

## **SKRIPSI**

# **AKUMULASI LOGAM BERAT TERSERAP PADA MENDONG (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) DALAM FITOREMEDIASI AIR ASAM TAMBANG DI WETLAND PIT 07 BANKO BARAT**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains pada  
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya



**Oleh:**

**RATU WULANDARI PERMATASARI PUTRI  
08041381621066**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDRALAYA  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

### AKUMULASI LOGAM BERAT TERSERAP PADA MENDONG (*Fimbristylis globulosa* Retz Kunth) DALAM FITOREMEDIASI AIR ASAM TAMBANG DI WETLAND PIT 07 BANKO BARAT

#### SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains pada  
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya

Oleh :

**RATU WULANDARI PERMATASARI PUTRI**

**08041381621066**

Indralaya, 10 Juni 2020

Dosen Pembimbing I



Drs. Juswardi, M.Si.  
NIP. 196309241990021001

Dosen Pembimbing II



Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si.  
NIP.196407111989032001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Biologi



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

## HALAMAN PERSETUJUAN


Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Akumulasi Logam Berat Terserap pada Mendong (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang di Wetland PIT 07 Banko Barat” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Juni 2020.

Indralaya, 10 Juni 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi:

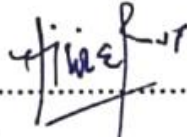
Ketua:

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

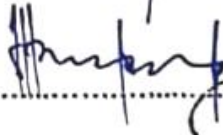
  
(.....)

Anggota:

2. Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si.  
NIP.196407111989032001

  
(.....)


3. Dr. Sarno, M.Si.  
NIP. 196507151992031004

  
(.....)

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

(.....)

5. Drs. Erwin Nofyazn, M.Si.  
NIP. 195611111986031002

  
(.....)

Mengetahui,

  
Prof. Dr. Iskhag Iskandar, M.Sc.  
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Biologi

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

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ratu Wulandari Permatasari Putri

NIM : 08041381621066

Judul : Akumulasi Logam Berat Terserap pada Mendong (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang di Wetland PIT 07 Banko Barat

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau *plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau *plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Indralaya, 10 Juni 2020

Ratu Wulandari Permatasari Putri

08041381621066

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ratu Wulandari Permatasari Putri

NIM : 08041381621066

Judul : Akumulasi Logam Berat Terserap pada Mendong (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang di Wetland PIT 07 Banko Barat

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

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

Indralaya, 10 Juni 2020

Ratu Wulandari Permatasari Putri  
08041381621066

## RINGKASAN

AKUMULASI LOGAM BERAT TERSERAP PADA MENDONG (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) DALAM FITOREMEDIASI AIR ASAM TAMBANG DI WETLAND PIT 07 BANKO BARAT  
Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Juni 2020

Ratu Wulandari Permatasari Putri; Dibimbing oleh Drs. Juswardi, M.Si. dan Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si.

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

xv + 50 halaman, 4 tabel, 3 gambar, 4 lampiran

Pertambangan batubara merupakan kegiatan yang berdampak terhadap lingkungan yaitu menghasilkan air asam tambang (AAT). AAT memiliki pH rendah dan kelarutan logam yang tinggi. Upaya untuk pengendalian AAT secara biologis menggunakan Mendong (*F. globulosa*). *F. globulosa* merupakan tumbuhan hiperakumulator yang dapat menyerap logam. Sehingga perlu dilakukan pemantauan keberhasilan fitoremediasi AAT dengan melihat akumulasi logam berat besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang terserap pada *F. globulosa* pada kondisi Wetland di PIT 07 Banko Barat PT. Bukit Asam. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode *Convenience sampling*. Parameter AAT mencakup kadar Fe, Mn, dan  $SO_4^{2-}$ . Pengukuran kadar Fe dan Mn pada AAT menggunakan metode spektrofotometer serapan atom. Pengukuran kadar  $SO_4^{2-}$  menggunakan metode turbidimetri. Variabel pengamatan meliputi akumulasi logam Fe dan Mn pada akar dan daun, BCF (*Bio concentration factor*) serta TF (*Translocation factor*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam Fe pada sedimen rata-rata sebesar 391,56 mg/l dan logam Mn 28,56 mg/l. Akumulasi logam Fe pada akar *F. globulosa* yaitu sebesar 2866,77 mg/l dengan nilai BCF 7,32 sedangkan akumulasi logam Fe pada daun sebesar 1199,17 mg/l dengan nilai BCF 3,06. Akumulasi logam Mn pada daun *F. globulosa* yaitu sebesar 100,21 mg/l dengan nilai BCF 1,01 sedangkan akumulasi logam Mn pada daun sebesar 29,07 mg/l dengan nilai BCF 3,50. *F. globulosa* dalam menyerap logam Mn menggunakan mekanisme fitoekstraksi yang ditandai dengan nilai TF > 1 yaitu TF 3,4. Sedangkan dalam menyerap logam Fe *F. globulosa* menggunakan mekanisme fitostabilisasi yang ditandai dengan nilai TF < 1 yaitu TF 0,4. *F. globulosa* diketahui berpotensi untuk menaikkan pH AAT dan menurunkan kadar Fe, Mn dan  $SO_4^{2-}$  sehingga dapat memenuhi baku mutu air limbah kegiatan pertambangan batubara. Akumulasi Fe dan Mn pada akar dan daun *F. globulosa* pada AAT dapat dijadikan sebagai upaya pemantauan keberhasilan Fitoremediasi AAT.

