

**RESPON PERTUMBUHAN TUMBUHAN AIR (*Eichhornia crassipes*,
Echinodorus palaefolius dan *Fimbritylis globulosa*) TERHADAP
PERLAKUANAIR ASAM TAMBANG MENGGUNAKAN MEDIA
KOMPOS TANDAN KOSONG SAWIT**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memenuhi Nilai Serta
MelakukanKegiatan Penelitian Tugas Akhir di Jurusan Biologi
FakultasMatematika danIlmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya**

Oleh:

APRILIA SAPITRI

08041381924055



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

2023

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Respon Pertumbuhan Tanaman Air
(*Eicchornia crassipes*, *Echinodorus palaefolius*,
dan *Fimbrytilis globulosa*) Terhadap Perlakuan
Air Asam Tambang Menggunakan Media
KomposTandan Kosong Sawit.

Nama Mahasiswa : Aprilia Sapitri

NIM : 08041381924055

Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk diseminar hasil pada tanggal 2023.

Indralaya, M2023

Pembimbing

1. Dr. Sarno, M.Si.

NIP. 196507151992031004



HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi . Respon Pertumbuhan Tanaman Air
(*Eicchornia crassipes*, *Echinodorus palaefolius*,
dan *Fimbrytilis globulosa*) Terhadap Perlakuan
Air Asam Tambang Menggunakan Media
KomposTandan Kosong Sawit.

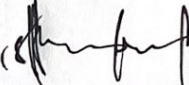
Nama Mahasiswa : Aprilia Sapitri
NIM : 08041381924055
Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk diseminarkan pada tanggal Juni 2023.

Indralaya, Juni 2023

Pembimbing :

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

()

Pembahas :

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

()

2. Doni Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP. 1980010820031210021

()

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



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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aprilia Sapitri

Nim : 08041381924055

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya,
Penulis.

Juni 2023



D75AKX552885927
Aprilia Sapitri
NIM. 08041381924055

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Aprilia Sapitri
NIM : 08041381924055
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/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:

“Respon Pertumbuhan Tanaman Air (*Eichhornia crassipes*, *Echinodorus palaefolius*, dan *Fimbrytilis globulosa*) terhadap perlakuan Air Asam Tambang menggunakan media KomposTandan Kosong Sawit.”

Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelolah dalam bentuk pangkalan data (*data base*), 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,
Penulis

Juni 2023



Aprilia Sapitri

NIM. 08041281924035

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan skripsi ini untuk Keluarga, Harta yang paling berharga dalam hidup saya (Ayah: Aswad dan Ibu: Lindawati), dan Diri saya sendiri yang telah bertahan sampai titik ini.

MOTTO

“Karya mu akan menempati bagian tersendiri dalam hidupmu”

“Untuk masa-masa sulitmu, biarlah Allah yang menguatkanmu. Tugasmu hanya berusaha agar jarak antara kamu dengan Allah tidak pernah jauh”

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat beriring salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa dari zaman kegelapan hingga zaman terang benderang ini. Penelitian ini Respon Pertumbuhan Tanaman Air (*Eichonia crassipes*, *Echinodorus palaefolius*, dan *Fimbrytilis globulosa*) terhadap perlakuan Air Asam Tambang menggunakan media Kompos Tandan Kosong Sawit.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Proposal Penelitian ini tidak luput dari bantuan dan dukungan para dosen dan teman-teman sekalian, untuk itu penulis berterimakasih kepada Bapak Dr. Arum Setiawan. S.Si., M.Si selaku ketua jurusan biologi, dan Bapak Dr. Sarno. M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran dan masukan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu penulis dan Pak Agung selaku pembimbing dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. mohon maaf apabila ada kesalahan dan penulis mengharapkan kritik dan saran kepada para pembaca terkait penulisan tugas akhir ini untuk perbaikan dimasa yang akan datang dan Penulis berharap dapat bermanfaat dan berguna bagi para pembaca.

Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Yth:

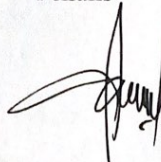
1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE selaku rektor Universitas Sriwijaya.
Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Arum Setiawan, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Arwinskyah Arka, M.Kes selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan selama perkuliahan.
4. Bapak Singgih Tri Wardana, S.Si. M.Si selaku Dosen Pembahas dalam pengerjaan tugas akhir saya.
5. Bapak Doni Setiawan, M.Si sebagai dosen pembahas pada dalam siding akhir skripsi saya.

