

**FITOREMEDIASI LOGAM ALUMINIUM (Al) DAN ARSEN (As)  
MENGUNAKAN PURUN DANAU (*Lepironia articulata* Retz. Domin.)  
SEBAGAI ADSORBEN PADA AIR ASAM TAMBANG BATUBARA**

**SKRIPSI**

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

**OLEH  
MEUTHEA NAJLAA R  
08041381924086**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) dan Arsen (As)  
Menggunakan Purun Danau (*Lepironia articulata* Retz.  
*Domin.*) Sebagai Adsorben Pada Air Asam Tambang  
Batubara

Nama Mahasiswa : Meuthea Najlaa Raudhatunisya

NIM : 08041381924086

Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada Maret, 2023

Indralaya, Maret 2023

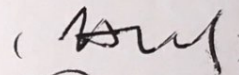
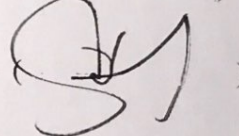
Pembimbing :

1. Prof. Dr Hilda Zulkifli M.Si., DEA

NIP.194801021978031001

2. Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, S.Si., M. Si

NIP.197711272005011003

(  )  
(  )

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Makalah Seminar : Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) dan Arsen (As) Menggunakan Purun Danau (*Lepironia articulata* Retz. *Domin.*) Sebagai Adsorben Pada Air Asam Tambang Batubara  
Nama Mahasiswa : Meuthea Najlaa Raudhatunisya  
NIM : 08041381924086  
Jurusan : Biologi

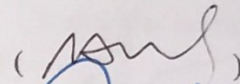
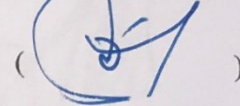
Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas Sidang Sarjana Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 16 Maret 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indralaya, Maret 2023

Pembimbing :

Prof. Dr Hilda Zulkifli, M.Si., DEA  
NIP.194801021978031001

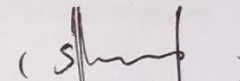
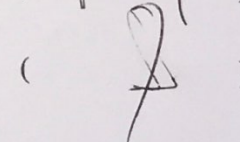
Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, S.Si., M. Si  
NIP.197711272005011003

(  )  
(  )

Pembahas :

Drs. Sarno, M.Si  
NIP. 196507151992031004

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

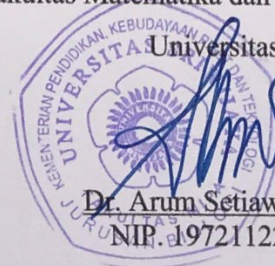
(  )  
(  )

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sriwijaya



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

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Meuthea Najlaa Raudhatunisya  
NIM : 08041381924086  
Fakultas / Jurusan : MIPA/ Biologi

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur-unsur penjiplakan ataupun plagiat pada skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Maret 2023

Penulis



Meuthea Najlaa Raudhatunisya  
NIM. 08041381924086

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Meuthea Najlaa Raudhatunisya  
NIM : 08041381924086  
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 yang berjudul:

“Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) dan Arsen (As) Menggunakan Purun Danau (*Lepironia articulata* Retz. *Domin.*) Sebagai Adsorben Pada Air Asam Tambang Batubara”

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

Demikian pernyataan saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, Maret 2022

Yang menyata

Meuthea Najla  
08041381924086



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**Ku Persembahkan Karya Ini Untuk :**

- **Bapak (Herman) dan Mama (Reni Rahmawati)**
- **Adik-Adikku (Marsheila Nashwa Rahmasabina dan M. Nadhim Rifatullah)**
- **Diri Sendiri**
- **Teman-Teman Seperjuangan ku**
- **Almamaterku**

**Motto :**

**“Jangan Mau di Kerdilkan Semangat dan Cita-Cita Atas Definisi Versi Orang Lain. Tentukan Sendiri Versi Kamu.” – Najwa Shihab**

**Maha Benar Allah**

**“Sebagaimana Tuhanmu Menyuruhmu Pergi dari Rumahmu dengan Kebenaran, Meskipun Sesungguhnya Sebagian dari Orang-Orang yang Beriman itu Tidak Menyukainya”**