Kata Kunci : Air Asam Tambang, Fitoremediasi, *Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth, BCF, TF.

## SUMMARY

HEAVY METAL ACCUMULATION ABSORBED BY GLOBE FIMBRY (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) ON ACID MINE DRAINAGE PHYTOREMEDIATION IN WETLAND PIT 07 BANKO BARAT  
Scientific Papers in the form of a Skripsi, June 2020

Ratu Wulandari Permatasari Putri; Supervised by Drs. Juswardi, M.Si. dan Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si.

Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xv + 50 pages, 4 tables, 3 pictures, 4 attachments.

Coal mining activity are affecting the environment that resulted in acid mine drainage (AMD). Acid mine drainage have low pH and high metal solubility. Attempts to control the AMD biologically using Globe Fimbry (*F. globulosa*). *F. globulosa* are hyperaccumulator plant which able to absorb metals. With the result require to monitored the succession of phyoremediation on AMD by the accumulation of heavy metal iron (Fe) and Mangan (Mn) which absorbed by *F. globulosa* with wetland condition in PIT 07 Banko Barat PT. Bukit Asam. Sample Collective technique was done by Convenience sampling. Parameters are acumulation of Fe, Mn and  $\text{SO}_4^{2-}$ . Measurements of Fe and Mn accumulation are applied using spectrophotometer atom absorbance method. Measurements of  $\text{SO}_4^{2-}$  are applied using turbidimetry method. Variable of observation includes accumulation of Fe and Mn on roots and leaves, BCF (Bio concentration factor) and TF (Translocation factor). Research result shows that accumulation of Fe on sediment by the average of 391.56 mg/l and Mn 28.56 mg/l. accumulation of Fe on roots has an average of 2866.77 mg/l and index BCF Fe 7.32 on leaves 119.17 mg/l and index BCF Mn 3.06. Accumulation of Mn on roots 29.07 mg/l and index BCF Mn 1.01 and on leaves 100,21 mg/l and index BCF 3.06. Index TF on Fe < 1 and index TF on Mn > 1. It can be concluded that *F.globulosa* in absorbing Mn use phytoextraction mechanisms which marked by index TF > 1 which is index TF 3,4. While in absorbing Fe *F.globulosa* using phytostabilisation mechanism which marked by index TF < 1 which is index TF 0.4. *F.globulosa* are known to have potential to increase pH AMD and lower accumulation of Fe, Mn dan  $\text{SO}_4^{2-}$  so that able to fulfill wastewater quality standards for coal mining. Accumulation of Fe and Mn on roots and leaves *F.globulosa* in AMD are used as attempts to monitor the success of Phytoremediation AMD.

Keywords: Acid Mine drainage, Phytoremediation, *Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth, BCF, TF.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu.**

**Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”**

**(Q.S Al-Baqarah : 216)**

**Karya ini saya persembahkan untuk:**

- ❖ Allah SWT dan Rasulnya**
- ❖ Kedua Orangtua Tercinta (M. Yadi dan Meliyanti)**
- ❖ Kakak (Cahyadi Raja Dewa Mangku Bumi Putra)**
- ❖ Adik (Kiemas Aryadi Raja Tribuana Putra)**
- ❖ Almamater**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “**Akumulasi Logam Berat Terserap pada Mendong (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang di Wetland PIT 07 Banko Barat**” dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan suatu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Biologi di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Terimakasih disampaikan kepada Drs. Juswardi, M.Si. dan Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan maupun saran dengan penuh keikhlasan dan keseriusan sehingga Skripsi dapat terselesaikan.

