prosedur Kerja.....	47
Lampiran. 3 Perhitungan TSS dan % RPD	53
Lampiran 4. Perhitunngan Larutan Standar Fe dan Mn	56
Lampiran 5. Kurva Kalibrasi Fe dan Mn	58
Lampiran 6. Data Hasil Pengukuran Absorbansi Kadar Logam Fe dan Mn	59
Lampiran 7. Perhitungan konsentrasi logam Fe dan Mn	60
Lampiran 8. Data Bobot Basah dan Bobot Kering Tanaman Purun Tikus dan Sedimen	64
Lampiran 9. Perhitungan BCF dan TF	65
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian.....	67
Lampiran 11. Hasil Uji pH,TSS dan Kadar Fe, Mn.....	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim menerapkan sistem penambangan terbuka (*open pit mining*) sehingga berdampak pada terbentuknya air asam tambang (Anshariah dkk, 2015). Air asam tambang merupakan limbah tambang yang terbentuk akibat limpasan air dari proses oksidasi mineral sulfida yang kemudian menghasilkan cairan mengandung asam sulfat serta menyebabkan peningkatan kadar logam berat seperti besi, mangan, aluminium, kadmium dan logam lainnya (Maulida dan Purwanti, 2023). Air asam tambang dengan pH rendah, konsentrasi Fe dan Mn tinggi dapat menyebabkan terganggunya ekosistem perairan (Jeffrey and McDonald, 2018). PT Bukit Asam Tbk melakukan pengolahan terhadap air asam tambang melalui Kolam Pengendap Lumpur (KPL). KPL berfungsi untuk mengendapkan lumpur atau material lain dan sebagai tempat pengontrol kualitas dari air yang akan dialirkan ke badan sungai terdekat hingga memenuhi standar baku mutu (Surahmad dkk, 2021). Standar baku mutu air limbah pada usaha penambangan batubara diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022 yang meliputi pH air limbah yang diperbolehkan adalah 6-9, batas maksimum *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 200 mg/L, kadar Fe 7 mg/L dan kadar Mn 4 mg/L.

KPL AL 02 merupakan salah satu kolam pengendap lumpur yang berada di wilayah pertambangan Air Laya. Pengolahan air asam tambang di KPL AL 02 meliputi pemberian kapur tohor (CaO) dan tawas. Pemantauan terhadap kualitas air di KPL AL 02 dilakukan melalui kegiatan swapantau secara rutin. Pemantauan melibatkan pengukuran terhadap pH, TSS, dan kadar logam Fe dan Mn yang di kolam *outlet* pada setiap minggu. Pengukuran tersebut bertujuan untuk memastikan air telah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan sebelum dialirkan ke badan sungai terdekat (PT Bukit Asam, 2024).

Fitoremediasi adalah teknik pengolahan limbah yang memanfaatkan tanaman untuk membersihkan, mendegradasi dan mengurangi polutan dalam lingkungan yang tercemar. Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) merupakan tanaman yang dimanfaatkan dalam fitoremediasi di KPL AL 02 dan salah satu jenis

tanaman yang banyak dimanfaatkan karena kemampuannya sebagai biofilter yang mampu menyerap polutan seperti logam berat Fe dan Mn yang baik. Purun tikus memiliki kemampuan bertahan terhadap kondisi lingkungan ekstrim seperti lingkungan dengan pH rendah, kadar Fe, Al, dan SO^{3-} yang tinggi hal ini dikarenakan dinding sel pada akar dan batangnya mengandung senyawa fenolat (Nafisah dan Annisa, 2019).

Penelitian Anggara (2023) telah membuktikan bahwa tanaman purun tikus mampu menaikkan pH dan menyerap logam berat Fe maupun Mn pada air asam tambang yang dilakukan pada bioreaktor. Penelitian Putri dkk (2023) menyimpulkan bahwa penyerapan kadar logam Fe pada bagian akar tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan bagian batang, hal ini dikarenakan akar berperan sebagai biofilter tanaman. Kemampuan tanaman dalam mengakumulasi logam berat dapat diprediksi dari nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) dan Faktor Translokasi (TF). BCF dikenal sebagai suatu nilai yang merepresentasikan daya serap tanaman terhadap logam dari lingkungan tercemar sedangkan TF merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan senyawa logam untuk dipindahkan dari akar tanaman ke bagian organ tanaman lainnya (Putri dkk, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, pada penelitian ini dilakukan monitoring hasil fitoremediasi oleh tanaman purun tikus di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tbk dalam mengurangi dampak dari air asam tambang dengan parameter pH, TSS, dan kadar logam Fe dan Mn dalam tiga periode pengambilan sampel dengan tujuan untuk mengidentifikasi tren perubahan yang terjadi pada air asam tambang akibat pengaruh fitoremediasi di KPL AL 02. Selain itu, untuk mengukur kemampuan purun tikus dalam mengakumulasi logam dari lingkungan ke dalam jaringan dilakukan perhitungan terhadap nilai BCF dan TF.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil pengukuran pH, TSS, dan kadar logam berat Fe, Mn pada air asam tambang dan sedimen di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim dalam tiga periode pengambilan sampel?
2. Bagaimana distribusi penyerapan logam berat Fe dan Mn pada tanaman purun tikus di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim?