**(QS. Al-Anfal Ayat 5)**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT. karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) dan Arsen (As) Menggunakan Purun Danau (*Lepironia articulata* Retz. *Domin.*) Sebagai Adsorben Pada Air Asam Tambang Batubara”** dengan tepat waktu. Dalam penulisan laporan ini, penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H Anis Saggaff, MSCE. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Hermansyah S.Si., M.Si. Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Program Studi Biologi
4. Ibu Prof. Dr. Hilda Zulkifli, M.Si., DEA dan bapak Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M. Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberkan pengarahan, saran, dan bimbingannya
5. Seluruh Staff dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Reni Rahmawati dan Bapak Herman M Soleh selaku orang tua yang selalu mendukung langkah anaknya di setiap saat.
7. Bapak Fira Hendri dan Ibu, Bapak Panca Nugraha, dan Mbak Ratih Widjaya yang sudah membantu serta memberikan motivasinya dari sebelum Kerja Praktek dimulai hingga penelitian ini selesai.
8. Bapak Agusman, Mbak Adhi, Kak Arif, Mba Syafira, Bu Waty beserta seluruh staff dan karyawan pembibitan yang telah membantu saya baik dalam bentuk semangat, doa, maupun motivasi agar saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman Kerja Praktek yaitu Tri Suci Ramadhanti (UNSRI), Umu Hulmah (UNSRI), Vira Herlina (UNSRI), Nabila Rahmadani Simbolon (UNSRI), Jeffry Prima Dika (UNSRI), Okta Widya (UNSRI), Setia Rini (UNSRI), Nuraini Sarma (UNSRI), Anton Wahyudi (UNSRI), Pratama

Tunggal Risky (UNSRI), Glad Narotama Simanullang (IPB), Rifiq Azzizul Hakim (IPB), Alya Nabila (ITB), Bibah Rahman (ITB), dan Manzil Muzaki Supyani (ITB) yang sudah senantiasa memberikan semangat dan saling membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

10. Sahabat terdekat Hanindita Alifiah Putri, Regina Mutiara Azzahra, Titus Trias Trapsila, Michelle Katlin Deal, Maulyda Paleka Azurina, Jihan Syafitri Salsabila, dan beserta teman-teman dari Jurusan Biologi angkatan 2019 yang sudah memberikan banyak informasi seputar Tugas Akhir dan saling membantu dalam menyelesaikan penelitian masing-masing.
11. Staff Karyawan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang, analis XRD Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Analis Laboratorium UPT Lab Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung,. Serta analisis XRF di Laboratorium Universitas Negeri Padang. yang telah bekerja sama dalam menganalisis limbah air asam tambang.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan dan dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan berguna untuk menunjang kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan mendatang, Aamiin Yaa Rabb.

Palembang, Maret 2023

Penulis,



Meuthea Najlaa Raudhatunisya  
NIM. 08041381924086



**PHYTOREMEDIATION OF ALUMINIUM (Al) AND ARSENIC (As)  
METALS USING PURUN DANAU (*Lepironia articulate* Retz. Domin.) AS  
ADSORBENT IN ACID DRAINAGE COAL MINING**

**Meuthea Najlaa Raudhatunisya  
NIM. 08041381924086**

**RESUME**

Coal mining in Indonesia is mainly done openly (*surface mining*). Coal mining that is carried out openly will release sulfuric acid and encourage the oxidation of sulfide minerals. This process will then produce waste in the form of acid mine drainage (AMD) and result in a high accumulation of heavy metals in soil and water. Acid mine drainage (AMD) has a low pH value and causes metals to easily dissolve in water such as Fe and Mn. If acid mine drainage (AMD) enters public waters, pollution occurs and can disrupt aquatic biota. In addition, it can affect the quality of groundwater and surface water. AMD control can be done by utilizing plants as hyperaccumulators with the phytoremediation method. In this study, the phytoremediation method was used using plants as indicators. Using plants as indicators apart from being easy to apply, the plants used are also widely found in nature.

The data analysis used in this study is descriptive and qualitative and presented in the form of tables and graphs. In the delignification process, the SEM test was used to determine plant morphology. XRD to determine the crystal structure of cellulose and find the out *Crystallinity Index* (Crl) purun danau before and after the delignification process, XRF to determine the composition of metal content in purun danau.

After conducting research for 20 days, the results obtained were that *Lepironia articulata* was effectively used as a bioremediation/bioadsorbent agent. The highest Al metal in *Lepironia articulata* was found in root tissue with an initial concentration of 93.34 mg/g to 496.5 mg/g in purun danau using organic fertilizer and 891.1 mg/g in purun danau not using organic fertilizer. The measurement results stated that the metal content of Al was more dominant than metal As in the Purun Danau composite

After conducting research on Phytoremediation of Aluminum Metal (Al) and Arsenic (As) Using Purun Danau (*Lepironia articulata* Retz. Domin.) as an adsorbent in Coal Mine Acid Water which was carried out for 20 days of research, the researchers hope that a longer time variation can be carried out to maximize the remediation process. In addition, it is hoped that further mechanism analysis of the absorption of Al and As metals in *Lepironia articulata*.