Terimakasih juga disampaikan kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Arum Setiawan, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi dan Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Hary Widjajanti M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan mengarahkan selama perkuliahan.
4. Dr. Sarno, M.Si dan Singgih Tri Wardana, S.Si, M.Si. selaku dosen Pembahas yang telah membimbing, dan memberi masukan dalam penyelesaian Skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan Staf karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Staf Karyawan di Satuan Kerja Pengelolaan Lingkungan, PT. Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan yang telah membantu dalam pengambilan sampel AAT dan *F. globulosa* di lapangan.
7. Seluruh Staf Karyawan dan Analis di Laboratorium Pencemaran Lingkungan Balai Riset dan Standarisasi Palembang.

8. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa/i Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya Khususnya angkatan 2016.

9. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Allah membalas segala amal kebaikan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak. Aamiin Allahuma Aamiin.

Indralaya, 10 Juni 2020

Penulis

Ratu Wulandari Permata

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>v</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</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.....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Air Asam Tambang .....	5
2.1.1. Sumber-Sumber Air Asam Tambang.....	6
2.1.2. Dampak Air Asam Tambang.....	7
2.1.3. Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara .....	8
2.1.4. Pengelolaan Air Asam Tambang .....	8
2.2. Logam Berat .....	9
2.3. Fitoremediasi .....	11
2.3.1. Mekanisme Fitoremediasi .....	11
2.3.2. Tumbuhan yang Berpotensi Melakukan Fitoremediasi ..	14
2.4. Bioconcentration Factor (BCF) dan Translocation Factor ....	15
2.5. Mendong ( <i>Fimbristylis globulosa</i> Retz. Kunth) .....	16
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>18</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.3. Metode Penelitian .....	19
3.4. Cara Kerja.....	19
3.4.1. Pengambilan Sampel Air Asam Tambang .....	19
3.4.2. Pengambilan Akar dan Daun Mendong ( <i>F.globulosa</i> )...	19
3.4.3. Preparasi Sedimen.....	20

3.4.4. Preparasi Akar dan Daun Mendong ( <i>F. globulosa</i> ) .....	20
3.5. Variabel Pengamatan.....	21
3.5.1. Faktor Biokonsentrasi (BCF).....	21
3.5.2. Faktor Translokasi (TF).....	21
3.6. Parameter Air Asam Tambang.....	22
3.6.1. Nilai Derajat Keasaman (pH) pada Air Asam Tambang.	22
3.6.2. Kadar Besi (Fe) pada Air Asam Tambang .....	22
3.6.3. Kadar Mangan (Mn) pada Air Asam Tambang .....	22
3.6.4. Kadar Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) pada Air Asam Tambang .....	23
3.7. Analisis Data .....	23
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1. Kadar logam Fe dan Mn pada Sedimen di Wetland PIT 07 Banko Barat .....	24
4.2. Kadar Logam Fe dan Mn pada Bagian Akar dan Daun <i>F. globulos</i> di Wetland PIT 07 Banko Barat .....	25
4.3. Nilai BCF dan TF pada <i>F. globulosa</i> di Wetland PIT 07 Banko Barat .....	29
4.4. Parameter Air Asam Tambang.....	32
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1. Kesimpulan .....	37
5.2. Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.5. <i>Fimbristylis globulosa</i> Retz. Kunth.....	17
Gambar 3.1. Denah KPL PIT 07 Banko Barat .....	18
Gambar 4.1. Kandungan Logam Fe dan Mn pada Sedimen di Wetland PIT 07 Banko Barat.....	24

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1.3. Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Pertambangan.....	8
Tabel 4.1. Kadar Logam Fe dan Mn pada bagian organ akar dan daun <i>F.globulosa</i> di Wetland PIT 07 Banko Barat .....	25
Tabel 4.2. Nilai BCF dan TF pada <i>F.globulosa</i> di Wetland PIT 07 Banko Barat .....	29
Tabel 4.3. Parameter Air Asam Tambang di Wetland PIT 07 Banko Barat .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Pengambilan Sampel dan Pengukuran pH Air Asam Tambang.....	44
Lampiran 2. Preparasi Akar dan Daun <i>F. globulosa</i> .....	45
Lampiran 3. Preparasi Sedimen.....	47
Lampiran 4. Pengukuran Kadar logam Fe, Logam Mn dan $\text{SO}_4^{2-}$ .....	48

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertambangan batubara di Indonesia umumnya dilakukan dengan penambangan terbuka. Penambangan batubara terbuka mendorong terjadinya oksidasi mineral sulfida dan melepaskan asam sulfat yang akan menurunkan pH secara drastis kemudian menghasilkan limbah berupa air asam tambang (AAT) yang mengakibatkan tingginya akumulasi logam berat pada tanah dan air. Timbulnya AAT memiliki dampak yang besar bagi kelestarian lingkungan salah satunya menurunkan kualitas perairan yang berdampak pada kehidupan biota perairan.