3. Bagaimana nilai BCF dan TF fitoremediasi oleh tanaman purun tikus?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan nilai pH, TSS dan kadar logam Fe, Mn yang terkandung pada air asam tambang dan sedimen di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tbk dalam tiga periode pengambilan sampel.
2. Menentukan akumulasi logam besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang terserap pada akar dan batang tanaman purun tikus sebagai fitoremediasi air asam tambang di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim.
3. Menentukan nilai BCF dan TF dalam fitoremediasi tanaman purun tikus.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait keberhasilan teknik fitoremediasi oleh tanaman purun tikus dalam menurunkan konsentrasi logam besi (Fe) dan mangan (Mn) di KPL AL 02 PT Bukit Asam Tbk sehingga kualitas air sesuai dengan standar baku mutu lingkungan yang menjadikan air limbah pertambangan menjadi aman bagi kehidupan akuatik dan mendukung ekosistem perairan yang aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abfertiawan M.S. and Gautama R.S. Development of Catchment Area Approach in Management of Acid Mine Drainage. 2011. *International Mine Water Association Congress 2011*, September 9. Aachen. Germany.
- Adhani, R., Husaini. 2017. *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Akcil,A and Koldas,S. 2006. Acid Drainage(AMD): cause, treatment and case studies. *Journal of Cleaner Production*. 14: 1139-1145
- Alkautsar, M.D., Suryono, C. A. dan Pratikto, I. 2022. Korelasi antara Ukuran Butir Sedimen Non Pasir dengan Kandungan Bahan Organik di Perairan Morodemak, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Reseachrh*. 11 (3).391-398.
- Anggara, R.J. 2023. Pemanfaatan Tanaman Purun Tikus (*Elecharis Dulcis*) untuk Penetrulan Air Asam Tambang. *Skripsi. Teknik Lingkungan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar- Raniry*.
- Anshariah., Widodo, S. dan Nuhungn, R. 2015. Studi Pengelolaan Air Asam Tambang pada PT. Rimau Energy Mining Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Geomine*. 01. 46-53.
- Ariyani,D., Syam,R., Utami, U. B. I. dan Nirtha, R. I. 2014. Kajian Absorpsi Logam Fe Dan Mn Oleh Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Pada Air Asam Tambang Secara Fitoremediasi. *Studi dan Terapan Kimia*. 8(2): 87-93.
- Apriyani, N. 2018. Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*. 3(1): 21–29.
- Baudd, K, Korsta, J., Sharm, P. 2021. *Phytorestoration of Abandoned Mining and Oil Drilling Sites*. India : Candice Janco.
- Day, R. A and A.L. Underwood. 1989. *Analisis Kimia Kuantitatif. Terjemahan Pujaatmaka,A.H.* Jakarta : Erlangga.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air (Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan)*. Yogyakarta: Kanisius
- Effendi. 2017. Penyebaran Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta. *Kolokium Hasil Lapangan DIM*. 61: 1-17.
- Fajariyah,C. dan Mangkoediharjo,S. 2017. Kajian Literatur Pengolahan Lindi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah dengan Teknik Lahan Basah menggunakan Tumbuhan Air. *Jurnal Teknik ITS*. 6(2): 191-196.