**Keywords** : Acid Mining Drainage, Phytoremediation, *Lepironia articulate* Retz. Domin., Aluminum, Arsenic, Fertilizer, SEM, XRD, and XRF.

**FITOREMEDIASI LOGAM ALUMINIUM (Al) DAN ARSEN (As)  
MENGUNAKAN PURUN DANAU (*Lepironia articulata* Retz. Domin.)  
SEBAGAI ADSORBEN PADA AIR ASAM TAMBANG BATUBARA**

**Meuthea Najlaa Raudhatunisya  
NIM. 08041381924086**

**RINGKASAN**

Pertambangan batubara di Indonesia banyak dilakukan secara terbuka (*surface mining*). Penambangan batubara yang dilakukan secara terbuka akan melepaskan asam sulfat dan mendorong terjadinya oksidasi mineral sulfida. Proses ini selanjutnya akan menghasilkan limbah berupa air asam tambang (AAT) dan mengakibatkan tingginya akumulasi logam berat pada tanah dan air. Air asam tambang (AAT) memiliki nilai pH yang rendah dan menyebabkan logam-logam mudah terlarut dalam air seperti Fe dan Mn. Apabila air asam tambang (AAT) masuk ke perairan umum, maka terjadi pencemaran dan dapat mengganggu biota perairan. Selain itu, dapat memengaruhi kualitas air tanah dan air permukaan. Pengendalian AAT dapat dilakukan dengan memanfaatkan tumbuhan sebagai hiperakumulator dengan metoda fitoremediasi. Dalam penelitian ini, digunakan metode fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan sebagai indikator. Penggunaan tumbuhan sebagai indikator selain mudah untuk diaplikasikan, tumbuhan yang digunakan juga banyak terdapat di alam.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Dalam proses delignifikasi digunakan uji SEM untuk mengetahui morfologi tumbuhan. XRD untuk mengetahui struktur kristal selulosa dan mengetahui *Crystallinity Index* (CrI) purun danau sebelum dan sesudah proses delignifikasi, XRF untuk mengetahui komposisi kadar logam dalam purun danau.

Setelah dilaksanakan penelitian selama 20 hari, didapatkan hasil bahwa *Lepironia articulata* efektif digunakan sebagai agen bioremediator/bioadsorben. Logam Al tertinggi dalam *Lepironia articulata* terdapat pada jaringan akar dengan konsentrasi awal yakni 93,34 mg/g menjadi 496,5 mg/g pada purun danau yang menggunakan pupuk organik dan 891,1 mg/g pada purun danau yang tidak menggunakan pupuk organik. Hasil pengukuran menyatakan bahwa kadar logam Al lebih dominan dibandingkan logam As pada komposit purun danau.

Setelah melakukan penelitian Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) dan Arsen (As) Menggunakan Purun Danau (*Lepironia articulata* Retz. Domin.) sebagai Adsorben pada Air Asam Tambang Batubara yang dilakukan selama 20 hari penelitian, peneliti berharap dapat dilakukan variasi waktu yang lebih lama untuk memaksimalkan proses remediasi. Selain itu, diharapkan analisa mekanisme lebih lanjut pada penyerapan logam Al dan As pada *Lepironia articulata*.

**Kata Kunci** : Air Asam Tambang, Fitoremediasi, *Lepironia articulata* Retz. Domin., Aluminium, Arsen, Pupuk, SEM, XRD, dan XRF.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>ix</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Purun Danau ( <i>Lepironia articulata</i> Retz. Domin.) .....	4
2.2. Serat Alami .....	5
2.3. Adsorpsi .....	6
2.4. Pengertian, Proses, dan Keuntungan Fitoremediasi .....	7
2.4.1. Pengertian Fitoremediasi .....	7
2.4.2. Proses Fitoremediasi .....	8
2.5. Sumber dan Proses Terjadinya Air Asam Tambang .....	9