Air asam tambang merupakan air yang terbentuk akibat terjadinya reaksi antara oksigen, air dan batuan-batuan yang mengandung sulfida sehingga membentuk AAT. Oksidasi pirit ( $\text{FeS}_2$ ) akan membentuk ion ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), sulfat, dan beberapa proton pembentuk keasaman, sehingga kondisi lingkungan menjadi asam. AAT memiliki pH rendah. Nilai pH yang rendah menyebabkan logam-logam seperti Fe mudah larut dalam air (Nasir *et al.*, 2014). Ariyani *et al.* (2014) juga mengemukakan bahwa disamping Fe juga dijumpai logam-logam lain seperti Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd dan lain-lain.

Air asam tambang akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Dampak negatif memang tidak langsung dirasakan oleh masyarakat, karena AAT dikelola dahulu sebelum dibuang. Namun, apabila AAT masuk ke perairan umum maka akan terjadi pencemaran dan mengganggu biota perairan. Selain itu juga dapat mempengaruhi kualitas air tanah dan kualitas air permukaan (Hidayat, 2017).

Pengendalian AAT merupakan hal yang perlu dilakukan selama proses penambangan maupun setelah penambangan berakhir. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengendalian AAT ialah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan metode yang murah, mudah dimonitor, logam yang terakumulasi lebih mudah dipisahkan serta lebih aman digunakan dibandingkan dengan menggunakan bahan kimia. Fitoremediasi menggunakan tumbuhan yang



mempunyai sistem perakaran yang tahan terhadap polutan, dan mempunyai biomassa yang besar (Widyati, 2009).

Fitoremediasi dilakukan dengan memanfaatkan tumbuhan yang dapat menyerap logam berat di AAT. Menurut Nur (2013), fitoremediasi merupakan teknologi pemulihan kualitas lingkungan yang ramah lingkungan, aman diaplikasikan dan biaya yang diperlukan relatif murah. Tidak semua tumbuhan bisa digunakan untuk fitoremediasi karena tidak semua tumbuhan melakukan metabolisme, dan akumulasi polutan dengan mekanisme yang sama. Tumbuhan yang digunakan untuk fitoremediasi harus memiliki tingkat toleran yang tinggi terhadap logam, dan mudah ditumbuhkan.

Penurunan kandungan logam berat dari AAT dapat dilakukan dengan fitoremediasi menggunakan tumbuhan hiperakumulator. Menurut Hidayati (2013), tumbuhan hiperakumulator mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi lebih dari 100 kali melebihi tumbuhan normal, dimana tumbuhan normal mengalami keracunan logam. Hal tersebut terjadi karena adanya perbedaan serangkaian proses fisiologi dan biokimiawi serta ekspresi gen-gen yang mengendalikan penyerapan, akumulasi dan toleransi tumbuhan terhadap logam.

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan untuk fitoremediasi logam berat adalah tumbuhan Mendong (*Fimbristylis globolusa* Retz. Kunth) yang termasuk famili Cyperacea (Dewi dan Reginawanti, 2009). Tumbuhan Mendong merupakan tumbuhan hiperakumulator yang memiliki kemampuan fitoekstraksi logam berat, pertumbuhannya cepat, daya tahannya tinggi dan bukan tumbuhan pangan (Rosariastuti *et al.*, 2019).

Fitoekstraksi merupakan penyerapan polutan oleh tumbuhan yang kemudian diakumulasikan atau disimpan dalam daun dan batang. Tumbuhan yang mampu menyerap polutan disebut tumbuhan hiperakumulator. Tumbuhan yang memiliki mekanisme fitoekstraksi contohnya yaitu *Eichhornia crassipes* Solms. (Putri *et al.*, 2014). Penelitian Sulthoni *et al.* (2014), melaporkan bahwa dalam penurunan logam Fe tumbuhan *Eleocharis dulcis* (Burm. F) Trin. Ex. Henschelmiliki nilai faktor biokonsentrasi atau FBK > 1 yaitu 12,2 dan faktor translokasi atau FT > 1 yaitu 1,6 yang mengindikasikan bahwa proses yang dilakukan *E. dulcis* dalam meremediasi logam adalah mekanisme fitoekstraksi.