- Fahad, S., KH. Masood, A., M. Akbar, A., and S. Hussain. 2014. The Effect of Micronutrients (B, Zn, and Fe) Foliar Application on the Growth, Flowering and Corm Production of Gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) in Calcareous Soils. *Journal of Agricultural Science and Technology (JAST)*. 16: 1671-1682.
- Febria, F.A., Fitri, W. E. dan Putra,A. 2023. *Bioremediasi Logam Berat Metode Pemulihan Perairan Tercemar*. Sumatera Barat: CV. Suluah Kato Khatulistiwa.
- Galuh, G. N. A., Baharuddin. dan Dewi, I. P. 2019. Analisis Sebaran *Total Suspended Solid* (TSS) menggunakan Citra Sentinel 2 Di Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kota Baru. *Jurnal Kelautan*. 3(1): 1-6.
- Febriani, L dan Ayuna, A. 2015, Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*. 7(1): 35-40.
- Handayanto, E., Nuraini,Y., Muddarisna, N., Syam, N. dan Fiqri,A. 2017. *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah*. Malang: UB Press.
- Hartanti, P.I., Alexander.T.S.H., dan Ruslan, W. 2014. Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Penurunan Logam Chromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 31-37.
- Hartini, Eko. 2012. Efektivitas cascade Aerator dan Bubble Aerator dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 8 (1) 44-53.
- Hidayat, L. 2017. Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang Batubara:(Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang (Acid Mining Drainage) di PT. Bhumi Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Administrasi dan Humaniora*. 7(1): 44-52.
- Herniawati. 2020. *Pengelolaan Limbah Air Asam Tambang (AAT) Acid Mine Drainage (AMD) Waste Management*, Praya: Forum Pemuda Aswaja.
- Herlina,L., Widianarko,B. And Sunoko, H. R. 2020. Phytoremediation Potential Of Cordyline Fruticosa For Lead Contaminated Soil. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*. 9(1): 42-49.
- Irhamni., 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
- Jeffrey,S.F.P. and Mc Donald,L.M. 2018. Acid Mine Drainage Formation Control and Treatment Approaches and Strategies. *The Extractive Industries and Society*,1-19.

- Juhriah dan Mir, A. 2016. Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) pada Tanah dengan Tumbuhan *Celosia plumose* (Voss) Burv. *Jurnal Bilogi Makassar (BIOMA)*. 1 (1): 1-8.
- Juswardi., Mukti. W., Junaidi, N., dan Wardana, S. T. 2022. Peran Antioksidan Asam Organik Pada *Eleocharis dulcis*(Burm.F.) Trin. Ex Hesch. Sebagai Respons Terhadap Cekaman Logam Pada Fitoremediasi Air Asam Tambang Batubara. *Jurnal Ilmiah Biologi*. 3(1): 1-8.
- Kafeni, K.k., Msagati,T. A.M., Mamba, B.B, 2017. Acid mine drainage: Prevention, treatment options, and resource recovery: A review. *Journal of Cleaner Production*. 151. 475-493
- Karyati, N., Rahman, M. dan Yasmi, Z. 2019. Efektivitas Beberapa Gulma Air Terhadap Penurunan Kadar Logam Berat pada Air Bekas Galian Pasca Tambang Batubara (VOID). *Aquatic*. 1 (1): 23-32.
- Khasanah, F. U. 2017. Pengaruh Penambahan Klorin Dan Mangan Dioksida Terhadap Penurunan Logam Mangan Dalam Air Sumur (Kasus Di Takalar). *Skripsi.Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik: Universitas Bosowa*.
- Kiswanto, Susanto, H., Sudarno. 2018. Karakteristik Air Asam Batubara DI Kolam Bekas Tambang Batubara PT. Bukit Asam (PTBA), *Seminar dan Konfrensi Nasional IDEC*.
- Kiswanto., Susanto, H. dan Sudarno. 2020. Karakteristik Air Asam Batubara Di Kolam Bekas Tambang Batubara PT. Bukit Asam (PTBA). *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kusdarini, E. Atawolo. Y. E. Putri, F. A. R. 2024. Aplikasi Persamaan Regresi Linear untuk Memprediksi Kebutuhan Kapur Tohor dan Biaya Netralisasi Air Asam Tambang. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*. 8(2): 134-145.
- Mangalik, G.C. A., Asnawi, S. dan Sofarini,D. Analisis Logam Berat Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu) Pada Perairan Sungai Negara, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan. *Aquatic*. 6(1): 1-25.
- Maulida, S. A dan Purwanti, I. P. 2023. Kajian Pengolahan Air Asam Tambang Industri Pertambangan Batu Bara dengan Constructed. *Jurnal Teknik ITS*. 12(1): 46-51.
- Marsandi,F. (2023, 1 Agustus) Purun, Rumput 'Harta Karun' Rawa Pedamaran Sumsel yang Diberdayakan Jadi Anyaman"Purun, Rumput 'Harta Karun' Rawa Pedamaran Sumsel yang Diberdayakan Jadi Anyaman" Di akses pada 08 Agustus 2024,<https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-6851759/purun-rumput-harta-karun-rawa-pedamaran-sumsel-yang-diberdayakan-jadi-anyaman>.