2.6.	Karakterisasi Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM), <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD), dan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	10
2.6.1.	<i>Scanning Electron Microscopics</i> (SEM) .....	10
2.6.2.	<i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	10
2.6.3.	<i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	10
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian .....	13
3.2.1.	Alat .....	13
3.2.2.	Bahan .....	13
3.3.	Ruang Lingkup Penelitian .....	13
3.3.1.	Rancangan Penelitian .....	13
3.3.2.	Variabel Penelitian .....	13
3.4.	Cara Kerja .....	14
3.4.1.	Pengambilan Sampel Tumbuhan .....	14
3.4.2.	Aklimatisasi Tumbuhan Purun Danau ( <i>Lepironia articulata</i> Retz. Domin.) .....	14
3.4.3.	Pengambilan Tanah dan Air Asam Tambang (AAT) .....	14
3.4.4.	Uji Fitoremediasi Purun Danau ( <i>Lepironia articulata</i> Retz. Domin.) .....	15
3.4.5.	Parameter Air Asam Tambang .....	17
3.4.6.	Pengambilan Akar dan Tajuk Purun Danau ( <i>Lepironia articulata</i> Retz. Domin.) .....	17
3.4.7.	Preparasi Akar dan Tajuk Purun Danau ( <i>Lepironia articulata</i> Retz. Domin.) .....	18
3.4.8.	Karakterisasi Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM), <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD), dan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) ...	18
3.5.	Analisis Data .....	19

<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1. Karakterisasi Uji Komposisi Purun Danau ( <i>Lepironia articulata</i> Retz. Domin) .....	21
4.1.1. <i>Scanning Electron Microscopics</i> (SEM) .....	21
4.1.2. <i>X- Ray Diffraction</i> (XRD) .....	22
4.1.3. <i>X- Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	24
4.2. Karakteristik Limbah Air Asam Tambang <i>Mine Sump Banko</i> Barat PIT 1 Utara .....	25
4.3. Pengaruh Logam Berat Aluminium (Al) dan Arsen (As) Terhadap Tumbuhan Purun Danau ( <i>Lepironia articulata</i> Retz. Domin) .....	28
4.4. Efisiensi Penurunan Logam Berat Aluminium (Al) dan Arsen (As) Oleh Tumbuhan Purun Danau ( <i>Lepironia articulata</i> Retz. Domin) .....	31
4.4.1. Efisiensi Penurunan Logam Berat Aluminium (Al) Pada Tumbuhan <i>Lepironia articulata</i> .....	31
4.4.2. Efisiensi Penurunan Logam Berat Arsen (As) Pada Tumbuhan <i>Lepironia articulata</i> .....	33
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>36</b>
5.1. Kesimpulan .....	36
5.2. Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Purun Danau .....	4
Gambar 3.1. Peta lokasi pengambilan sampel purun danau ( <i>Lepironia articulata</i> Retz.Domin.) .....	12
Gambar 3.2. Peta lokasi pengambilan tanah dan air asam tambang (AAT) ...	13
Gambar 3.3. Desain kolam Percobaan secara <i>pasif treatment</i> .....	16
Gambar 4.1. SEM Images .....	22
Gambar 4.2. X-Ray Diffraction (XRD) dari purun danau .....	24
Gambar 4.3. Hubungan antara pH dan Lama Fitoremediasi.....	28
Gambar 4.4. Efisiensi Penurunan Logam Berat Aluminium (Al) .....	32
Gambar 4.5. Efisiensi Penurunan Logam Berat Arsen (As) .....	33
Gambar 4.6. Model Reaksi Ion Arsenit dengan Enzim .....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
Tabel 3.1.	Berat Basah dan Berat Kering .....	16
Tabel 3.2.	Komposisi material lahan basah buatan pada pengelolaan air asam tambang <i>pasif treatment</i> .....	16
Tabel 3.3.	Pengambilan dan pengujian sampel .....	20
Tabel 4.1.	Komposisi kimia struktur purun danau dengan XRF .....	25
Tabel 4.2.	Karakteristik AAT <i>mine sump</i> Banko Barat PIT 1 Utara .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Gambar 1.1. Pengambilan Sampel Air Asam Tambang .....	42
Gambar 1.2. Pengambilan dan Pengukuran pH Tanah ( <i>Mine Sump</i> ) .....	42
Gambar 1.3. Pengukuran pH Air Asam Tambang .....	43
Gambar 1.4. Alat dan Bahan Penelitian .....	43
Gambar 1.5. Proses Aklimatisasi .....	44
Gambar 1.6. Proses Awal Fitoremediasi .....	45
Gambar 1.7. Kolam Percobaan Fitoremediasi .....	45
Gambar 1.8. Proses Setelah Fitoremediasi .....	45
Gambar 1.9. Sampel Tajuk <i>L. articulata</i> .....	46
Gambar 1.10 Sampel Akar <i>L. articulata</i> .....	46
Gambar 1.11. Proses Analisis Karakterisasi <i>L. articuata</i> .....	47
Gambar 1.12. Hasil Analisis Awal Karakterisasi SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ) .....	48
Tabel 2,1, Data Awal Penelitian .....	48
Tabel 2.2. Data Pedamaran OKI Sumatera Selatan .....	49
Tabel 2.3. Kenaikan pH Air Asam Tambang .....	49
Tabel 2.4. Pengukuran Analisa XRF Tanah .....	49
Tabel 2.5. Data XRF Awal Akar <i>L. articulata</i> .....	49
Tabel 2.6. Data XRF Akar <i>L. articulata</i> Organik Setelah 20 Hari .....	49
Tabel 2.7. Data XRF Akar <i>L. articulata</i> Non Organik Setelah 20 Hari ....	49
Tabel 2.8. Data Awal XRF Tajuk <i>L. articulata</i> .....	50
Tabel 2.9. Data XRF Tajuk Organik Setelah 20 Hari .....	50
Tabel 2.10. Data XRF Tajuk <i>L. articulata</i> Non Organik Setelah 20 Hari ...	50
Tabel 2.11. Data XRD Akar <i>L. articulata</i> Organik Setelah 20 Hari .....	50
Tabel 2.12. Data XRD Akar <i>L. articulata</i> Non Organik Setelah 20 Hari ....	50
Tabel 2.13. Data XRD Tajuk <i>L. articulata</i> Organik Setelah 20 Hari .....	51
Tabel 2.14. Data XRD Tajuk <i>L. articulata</i> Non Organik Setelah 20 Hari ...	51
Tabel 2.15. Efisiensi Penurunan Logam Berat Aluminium dan Arsen .....	51