6. Seluruh dosen dan staff karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
7. Kepada Keluarga saya yang sangat berharga dalam hidup saya, Ayah saya Aswad, Ibu Lindawati S.Pd. I Saudara saya M.Akmal Saputra S.Pd & Istrinya Fitria Anjelina S.Kom, M. Meiladi Saputra S.Pd & Istrinya Evi Kusanti S.Pd Serta kedua ponakanku Al-Kafi Atthallah dan Arshaka Narendra yang menjadi alasan untuk jadi panutan.
8. Kepada sahabatku yang telah banyak membantu selama perkuliahan (Fifi, Indri, Despi, Anggi (uney) dan kak alya yang kenal karena BEM-FMIPA hingga menuntaskan perkuliahan ini bersama.
9. Kepada rekan/ sahabat ku SMA (Rahajeng, Vika, Dita, Ainaya, Diajeng, Tiara, Yasmin) yang sampai sekarang selalu memberi arti sahabat tanpa kenal jarak dan waktu.
10. Kepada sahabat ku sedari kecil (Riri, Rina, dan Dian Yofita) yang telah menjadi support sistem dalam segala hal hidupku.
11. Kepada temanku sedari maba 7 icons (Safa, Zahra, Dhea, Margareth, Nisa, Radhelpia, dan Meisya) yang telah kebersamai disetiap semester hingga akhir.
12. Kepada teman-teman yang kutemukan di akhir perkuliahan Maya, Yasep, wawan, Handini, Anggi ilkel yang telah membantu banyak hal dalam akhir perkuliahanku.
13. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa/I Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Khususnya angkatan 2019.

Penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga kritik dan saran terkait skripsi ini sangat diterima untuk kebaikan di masa yang akan datang.

Indralaya, Juni 2023

Penulis



Aprilia Sapitri

08041381924055

**GROWTH RESPONSES OF WATER PLANTS (*Eichhornia crassipes*,
Echinodorus palaefolius and *Fimbritylis globulosa*) TO THE TREATMENT
OF ACID MINER WATER USING EMPTY PALM OIL FRUIT
COMPOST MEDIA**

Aprilia Sapitri

08041381924055

SUMMARY

Acid mine drainage is water that is formed at mining sites with a low pH value of 1.5 to 4. Management of acid mine drainage should be carried out at every mining company in accordance with the obligations based on Minister of Energy and Mineral. One of the efforts to cope with aquatic plants requires input to be able to grow, namely the addition of compost/organic fertilizer, namely using empty palm compost bunches which have a fairly high nutrient content such as N, P, and K. This was carried out by observing the growth response in acid mine water TKKS treatment media. and Limestone.

This study aims to determine the types of aquatic plants that have the most potential, the best treatment media from different compositions and interactions between plant species and treatment media. Parameters measured were number of leaves, fresh weight of plants were analyzed using ANOVA and Duncan's test for further tests. The data obtained was analyzed by analysis of variance and then followed by the Least Significant Difference Test (LSD) at a confidence level of 0.05. The results of this study indicated that the highest increase in the number of leaves was 8.17 (water hyacinth), the highest increase in plant wet weight was 267.92 (grams), and the best interaction of the average number of leaves and wet weight was in the t2k1 sample. (water hyacinth. Composition of 25% palm bunches: 75% limestone).

Keywords: Mine Acid Water, Aquatic plants (water hyacinth, water jasmine, and mendong), Palm Oil Bunches Compost, and Limestone.

**RESPON PERTUMBUHAN TUMBUHAN AIR (*Eichhornia crassipes*,
Echinodorus palaefolius dan *Fimbritylis globulosa*) TERHADAP
PERLAKUANAIR ASAM TAMBANG MENGGUNAKAN MEDIA
KOMPOS TANDAN KOSONG SAWIT**