- Misno, S. A. dan Purwanti, I. P. 2023. Kajian Pengolahan Air Asam Tambang Industri Pertambangan Batu bara dengan Constructed. *Jurnal Teknik ITS*. 12(1): 46-51
- Mitra, S., Chakraborty, A. J., Tareq, A. M., Emran, T. B., Khusro, A., Idris, A. M. Khandaker, M. U., Alhur, F. A. Gandara. 2022. Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity. *Journal of King Saud University– Science*. 34. .
- Munawar, A. 2017. *Pengelolaan Air Asam Tambang: Prinsip-prinsip dan Penerapannya*. Bengkulu: UNIB PRESS.
- Nafisah, K dan Annisa, W. 2019. Peran Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) sebagai Penyerap dan Penetral Fe di Lahan Rawa Pasang Surut. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 13(1): 53-59.
- Napitulu, L. S dan Ipung, F. P. 2022. Kajian Fitostabilisasi Limbah Hasil Tambang Tembaga (Tailing) *Jurnal Teknik ITS*. 11(3): 99-103.
- Nursanto, E. Nurkhamin. Paradise, M. 2021. Adsorption of Iron (Fe) Heavy Metal in Acid Mine Drainage from Coal Mining. *RSF Conference Series: Engineering and Technology*. 1(1): 500-509.
- Nurcholis, M., Wijaya, M., & Ratminah, W. D. 2018. Application of biostimulant and CaO to remediate acid mine drainage on the coal mining land in Lampung Sumatra Island. *J. Degrad. Min. Land Manage* 5: 1347-1354.
- Nasir, M. 2019. *Spektrometri Serapan Atom*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Noor, M. 2004. *Lahan Rawa, Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Paulina, M dan Faradika, M. 2024. Fitoremediasi Dengan Berbagai Jenis Tumbuhan : Review. *Journal Of Global Forest And Environmental Science*. 4 (1): 127-138.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022 tentang Pengolahan Air Limbah Bagi Usaha dan Atau Kegiatan Pertambangan dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan.
- Perkin- Elmer. 1996. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy*. United States of America: The Perkin-Elmer Corporation.
- Prihatin, N. S dan Iman, M. S. 2015. Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Sistem Lahan Basah Buatan: Penyisihan Mangan (Mn). *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*. 1(1): 16-21.
- PT Bukit Asam Tbk. 2024. Informasi Kolam Pengendap Lumpur (KPL) AL 02. Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

- Putri, R.W., Juswardi., dan Sri, P.E. 2021. Akumulasi Logam Berat Terserap dalam Mendong (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang di Wetland PIT 07 Banko Barat. *Prosiding SEMNAS BIO 2021*. 01: 29-36.
- Putri, R. W. P., Hariani, P. I. dan Arifin, Z. 2023. Biokonsentrasi Faktor (BCF) dan Faktor Translokasi (TF) Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*. 5(1): 76-82.
- Rahmalia., Handayani, H.E. Dan Iskandar, H. 2020. Penetrulan Air Asam Tambang Menggunakan Tumbuhan Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*). *Jurnal Pertambangan*. 4(2): 67- 73.
- Robi., Aritonang, A.B., Sofiana, M. S. J. 2021. Kandungan Logam Berat Pb, Cd dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Samudera Indah Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 4(1): 20-28.
- Rofiqoh, A. N dan Titah, H. S. 2024. Penurunan Kandungan BOD, COD, TSS, dan Warna pada Limbah Cair Industri Batik Menggunakan *Cyperus papyrus* dan *Eleocharis dulcis* dengan Sistem Reed Bed. *Jurnal Teknik ITS*. 13(2): 77- 81.
- Rumhayati,B. 2019. *Sedimen Perairan (Kajian Kimiawi, Analisis, dan Peran)*. Malang: UB Press.
- Santana, I. K. Y.T., Julyantoro, P. G. S. dan Wijayanti, N. P. P. 2018. Akumulasi Logam Berat Seng (Zn) pada Akar dan Daun Lamun *Enhalus acoroides* di Perairan Pantai Sanur, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*. 1(1): 47-56.
- Said. N. I. 2005. Metoda Penghilangan Zat Besi Dan Mangan Di Dalam Penyediaan Air Minum Domestik. *JAI*. 1(3): 239-250.
- Sanubari, M. O., Agung, S., dan Mieke, M. 2016. Potensi *Acrostichum aureum* L. (Pteridacea) Sebagai Bioakumulator Logam Berat Mangan (Mn) dan Tembaga (Cu). *Bioma*. 12(2): 1-5.
- Serang, L.K.O., Eko, H., dan Ridesty, R. 2018. Fitoremediasi Air Tercemar Logam Kromium dengan Menggunakan *Pistia stratiotes* serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Kangkung *Hipomea reptans*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5(1):739-746.
- Setyawati, D. A., Nuzula, N. I., Jayanthi, O. W., Kartika, A. G. D. dan Rahayu, E. P. 2023. Pola Persebaran Vertikal dan Horizontal Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Padelega, Pemekasan. *Buletin Oseanografi Mariana*. 12(2): 213-222.
- SNI 6989.84-2019.Cara Uji Kadar Logam Terlarut dan Logam Total Secara Spektrometri Serapan Atom(SSA). Badan Standarisasi Nasional.