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertambangan batubara di Indonesia banyak dilakukan secara terbuka (*surface mining*). Penambangan batubara yang dilakukan secara terbuka akan melepaskan asam sulfat dan mendorong terjadinya oksidasi mineral sulfida. Menurut Putri *et al.* (2020), permasalahan pada kegiatan tambang batubara secara terbuka adalah tereksposnya mineral-mineral yang bersifat reduktif. Contohnya seperti mineral bersulfur yang menyebar ke lingkungan dan dapat menyebabkan timbulnya air asam tambang secara terus menerus sehingga menyebabkan pH rendah, TDS tinggi, dan kandungan logam berat yang tinggi. Proses ini selanjutnya akan menghasilkan limbah berupa air asam tambang (AAT) dan mengakibatkan tingginya akumulasi logam berat pada tanah dan air.

Air asam tambang (AAT) menjadi permasalahan terbesar dari penambangan terbuka (*surface mining*). Air asam tambang merupakan air yang terbentuk akibat dari reaksi antara oksigen, batu-batuan, dan air yang mengandung sulfide. Oksidasi pirit ( $\text{FeS}_2$ ) akan membentuk ion ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), sulfat, dan beberapa proton yang membentuk asam. Air asam tambang (AAT) memiliki nilai pH yang rendah dan menyebabkan logam-logam mudah terlarut dalam air seperti Fe dan Mn. Apabila air asam tambang (AAT) masuk ke perairan umum, maka terjadi pencemaran dan dapat mengganggu biota perairan. Selain itu, dapat memengaruhi kualitas air tanah dan air permukaan (Putri *at al.*, 2020).

Pengendalian AAT dapat dilakukan dengan memanfaatkan tumbuhan sebagai hiperakumulator dengan metoda fitoremediasi (Mardalena, 2018). Menurut Cahyanto *et al.* (2018), fitoremediasi merupakan teknologi pengendalian air asam tambang yang memanfaatkan tumbuhan terpilih di alam, sederhana, pelaksanaannya mudah, serta biayanya rendah. Namun, tidak semua tumbuhan dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi karena tumbuhan tersebut harus memiliki toleran yang tinggi terhadap logam, memiliki sistem perakaran yang tahan terhadap polutan, dan memiliki biomassa yang besar (Putri *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian jenis tumbuhan air yang berpotensi sebagai hiperakumulator pada air asam tambang karena mampu menyerap kontaminan adalah *Eichornia sp*, *Lepironia sp* (Henny *et al.*, 2010), *Typha angustifolia* dan *Fungi mikoriza arbuskular* (Habibullah *et al.*, 2021), *Elchhornia crassipes*, *Salvinia molesta* dan *Typha latifolia* (Krisdianto *et al.*, 2006; Irhamni *et al.*, 2018), *Cyperus odoratus*, *Hydrilia verticillata*, *Ipomea aquatic*, dan *Pistia strarariotes* (Hernawati *et al.*, 2013), *Eleocharis dulcis* (Belamin *et al.*, 2013; Irawan *et al.*, 2014; Ariyani *et al.*, 2014; Arisandy *et al.*, 2018; Rahmalia *et al.*, 2020).