Informasi mengenai akumulasi logam berat Fe dan Mn yang terserap pada tumbuhan *F.globulosa* menjadi sangat penting, karena dengan adanya data mengenai akumulasi logam berat pada *F.globulosa* dapat digunakan sebagai pemantauan keberhasilan fitoremediasi AAT. Kemampuan akumulasi logam berat pada tumbuhan dapat diketahui dengan menghitung *bio concentration factor* (BCF) dan *translocation factor* (TF). MacFarlene *et al.* (2007) mengungkapkan bahwa BCF pada daun dan akar dihitung untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi logam pada daun dan akar yang berasal dari lingkungan. Disamping BCF, dihitung pula TF yang merupakan perbandingan antara konsentrasi logam pada daun dan akar tumbuhan. Nilai TF dihitung untuk mengetahui akumulasi logam dari akar ke daun. Nilai TF dapat digunakan untuk mengetahui tumbuhan sebagai fitoekstraksi ( $TF > 1$ ), dan fitostabilisasi ( $TF < 1$ ).

## **1.2. Rumusan Masalah**

Kegiatan penambangan batubara menimbulkan dampak berupa AAT. AAT menyebabkan pencemaran lingkungan karena AAT memiliki pH yang rendah dan banyak terlarut logam berat didalamnya. Upaya yang dapat dilakukan untuk pengendalian AAT yaitu fitoremediasi menggunakan tumbuhan hiperakumulator salah satunya ialah *F.globulosa*. Pemantauan keberhasilan fitoremediasi AAT dapat dievaluasi dengan akumulasi logam berat besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang terserap pada *F. globulosa* pada kondisi Wetland di PIT 07 Banko Barat PT. Bukit Asam.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akumulasi logam berat besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang terserap pada akar dan daun *F.globulosa* dalam fitoremediasi AAT pada kondisi Wetland di PIT 07 Banko Barat PT. Bukit Asam serta untuk mengetahui mekanisme fitoremediasi logam berat besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada tumbuhan *F. globulosa*.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai keberhasilan fitoremediasi AAT pada kondisi Wetland PIT 07 Banko Barat PT Bukit Asam dengan melihat akumulasi logam berat besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang terserap pada akar dan daun *F.globulosa* serta untuk mengetahui mekanisme fitoremediasi pada tumbuhan *F. globulosa*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, Prita, F., dan Koesriharti, S. 2013. Pengaruh Penambahan Unsur Hara Mikro (Fe dan Cu) dalam Media Paitan Cair dan Kotoran Sapi Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(3): 48-58.
- Alawiyah, H., Defri, Y., dan Dwi, C. 2018. Akumulasi Logam Berat Pb dan Cu pada Akar dan Daun Mangrove *Avicennia marina* di Sungai Lamong, Jawa Timur. *Jurnal ilmu-ilmu Perairan, Pesisir, dan Perikanan*, 7(3): 187-197.
- Annisa. 2018. Studi Pemantauan Air Limbah Cair Tambang pada PT.XXX di Muara Taweh Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4(1): 67-71.
- Anshariah., Sri, W., dan Robby, N. 2015. Studi Pengelolaan Air Asam Tambang Pada PT. Rimau Energy Mining Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Geomine*. 1(1):45-54.
- Arisandy, F., Sri, P., dan Juswardi. 2018. Pengaruh Penambahan Beberapa Konsentrasi NPK dan Air Asam Tambang pada Proses Fitoremediasi oleh *Eleocharis dulcis* (Burm. F) Trin. Ex. Henschel. *Jurnal Penelitian Sains*. 20(2): 44-49.
- Ariyani, D., Ramlah, S., Umi, B., dan Rd, Indah. 2014. Kajian Absorpsi Logam Fe dan Mn oleh Tumbuhan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) pada Air Asam Tambang Secara Fitoremediasi. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. 8(2): 87-93.
- Ashari., Dedek, B., dan Dedi, S. 2015. Efektivitas Elektroda pada Proses Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Air Asam Tambang. *Jurnal Penelitian Sains*. 2 (17): 1-6.
- Asip, F, Noffia, C., dan Septi, A. 2015. Pengaruh Adsorben *Diatomaceous Earth* Terhadap Penurunan Kadar Besi dan Ion Sulfat dari Air Asam Tambang. *Jurnal Teknik Kimia*. 21(4): 1-10.
- Baker, A.J.M. 1981. Accumulator and excluders strategies in the response of plants to heavy metals. *Journal of Plants and Nutrition*. 3: 643-654.
- Barorah, F., Eko, H., dan Rony, I. 2018. Fitoremediasi Air Tercemar Tembaga (Cu) Menggunakan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tumbuhan *Brassica rapa*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5 (1): 690-700.