Aprilia Sapitri

08041381924055

RINGKASAN

Air asam tambang merupakan air yang terbentuk di lokasi penambangan dengan nilai pH yang rendah yaitu 1,5 hingga 4, Pengelolaan air asam tambang seharusnya dilakukan pada setiap perusahaan pertambangan. Salah satu upaya menanggulangi dengan penanaman Tumbuhan air memerlukan asupan untuk dapat tumbuh yaitu penambahan kompos/pupuk organik yaitu menggunakan Tandan kompos kosong sawit memiliki kandungan hara yang cukup tinggi seperti N, P, dan K. Dilakukan dengan pengamatan respon pertumbuhan pada air asam tambang media perlakuan TKKS dan Batu kapur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis tumbuhan air yang paling berpotensi, media perlakuan yang terbaik dari berbeda komposisi dan interaksi antara jenis tumbuhan dan media perlakuan. Parameter yang diukur ialah Jumlah daun, Berat basah tumbuhan dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan Uji Duncan untuk uji lanjut. Data yang diperoleh, dengan analisis sidik ragam lalu dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 0,05. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah daun paling tinggi 8,17 (eceng gondok), penambahan berat basah tumbuhan paling tinggi 267,92 (gram), dan interaksi terbaik dari rata-rata jumlah daun dan berat basah yaitu pada sampel t2k1 (eceng gondok. Komposisi 25% tandan sawit: 75% batu kapur).

Kata Kunci : Air Asam Tambang, Tumbuhan air (Eceng gondok, melati air, dan mendong), Kompos Tandan Sawit, dan Batu Kapur.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIA	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY	ix
RINGKASAN	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Fitoremediasi	6
2.2 Derajat Keasaman	6
2.3 Air Asam Tambang	7
2.4 Sumber Air Asam Tambang.....	8
2.5 Lahan Basah Buatan.....	9
2.6 Tumbuhan Melati Air.....	10
2.7 Tumbuhan Eceng Gondok.....	12
2.8 Tumbuhan Mendong	15

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Rancangan Percobaan.....	18
3.4 Cara Kerja	19
3.4.1 Sampel Air Asam Tambang	19
3.4.2 Sampel Bahan Organik Kompos Sawit	19
3.4.3 Pengambilan Sampel Tumbuhan Air	19
3.4.4 Persiapan Media Tumbuh (Bioreaktor)	20
3.4.5 Aklimatisasi Tumbuhan Air	20
3.4.6 Tahapan Proses Penanaman Tumbuhan Air	20
3.5. Parameter Pengamatan.....	20
3.5.1 Nilai Guna Famili	31
3.5.2 Pengamatan Perubahan Berat Basah Tumbuhan Air	21
3.5.3 Pengamatan Morfologi Tumbuhan Air	22
3.5.4 Pengamatan Perubahan Berat Basah Tumbuhan Air	21
3.6 Analisis Data	22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Respon Pertumbuhan Tumbuhan Air Melati Air, Eceng Gondok, dan Mendong	23
4.1.1 Pertambahan Jumlah Daun	23
4.1.2 Berat Basah Tumbuhan Air	25
4.2 Analisis Komposisi Media Perlakuan	27
4.3 Interaksi Jenis Tumbuhan Air dan Media Perlakuan Jumlah Daun.....	29
4.4 Pengamatan Secara Morfologi Tumbuhan Air	31

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34

DAFTAR PUSTAKA	35
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	40
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Melati Air (<i>Echinodorus palaefolius</i>)	10
Gambar 2. Eceng gondok (<i>Echinnoria crassipes</i>)	13
Gambar 3. Mendong (<i>Fimbritylis globulosa</i>)	16
Gambar 4. Susunan media dan tumbuhan air pada bak reaktor.....	20
Gambar 5. Kenampakan tanaman kombinasi terbaik	31

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian tumbuhan air eceng gondok, melat air dan mendong pada air asam tambang	18
Tabel 2. Rancangan Percobaan Rancangan Acak Lengkap Faktorial	19
Tabel 3. Rata-rata Pertambahan Jumlah Daun Terhadap Media Perlakuan	24
Tabel 4. Rata-rata pertambahan jumlah daun dan berat basah dan terhadap komposisi media perlakuan.	27
Tabel 5. Uji lanjut interaksi tumbuhan air dan media perlakuan.	29

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air asam tambang merupakan air yang terbentuk di lokasi penambangan dengan nilai pH yang rendah yaitu 1,5 hingga 4 (Nasir *et al.*, 2014). Air asam tambang ini terbentuk dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu air, udara, dan material yang mengandung mineral-mineral sulfida (Nurisman *et al.*, 2012). Senyawa-senyawa *pyrite* yang terlarut menyebabkan pH air menurun dan juga memiliki logam Fe serta Mn yang tinggi.