Tumbuhan Purun Danau (*Lepironia articulata* Retz. Domin.) termasuk kelompok hasil non kayu yang memiliki nilai ekonomis dan merupakan salah satu penghasil bagi masyarakat dapat digunakan sebagai bahan baku industri kerajinan anyaman. Rahmahdini *et al.* (2019) menyatakan bahwa tumbuhan purun danau sudah lama dikenal di Kalimantan dan Sumatera dan tumbuh pada daerah rawa. Selain itu, tumbuhan purun danau juga merupakan salah satu jenis tumbuhan yang hipertoleransi, sehingga dapat dimanfaatkan dalam mengurangi kandungan logam berat. Serat yang terdapat pada purun danau merupakan serat alami yang berasal dari tumbuhan hiperkomulator yang dapat dimanfaatkan untuk peningkatan kualitas air.

Dalam penelitian ini, digunakan metode fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan sebagai indikator. Penggunaan tumbuhan sebagai indikator selain mudah untuk diaplikasikan, tumbuhan yang digunakan juga banyak terdapat di alam. Serat pada purun danau (*Lepironia articulata* Retz. Domin.) memiliki selulosa sehingga struktur pada purun danau sangat kompleks. Irawan *et al.* (2014) menyatakan bahwa dengan adanya selulosa yang membuat struktur purun menjadi kompleks, maka diperlukan proses delignifikasi untuk menghilangkan lignin pada purun. Proses delignifikasi ini bertujuan untuk memecah struktur lignin, memecah kristal selulosa, meningkatkan porositas bahan pemecah hemiselulosa, dan depolimerisasi hemiselulosa. Dalam proses delignifikasi, digunakan uji SEM untuk mengetahui struktur morfologi dari purun dan analisa XRD untuk mengetahui struktur kristal selulosa serta mengetahui *Crystallinity Index* (CrI) purun danau sebelum dan sesudah proses delignifikasi.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

Limbah yang mengandung logam berat seperti Aluminium (Al) dan arsenik (As) dari hasil kegiatan operasional tambang batubara dapat berdampak negatif bagi lingkungan. Maka dari itu, diperlukan pengolahan logam berat menggunakan purun danau (*Lepironia articulata* Retz. Domin.) yang direkomendasikan dari berbagai riset sebagai agen fitoremediasi. Sehubungan dengan itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melihat seberapa jauh kemampuan purun danau (*Lepironia articulata* Retz. Domin.) sebagai fitoremediator.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui potensi purun danau (*Lepironia articulata*) sebagai agen bioremediator/ bioadsorben pada kenaikan serta penurunan logam berat Aluminium (Al) dan Arsen (As) dalam kolam pengolahan limbah air asam tambang.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sumbangsih bagi perusahaan tambang dalam pengolahan limbah cair untuk mencapai keberlanjutan lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustino, Y., & Gusman, M. 2018. Evaluasi Optimalisasi Alat Gali Muat dengan Metoda *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk Memenuhi Target Produksi Batubara Bulan Maret 2018 di PIT 1 Utara Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 3(4), 1409-1422.
- Arnida, Bittaqwa, E. A., Rahmatika, D., & Sutomo. 2021. Identifikasi Kandungan Senyawa Ekstrak Etanol Rimpang Purun Danau (*Lepironia articulata* (Retz.) Domin). *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 6(2), 1–6.
- Awaludin, M.R., Surakusumah, W., Koosbandiah, S. H. 2016. Potensi Tanaman Air Sebagai Fitoakumulator Logam Kromium dalam Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 7 (1), 45-52.
- Busyairi, M., Sarwono, E., & Priharyati, A. 2018. Pemanfaatan Aluminium dari Limbah Kaleng Bekas sebagai Bahan Baku Koagulan untuk Pengolahan Air Asam Tambang. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10(1), 15–25. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol10.iss1.art2>.
- Caroline, J., & Moa, G. A. 2015. Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) (*Echinodorus palaefolius*) pada Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III*, 10(3), 733–744.
- Dhonanto, D., Nugroho, A. E., Safitri, A., Indana, K., & Kurniadinata, O. F. 2022. Eksplorasi dan Identifikasi Purun Danau (*Lepironia articulata*) Lokal Sebagai Adsorben Alami pada Iklim Tropika Lembab di Kalimantan Timur. *Jurnal Agroteknologi*, 13(1), 9. <https://doi.org/10.24014/ja.v13i1.18836>
- Doran, P. M. 2009. Application of Plant Tissue Cultures in Phytoremediation Research: Incentives and Limitations. *Biotechnology and Bioengineering*, 103(1), 60–76. <https://doi.org/10.1002/bit.22280>
- Dyah Susanti, P., Setyo Wahyuningtyas, R., & Ardhana, A. 2015. Pemanfaatan Gulma Lahan Gambut sebagai Bahan Baku Bio-Briket. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(1), 35–46. <https://doi.org/10.20886/jphh.v33i1.637.35-46>
- Fahrudin, F., Haedar, N., Abdullah, A., Wahab, A., & Rifaat, R. 2020. Deteksi Unsur Logam dengan XRF dan Analisis Mikroba pada Limbah Air Asam