- Bose, S., Vedamati, J., Rai, V., Ramanathan, A. 2008. Metal Uptake and Transport by *Typha angustata* L. Grown on Metal Contaminated Waste Amended Soil: An implication of Phytoremediation. *Geoderma*. 145: 136-142.
- Caroline, J., Moa, G. A., I., & Tama, A. 2015. Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan. *Seminar Sains dan Teknologi Terapan III*. 733–744.
- Chalimah, S., dan Sulaiman, W. 2015. Potensi Hasil Produksi Pupuk Organik Granul Limbah Biogas Terhadap Pertumbuhan Tumbuhan Tomat (*Solanum tuberosum*). *University Research Colloquium*.1(1): 186-194.
- Dewi, T., dan Reginawanti, H. 2009. Konsentrasi Kadmium dan Timbal di Tumbuhan Mendong yang ditanam di Tanah Sawah dengan Aplikasi Azotobacter dan Arang Aktif. *Jurnal Agrikultura*. 20(3): 185-190.
- Dewi, P. K., Endah, D. H., dan Rini, B. 2018. Kemampuan Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) pada Akar Mangrove Jenis *Avicennia marina* (Forsk.) dan *Rhizophora mucronata* (Lamk.) di Lahan Tambak. *Jurnal Akademika Biologi*. 7(4): 14-19.
- Estuningsih, S. P., Bambang, Y. Yonanda. 2018. Phytoremediation Of Coal Mining Acid Water in PT Bukit Asam Tanjung Enim South Sumatera. *Journal of Physics*. 1(1): 1-8.
- Febriana, Laila., dan Astrid, Ayuna. Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*. 1 (7): 1-10.
- Fuad, M. T., Aunurohim dan Nurhidayati., T. 2013. Efektivitas Kombinasi *Salvina molesta* dengan *Hydrilla verticillata* dalam Remediasi Logam Cu pada Limbah Elektroplating. *Jurnal Sains dan Seni pomits*. 2(1): 240-243.
- Hamzah, F., dan Pancawati, Y. 2013. Fitoremediasi Logam Berat dengan Menggunakan Mangrove. *J. Mar. Sci*. 18(1): 203-212.
- Handayanto, E., Yulia, N., Nurul, M., Nrtty, S., dan Amrullah, F. 2017. *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah*. Malang: UB Press. 225 hlm.
- Hardiani., H. 2008. Pemulihan Lahan Terkontaminasi Limbah B3 dari Proses Deinking Industri Kertas Secara Fitoremediasi . *Jurnal Riset Industri*. 2(2): 64 – 75.

- Hasyim, I., dan Arief, R. 2014. Kajian Penggunaan Kebutuhan Kapur Dalam Pengelolaan Air Asam Tambang pada Setiling Pond 02 di PT. Bara Kumala Sakti Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*. 1 (14): 14-22.
- Hidayat, L. 2017. Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang Batubara (Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang ( A Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan). *Jurnah ADHUM*. 7(1) :44–52.
- Hidayati, N. 2005. Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator. *Hayati Journal Of Biosciences*. 12(1): 35-40.
- Hidayati, N. 2013. Mekanisme Fisiologis Tumbuhan Hiperakumulator Logam Berat. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 14 (2): 75-82.
- Ikbal, M., Damhri., Asmawati, M. 2016. Jenis-jenis Tumbuhan Gulma di Area Persawahan Desa Tajuncu Kecamatan Mata Oleo Kabupaten Bombana. *J.AMPIBI*. 1 (3): 10-14.
- 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.
- Kamarati, K., Marlon, I., dan M. Sumaryono. Kandungan Logam Berat Besi (Fe), Timbal (Pb), dan Mangan (Mn) pada Air Sungai Santan. *Jurnal Penelitian Ekosistem Diptereokarpa*. 4(1):49-56.
- Keputusan Menteri Negara Lingkunga Hidup Nomor 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Petambangan Batubara.
- Kiswanto., Heru, S., dan Sudarno. 2018. Karakteristik Air Asam Tambang di Kolam Bekas Tambang Batubara PT. Bukit Asam (PTBA). *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC* Surakarta. 1-6.
- Lakitan,B. 2012. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Jakarta: Rajawali Press. 222 hlm.
- Lestari, G., dan Ira, 2008. Galeri Tumbuhan Hias Lanskap. Jakarta: Penebar Swadaya. 284 hlm.
- Liong, S., Noor, A., Taba, P., dan Abdullah, A. 2010. Studi Fitoakumulasi Pb dalam Kangkung (*Ipomea repants* Poir). *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- MacFarlane, G., Pulkownik, A., Burchett, M.D. 2003. Accumulation and Distribution of Heavy Metals in the Grey Mangroves, *Avicennia marina*