Dampak yang ditimbulkan air asam tambang bukan hanya di dalam lokasi pertambangan saja, namun yang lebih dikhawatirkan adalah tercemarnya sumber air yang terdapat di luar kawasan tambang dan sangat membahayakan lingkungan khususnya bagi makhluk hidup. Pengelolaan air asam tambang seharusnya dilakukan pada setiap perusahaan pertambangan sesuai dengan kewajiban berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No.7 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pasca Tambang pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara. Umumnya penanganan air asam tambang yang dilakukan di banyak perusahaan tambang adalah dengan menggunakan teknologi aktif dan pasif. Kedua pendekatan tersebut memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing dalam segi efektivitas.

Logam berat yang bersifat toksik salah satunya yaitu logam kromium (Cr). Logam ini pada umumnya ditemukan dalam bentuk persenyawaan kimia. Kromium merupakan logam yang memiliki daya racun tinggi. Daya racun logam ini ditentukan oleh valensi- valensi ionnya. Ion Cr^{6+} merupakan bentuk logam

berat yang sering dipelajari sifat racunnya. Logam ini terdapat biasanya di lingkungan perairan, tanah maupun udara. Logam ini umumnya bersumber dari kegiatan perindustrian, pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar (Asmadi 2009).

Salah satu cara dalam menangani pencemaran air oleh logam Cr diperlukan teknik pengolahan limbah yang tepat, praktis, dan murah. Salah satu cara pengolahan limbah industri yaitu dengan teknik fitoremediasi. Fitoremediasi adalah suatu sistem tanaman tertentu yang dapat melakukan kerja sama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral, dan air), dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/ polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya atau bahkan menjadi bahan berguna secara ekonomi. Tanaman yang dapat digunakan pada penelitian fitoremediasi adalah tanaman yang cepat tumbuh dan mampu mengonsumsi air pada waktu yang singkat dan dalam jumlah yang banyak, mampu meremediasi lebih dari satu polutan, dan toleransi yang tinggi terhadap polutan (Hasyim, 2016).

Salah satu jenis tanaman yang dapat digunakan untuk meremediasi limbah adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Eceng gondok merupakan gulma air karena pertumbuhannya yang begitu cepat, menyebabkan menutupi permukaan air dan menimbulkan masalah pada lingkungan. Namun disisi lain, eceng gondok bermanfaat karena mampu menyerap zat organik, zat anorganik serta logam berat yang merupakan bahan pencemaran (Djo *et al.*, 2017). Eceng gondok juga termasuk tumbuhan yang memiliki toleransi tinggi terhadap logam berat karena mempunyai kemampuan membentuk fitokelatin dimana senyawa *peptide* yang dihasilkan oleh tanaman mampu mengkhelat logam dalam jumlah

yang besar.

Sebagai media tumbuh pada tumbuhan air digunakan Kompos/pupuk organik yang sudah matang umumnya berwarna gelap (coklat kehitaman) teksturnya remah dan tidak lagi terlihat bentuk asalnya. Tumbuhan air memerlukan asupan untuk tumbuh yaitu penambahan kompos/pupuk organik yang masih mentah (belum terurai) dapat mengakibatkan N tanah yang diserap tanaman akan berkurang. Sebaliknya jika menambah kompos/pupuk organik yang sudah matang maka akan menyumbang N kedalam tanah dan tanaman mendapatkan tambahan N untuk pertumbuhan tanaman (Firmansyah, 2011).

Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) juga mampu memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Jika diberikan dalam jumlah banyak maka akan semakin baik dalam memperbaiki kesuburan tanah. Limbah TKKS dapat dimanfaatkan sebagai sumber pupuk organik yang dibutuhkan oleh tanah dan tanaman. TKKS memiliki kandungan hara yang cukup tinggi seperti N, P, dan K dan pH sebesar 10,9 (Udoetok, 2012).