- Tambang dari Pertambangan di Lamuru-Kabupaten Bone. *Jurnal Geoelebes*, 4(1), 7. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v4i1.7831>
- Govaerts, R. 2022. The World Checklist of Vascular Plants (WCVP). In *Catalogue of Life Checklist*. The Royal Botanic Gardens, Kew., <https://doi.org/10.48580/dfqt-4nz>
- Gunam, Buda, I. B. W., Guna, K., & Semara, I. M. Y. 2010. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaOH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus Niger* Nrrl a-li, 264. *Jurnal Biologi*, 14(2). <http://ojs.unud.ac.id/index.php/BIO/article/view/596>
- Habibie, S., Suhendra, N., Roseno, S., Setyawan, B. A., Anggaravidya, M., Rohman, S., Tasomara, R., & Muntarto, A. 2021. Serat Alam sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan, Suatu Kajian Pustaka. *Jurnal Inovasi Dan Teknologi Material*, 2(2), 1–13.
- Hanifah, N. N., Rudiyananti, S., & Ain, C. 2019. Analisis Konsentrasi Logam Berat Aluminium (Al) dan Arsen (As) di Sungai Silandak, Semarang. *Carbohydrate Polymers*, 8(3), 257–264.
- Heryani, H., Dewi, E. A., Legowo, A. C., Ghofur, A., & Chairunnisa, N. 2021. Kajian Sinergitas Agroindustri Kelapa Sawit dan Usaha Mikro Kecil Untuk Memproduksi Energi Terbarukan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(3), 249–259. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.3.249>
- Irawan, Candra. 2018. Pengaruh Konsentrasi Adsorbat Terhadap Efektivitas Penurunan Logam Fe dengan Menggunakan Fly Ash Sebagai Adsorben. *Seminastika*, 291–293.
- Irawan, Chairul, Ardiansyah, A., & Hanan, N. 2014. Potensi Hayati Serat Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam Proses Adsorpsi Kandungan Logam dalam Proses Adsorpsi Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), TSS, dan COD Pada Limbah Cair Pertambangan Emas. *Konversi*, 3(1), 17. <https://doi.org/10.20527/k.v3i1.133>
- Irhanni, 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.
- Istarani, F., & Pandebesie, E. S. 2014. Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium

- (Cd). *Jurnal Teknik POMITS*, 3(1), 1–6.
- Jatin G. Italiya, M. J. S. 2012. Phytoremediation: An Ecological Solution to Heavy-Metal-Polluted Soil and Evaluation of Plant Removal Ability. *World Applied Sciences Journal*, 16(9), 1292–1301.
- Kissingner, K., & Pitri, R. M. N. 2018. Ketahanan Hidup Beberapa Jenis Tumbuhan di Kawasan Void Bekas Tambang Batubara. *EnviroScienteeae*, 14(1), 38. <https://doi.org/10.20527/es.v14i1.4893>
- Kiswanto. 2018. Karakteristik Air Asam Batubara Di Kolam Bekas Tambang Batubara PT. Bukit Asam (PTBA). *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 7–8.
- Kiswanto, K., Wintah, W., & Rahayu, N. L. 2020. Analisis Logam Berat (Mn, Fe, Cd), Sianida dan Nitrit Pada Air Asam Tambang Batubara. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, 18(1), 20–26. <https://doi.org/10.54911/litbang.v18i0.116>
- Langi, B. G., Rampe, M. J., & Tengker, S. M. T. 2020. Ekstraksi dan Identifikasi Komponen Utama Pasir Putih dari Desa Marinsow Kabupaten Minahasa Utara dengan Pengujian XRF dan XRD. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(2), 78. <https://doi.org/10.37033/fjc.v5i2.186>
- Ma'arif, N. L., & Hidayah, Z. 2020. Kajian Pola Arus Permukaan dan Sebaran Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) di Pesisir Pantai Kenjeran Surabaya. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(3), 417–426. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i3.8842>
- Manggara, A. B., & Shofi, M. 2018. Analisis Kandungan Mineral Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) Menggunakan Spektrometer XRF (*X-Ray Fluorescence*). *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 104.
- Murti, T., & Mudjoko, T. 2018. Analisis Kandungan Logam Berat Aluminium (Al) dan Timbal (Pb) pada Buah Jambu Biji Varietas Kristal (*Psidium guajava* L.) dan Tanah di Desa Bumiaji, Kota Batu. *Jurnal Kultivasi*, 17(3), 744–749.
- Ni'mah, L., Anshari, M. A., & Saputra, H. A. 2019. Pengaruh Variasi Massa dan Lama Kontak Fitoremediasi Tumbuhan Parupuk (*Phragmites karka*) Terhadap Derajat Keasaman (pH) dan Penurunan Kadar Merkuri pada Perairan Bekas Penambangan Intan dan Emas Kabupaten Banjar. *Konversi*,