- (Forsk.) Vierh. *Biological Indication Potential. Environ. Pollut.* 123: 139-151.
- MacFarlane, G., Claudia, E., dan Simon, P. 2007. Accumulation and partitioning of heavy metals in mangroves A Synthesis of Field-based Studies. *Chemosphere.* 69 : 1451-1464.
- Madaniyah. 2016. Efektivitas Tanaman Air dalam Pembersihan Logam Berat pada Air Asam Tambang. Thesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 60 hlm.
- Majid, S, N., Ahmed, I, K., Ghafoor, A.,M., dan Zana, H.A. 2014. Bioaccumulation, Enrichment and Translocation Factor of some Heavy Metal in *Typha Angustifolia* and *Phragmites Australis* Species Growing along Qalyasan Stream in Sulaimani City/ IKKR. *Journal of Zankoy Sulaimani Part A.* 16(4): 93-109.
- Mellem, J.J., Baijnath, H., Odhav, B. 2012. Bioaccumulation of Cr, Hg, As, Pb, Cu and Ni with the ability for hyperaccumulation by *Amaranthus dubius*. *African Journal of Agricultural Research.* 7(4): 591-596.
- Mukhipadhyay, S dan Maiti, S.K. 2008. Phytoremediation of Metal Mine Waste. *Applied Ecology and Environmental Research.* 8(3): 207-222.
- Nasir, S., Marlis, P., dan Otto, S. 2014. Pengolahan Air Asam Tambang Dengan Menggunakan Membran Keramik Berbahan Tanah Liat, Tepung Jagung dan Serbuk Besi. *Jurnal Teknik Kimia.* 3(2): 22-30.
- Nur, F. 2013. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). *Jurnal Ilmiah Biologi Biogenesis.* 1(1): 74-83.
- Nurhidayah., Sofarini, D., dan Yunandar. 2014. Fitoremediasi Tumbuhan Air Kiambang (*Salvinia molesta*), Purun Tikus (*E. dulcis*) dan peripuk (*Phragmites karka*) sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Karet. *Environmental Scientae.* 10: 18-26.
- Patandungan, A., Syamsidar, H., dan Aisyah. 2016. Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (*Vetiver zizaniodes*) Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makasar. *Al-Kimia.* 4(2): 8-21.
- Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Cair untuk Kegiatan Pertambangan Batubara.
- Priyanti dan Ety, Y. 2013. Uji kemampuan Daya Serap Pertumbuhan Genjer (*Limnocharis flava*) Terhadap Logam Berat Besi (Fe) dan Mangan (Mn). Prosiding Seminar FMIPA Universitas Lampung. Seminar 2013 FMIPA Unila.