Ketersediaan tandan kosong sebagai sumber bahan organik di Sumatera Selatan sangat melimpah, mengingat ada 73 pabrik pengelolaan Kelapa Sawit yang beroperasi di wilayah tersebut. Ketersediaan dan keberlimpahan tandan sawit menjadi pertimbangan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengolahan air asam tambang. Kualitas bahan organik harus menjadi pertimbangan sebelum digunakan dalam pengolahan air asam tambang. Selain itu, menurut studi yang dilakukan menunjukkan bahwa tandan kosong kelapa sawit memiliki kemampuan mengurangi kekeruhan dan kandungan logam dalam air terutama Fe dan Mn. Kandungan gugus fungsional seperti hidroksil dan asam karboksilat diklaim sebagai

proses utama dalam adsorpsi zat warna dan ion logam dalam bentuk khelasi. Ion logam, seperti besi (Fe), mangan (Mn) dan timbal (Pb) mengalami adsorpsi yang kuat sehingga menjadi stabil ikatannya (Khosravihaftkhany *et al.*, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manakah Jenis Tumbuhan Air (*Eichhornia crassipes*, *Echinodorus palaefolius* dan *Fimbritylis globulosa*) yang paling baik dalam proses Respon Pertumbuhan dengan media perlakuan?
2. Komposisi media yang manakah yang terbaik dalam proses media perlakuan pertumbuhan?
3. Bagaimanakah interaksi kombinasi antara Jenis Tumbuhan air (*Eichhornia crassipes*, *Echinodorus palaefolius* dan *Fimbritylis globulosa*) dan komposisi media perlakuan pada Respon Pertumbuhan.

1.3 Tujuan

Dengan mengacu pada permasalahan penelitian di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jenis tumbuhan air (*Eichhornia crassipes*, *Echinodorus palaefolius* dan *Fimbritylis globulosa*) yang paling baik dalam respon pertumbuhan dengan perlakuan yang berbeda.
2. Mengetahui komposisi media yang terbaik dalam proses perlakuan respon pertumbuhan tumbuhan air.
3. Mengetahui interaksi antara jenis tumbuhan dan komposisi perlakuan tumbuhan air (*Eichhornia crassipes*, *Echinodorus palaefolius* dan *Fimbritylis globulosa*).

1.3 Manfaat Penelitian

Berdasarkan pemaparan masalah dan tujuan penelitian yang telah dirumuskan di atas, maka manfaat yang diharapkan dari penelitian mengenai efektifitas, respon dan kemampuan tumbuh dari air asam tambang adalah sebagai berikut:

1. Manfaat untuk praktisi (industri), sebagai referensi bagi perusahaan tambang dalam menentukan jenis tanaman air pada proses fitoremediasi air asam tambang.
2. Manfaat untuk ilmu pengetahuan (akademis), penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi dalam menentukan jenis tumbuhan air pada proses fitoremediasi Air Asam Tambang (AAT).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L. 2011. Unsur Hara Mikro I (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Co): Manfaat Kebutuhan Kahat dan Keracunan, Ed ke-1.
- 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.
- Arisandy, F., Estuningsih, S. P., & Juswardi, J. (2018). Pengaruh Penambahan Beberapa Konsentrasi Pupuk NPK dan Air Asam Tambang Pada Proses Fitoremediasi oleh *Eleocharis dulcis* (Burm. F) Trin. Ex. Henschel. *Jurnal Penelitian Sains*, 20(2), 44-49.
- Asmadi, A., Endro, S., & Oktiawan, W. (2009). Pengurangan chrom (Cr) dalam limbah cair industri kulit pada proses tannery menggunakan senyawa alkali Ca (OH) 2, NaOH dan NaHCO3 (Studi Kasus PT. Trimulyo Kencana Mas Semarang). *Jurnal Air Indonesia*, 5(1).
- Asra, G., Simanungkalit, T., & Rahmawati, N. (2014). Respons pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit dan zeolit terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre nursery. *Agroekoteknologi*, 3(1).
- Azwari, F., & Joko, T. (2019). Fitoremediasi Logam Fe dalam Air Asam Tambang Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Buletin Loupe*, 15(2), 42-45.
- Baroroh, F., & Irawanto, R. (2016). Seleksi Tumbuhan Akuatik Berpotensi Dalam Fitoremediasi Air Limbah Domestik di Kebun Raya Purwodadi. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Caroline, J., & Moa, G. A. (2015, October). Fitoremediasi logam timbal (Pb) menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada limbah industri peleburan tembaga dan kuning. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III* (pp. 733-744).
- Dewi, T., & Hindersah, R. (2009). Konsentrasi kadmium dan timbal di tanaman mendong yang ditanam di tanah sawah dengan aplikasi azotobacter dan arang aktif. *Agrikultura*, 20(3).
- Djo, Y. H. W., Suastuti, D. A., Suprihatin, I. E., & Sulihingtyas, W. D. (2017). Fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk menurunkan COD dan kandungan Cu dan Cr limbah cair laboratorium analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 5(2), 137-144.
- Faridah, A., Sumiyati, S. & Handayani, D. S. (2014) „Studi Perbandingan

Pengaruh Penambahan Aktivator Agri Simba Dengan Mol Bonggol Pisang Terhadap Kandungan Unsur Hara Makro (Cnpk) Kompos Dari Blotong (Sugarcane Filter Cake) Dengan Variasi Penambahan Kulit Kopi*, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 3, No.1: 1-9.