- 8(1), 55–62. <https://doi.org/10.24853/konversi.8.1.8>
- Permana, R., & Andhikawati, A. 2022. Metallothionein pada Tanaman Akuatik dan Peranannya dalam Akumulasi Logam Berat: Review. *Jurnal Akuatek*, 3(1), 1–8.
- Putri, R. W. P., & Estuningsih, S. P. 2021. Akumulasi Logam Terserap pada Mendong (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang di Wetland PIT 07 Banko Barat. *Prosiding Seminar Nasional Biologi* Vol. 1(1), Hal. 29-36.
- Rahmahdini, R., Abidin, Z., & Thamrin, G. A. R. 2019. Rendemen pada Industri Anyaman Purun (*Lepironia articulate* Domin) di Desa Walatung Kecamatan Pandawan Hulu Sungai Tengah. *Jurnal Sylva Scietae*, 2(1), 127–134.
- Rahman, H. A., Akbar, M. F., & Pramudita, R. D. 2020. Bioekstraksi Tembaga dari Air Asam Tambang dengan Metode *Phytomining* Menggunakan Tanaman *Eichhornia Crassipes* (Mart.). *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERhapi*, 641–652.
- Rahmi, R., & Sajidah. 2017. Pemanfaatan Adsorben Alami (Biosorben) untuk Mengurangi Kadar Timbal(Pb) dalam Limbah Cair. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 271–279.
- Rainiyati, R., Riduan, A., & Heraningsih, S. F. 2020. Potensi Penggunaan Abu Terbang Cangkang Sawit sebagai Adsorben Logam Arsen dari Air Limbah Tambang. *Jurnal Civronlit Unbari*, 5(2), 63.
- Rinanti, A. 2010. *Bioteknologi Lingkungan*. Alfabeta : Bandung.
- Rizal Fauzi, Y., As'ad Sonief, A., & Suprpto, W. 2016. Pengaruh Tekanan Vacuum terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Lentur pada Biokomposit Serat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(3), 129–134. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2016.007.03.4>
- Sampanpanish, P., Tippayasak, K., dan Chairat-utai, P. 2010. Chromium Accumulation by Phytoremediation with Monocot Weed Plant Species and a Hydroponic Sand Culture System, Hal. 654–666.
- Saputra, R. A., & Tangahu, B. V. 2021. Studi Literatur Kemampuan Tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Salvinia natans* Terhadap Penyerapan Fe dan Mn pada Pengolahan Air Asam Tambang. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 2–7.

<https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.54696>

- Septiani, M. N., Mukarlina, & Wardoyo, E. R. P. 2017. Pertumbuhan dan Karakter Anatomi Mimosa Air (*Neptunia Oleracea Lour.*) pada Air yang Terpapar Logam Aluminium ( Al ). *Jurnal Protobiont*, 6(3), 75.
- Suryanto, H. 2016. Review Serat Alam : Komposisi, Struktur, Dan Sifat Mekanis. *Teknik Mesin, July*, 1–23.
- Wina, A. 2020. Penerapan Metode *Constructed Wetland* dalam Upaya Pengelolaan Limbah Air Asam Tambang pada Penambangan Batubara, Berdasarkan Literatur Review. *ReTII*, 2020, 201–207. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/2027>
- Yunus, R., & Prihatini, N. S. 2018. Fitoremediasi Fe dan Mn Air Asam Tambang Batubara dengan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) pada Sistem LBB di PT. JBG Kalimantan Selatan. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(1), 73–85. <http://103.76.50.195/sainsmat/article/view/6481>
- Zhu, G., Cheng, D., Liu, X., Nie, P., Zuo, R., Zhang, H., & Wang, X. 2020. Effects of Garbage Enzyme on the Heavy Metal Contents and the Growth of Castor under Mine Tailing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 474(2).