- Priyanto, B., dan Joko, P. 2007. Fitoremediasi sebagai sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. <http://ltl.bppt.tripod.co./sublab/lforal.htm>. Diakses pada tanggal 19 Februari 2020.
- Putri, Y. D., Holik, H. A., Musfiroh, I., & Aryanti, A. D. 2014. Pemanfaatan Tumbuhan Eceng-Ecengan ( *Pontedericaceae* ) sebagai Agen Fitoremediasi dalam Pengolahan Limbah Krom. *IJPST*. 1(1) : 20-26.
- Rosariastuti, R., Selly, M., Sudadi., Sri, H., and Purwanto. 2019. Remediation of Chromium Contaminated Soil by Phyto-Bio System (PBS) Application. *Journal of Soil Science and Agroclimatology*. 16(1): 90-102.
- Rosmarkam dan Yuwono, N.W. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta: Kanisius. 224 hlm.
- Said, N. 2014. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara (Alternatif Pemilihan Teknologi. *JAI*. 7(2): 120-138.
- Salisbury, F.B., dan Ross, C. W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Bogor: ITB Press. 241 hlm.
- Sanubari, M. O., Agung, S., dan Mieke, M. 2016. Potensi *Acrostichum aureum* L. (Pteridaceae) Sebagai Bioakumulator Logam Berat Mangan (Mn) dan Tembaga (Cu). *Bioma*. 12(2): 1-5.
- Sari, E., Dyah, S. F., Nuril, H. dan Eddy, N. 2017. Analisis Kandungan Logam pada Tumbuhan Dominan di Lahan dan Kolong Pasca Penambangan Timah Bangka Selatan. *Promine Journal*. 5(2):15-29.
- Serang, Handayanto, E., dan Rindystuti, 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.
- Sastrapradja, S., dan Rahadian. 1981. *Tumbuhan Air*. Bogor : LIPI. 81 Hlm.
- Setiawan, H. 2013. Akumulasi dan Distribusi Logam Berat pada Vegetasi Mangrove di Perairan Pesisir Sulewesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. VII(1): 12-24.
- Sidauruk, L., dan Patricius, S. 2015. Fitoremediasi Lahan Tercemar di Kawasan Industri Medan dengan Tumbuhan Hias. *Jurnal Pertanian Tropik*. 2(2): 178-186.
- Sulistiyarto, B. 2017. Akumulasi Logam Besi (Fe) pada Tumbuhan Air di Sungai Sebangau, Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*. 6(2): 1-5.



- Sulthoni, M., Badruzsauhari., Fadly, H., dan Eny, D. 2014. Kemampuan Tumbuhan Ekor Kucing (*Typha latifolia*) dan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam Penurunan Konsentrasi Fe dan Mn dari Air Limbah PIT Barat PT Pampersada Nusantara Distrik KCMB Kabupaten Banjar. *Enviro Sienteae*. 10 (2014): 80-87.
- Suryanto, H., Eko, M., Yudy, S., Rudy, S., and Aminudin. 2015. Improvement of Interfacial Shear Strength of Mendong Fiber (*Fimbristylis globulosa*) Reinforced Epoxy Compisite Using the AC Electric Fields. *International Journal of Polymer Science*. Volume 2015: 1-10.
- Takarina, N.D., dan Tjong, G.P. 2017. Bioconcentration factor (BCF) and Translocation Factor (TF) of Heavy Metal in Mangrove Trees of Blanakan Fish Farm. *Makara Journal of Science*. 21(2): 77-81.
- Tanl, K. H. 2000. *Environmental Soil Science*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Tangahu, B. V., Siti, R, S., Hassan, B., Mushrifah, I., Nurina, A., dan Muhammad, M. 2011. A Review on Heavy Metals (As, Pb, and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation. *International Journal of Chemical Enggenering*. Volume 2011: 1-32
- Tarigan, Z., A. Rozak, 2003. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn Dan Ni Dalam Air Laut Dan Sedimen Di Muara Sungai Membrano, Papua Dalam Kaitannya Dengan Kepentingan Budidaya Perikanan. *MakaraSains*. 7(3): 119- 127.
- Trisnawati, N., Ida, B., dan Iryanti, E. 2016. Fitodegradsi dengan Tumbuhan Pacing (*Specious cheo;pcostus*) untu Menurunkan Kandungan Pb, Cd, dan Hg Limbah Cair Laboratotium. *Cakra kimia Indonesia E-journal of Applied Chermistry*. 4(4): 78-83.
- United States Department of Agriculture.2019. *Fimbristylis globulosa* (Retz.) Kunth. <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=FIGL>.
- Wawakhi, S., Feni, I., dan Dwi, C. 2015. Teknologi Fitoremediasi Avicennia alba dalam Upaya Mengurangi Limbah di Kelurahan Wonorejo, Surabaya. *Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan V*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Widyati, E. 2009. Kajian Fitoremediasi Sebagai Salah Satu Upaya Menurunkan Akumulasi Logam Akibat Air Asam Tambang pada Lahan Bekas Tambang Batubara. *Tekno Hutan Tumbuhan*. 2 (2): 67–75.
- Wulandari, R., Tarzan, P., dan Winarsih. 2014. Kemampuan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam Menyerap Logam Berat Cadmium (Cd) Berdasarkan Konsentrasi dan Waktu Pemaparan yang Berbeda. *LenteraBio*. 3(1): 83-89.

Yunus, R., dan Nopi, 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. *Jurnal Sainsmat*. 7(1): 73-85.