- SNI 8910: 2021. Cara Uji Kadar Logam dalam Contoh Uji Limbah Padat, Sedimen, dan tanah dengan Metode Destruksi Asam menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA) atau (ICP). Badan Standarisasi Nasional .
- SNI 6989.11- 2019. Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji Derajat Keasaman (pH) Dengan pH Meter. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 6989.3- 2019. Cara padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara Gravimetric. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 8995: 2021. Metode Pengambilan Contoh Uji Air untuk Pengujian Fisika Dan Kimia. Badan Standarisasi Nasional.
- Steenis, S.C.G.G.J. 2003. *Flora*. Jakarta: Pradnya Paramitha
- Suharjo, M. H., Ernawati, R., Nurkhamin. 2022. Cekaman Logam Berat Cromium Terhadap Tanaman (Chromium Heavy Metal Stress on Plants). *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*. 10 (1): 8-16.
- Sukono, G. A, B., Hikmawan, F. R., Sastriawan, D. 2020. Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*. 2 (2): 40-47.
- Sulistiyarto, B. 2017. Akumulasi Logam Besi (Fe) pada Tumbuhan Air di Sungai Sebangau, Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*. 6(2): 1-5.
- Surahmad, R. C., Adnyano, A.A.I.A., dan Purnomo,H. 2021. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVI Tahun 2021*.1(1): 226-236.
- Takarina,N. D. and Giok Pin, T. 2017. Bioconcentration Factor (BCF) and Translocation Factor (TF) of Heavy Metals in Mangrove Trees of Blanakan Fish Farm. *Makara Journal of Science*. 2(21): 77-81.
- Triovani, B. 2021. Penghambatan Oksidasi Pirit Oleh Bahan Organik Pada Berbagai Kondisi Air Tanah. *Skripsi*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Tuheteru F.D., Arif, A., Widiastuti, E., Rahmawati, N. 2017. Serapan Logam Berat oleh Fungi Mikoriza Arbuskula Lokal pada *Nauclea orientalis* L. dan Potensial untuk Fitoremediasi Tanah Serpentine. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 11(1): 55-67.
- United States Environtal Protection Agency (US EPA). 2017. *Supplemental Guidance for developing soil screening levels for superfund sites*.Office of Solid Wasre and Emergency Response, Washington, D.C.
- Wang, L., Ji, B., Hu, Y., Liu, R., and Sun, W. 2017. A review on in situ phytoremediation of mine tailings. *Chemosphere*, 184, 594–600.

- Wati, S. 2022. Fitoremediasi Logam Berat Besi (Fe) Menggunakan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Pada Air Lindi. Skripsi. *Jurusan Ilmu Teknik Lingkungan. Fakultas Sains Dan Teknologi. UIN AR-RANIRY. Banda Aceh.*
- Wibowo, Y. G., Fadhilah, R., Syarifuddin, H. Maryani, A. T. and Putri, I. A. 2021. A Critical Review of Acid Mine Drainage Treatment. *Jurnal Presipitasi*. 18(3): 524-535.
- Wulan, S. N. Tri, A. dan Melani, W. R. 2020. Studi Fitoremediasi Serapan Besi (Fe) dari Kolam Bekas Tambang Bauksit Menggunakan Purun (*Eleocharis sp.*). *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*. 27(2): 67-78.
- Yoon J., Cao X., Zhou Q., Ma LQ., 2006. Accumulation of Pb, Cu and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. *Sci Total Environ*. 2(368): 456-464.
- Yustika, F., Asrifah, D. R. dan Santono, D. H. Fitoremediasi Logam Berat Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Limbah Pengolahan Tambang Emas Rakyat di Desa Pancurendang dengan Genjer (*Limnocharis flava*). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan ke- IV. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknologi Material. UPN Veteran Yogyakarta.*