Fitra, F. K. (2022). Overview Metode Fitoremediasi Terhadap Penyerapan Logam Berat Pada Air Terkontaminasi Menggunakan Jenis Tumbuhan Air. *ReTII*, 247-254.

GUNARSA, A. A. S. S. C. (2018). *FITOREMEDIASI MERKURI PADA AIR LIMBAH TAMBANG EMAS RAKYAT MENGGUNAKAN MENDONG(FIMBRISTYLIS GLOBULOSA)(RETZ.) KUNTH* (Doctoral dissertation UniversitasGadjah Mada).

Hall JI. 2002. Cellular Mechanism For Heavy Metals Detoxification And Tolerance. *J. Experimental Botany* 53 (366): 1-11.

Haryanti, S., Setiari, N., Hastuti, R. B., Hastuti, E. D., & Nurchayati, Y. (2009). Respon Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) di Berbagai Perairan Tercemar.

Hasyim, N. A. (2016). *Potensi Fitoremediasi Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Dalam mereduksi logam berat seng (Zn) dari perairan danau tempe kabupaten wajo* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).

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). *ADHUM (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Administrasi dan Humaniora)*, 7(1), 44-52.

Hidayat, M. F. (2014). Penurunan Kandungan Zat Warna pada Limbah Songket Menggunakan membrane Komposit Berbasis Kitosan-PVA secara Ultrafiltrasi.

Hirliana, N., & Ariati, Z. (2021). Pengaruh BAP dan NAA terhadap Waktu Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) secara In Vitro. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 1(1), 10-18.

Imtiyaz, J. D., dan Rachmadiarti, F. (2020). Kemampuan Tapak Dara Air (*Ludwigia adscendens*) sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen. *LenteraBio*, 9 (1), 51-57.

Kasman, M., Riyanti, A., & Kartikawati, C. E. (2019). Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) Pada Lumpur Instalasi Pengolahan Air Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*). *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1),7-10.

- Khosravihaftkhany, S., Morad, N., Teng, T. T., Abdullah, A. Z., & Norli, I. (2013). „Biosorption of Pb(II) and Fe(III) from aqueous solutions using oil palm biomass adsorbents“, *Water, Air, and Soil Pollution*, 224(3), 1455 – 1468.
- Koesputri, A. S., Nurjazuli, N., & Dangiran, H. L. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Dengan Sistem Subsurface Flow Wetlands Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Fosfat Dalam Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 4(4), 771-778.
- Kurniawati, L. D. (2018). Pemanfaatan Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius* Nees & Mart. Jf Macbr.) Sebagai Agen Fitoremediasi Pada Air Di Daerah Aliran Sungai Opak Desa Banyakan, Piyungan Bantul. 78.
- Lewenussa A. 2009. Pengaruh mikoriza dan bio Organik terhadap pertumbuhan bibit *Cananga odorata* (Lamk) Hook.fet & Thoms [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Mansur, I., Rizkyandana, A., & Priyanto, P. (2022). Ketahanan Bibit Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*) pada Berbagai Media Tercemar Air Asam Tambang. *Journal of Tropical Silviculture*, 13(03), 208-217.
- Marianto, L. A. (2001). Merawat dan Menata Tanaman Air. AgroMedia Pustaka Jakarta.
- Marzuki, I., & Sattar, S. (2019). *Aplikasi Mikrosimbion Spons dalam Bioremediasi Lingkungan*. CV. Tohar Media.
- Michelle B. Da Cruz, Rosane Aguiar, dan Jaime W. Vargas de Mello. 2010. *Phytoremediation of Acid Mine Drainage by Aquatic Floating Macrophytes*. INCT-ACQUA – Annual Report-Institute of Science dan Technology for Mineral Resource. *Water dan Biodiversity*.
- Moi, A. R. (2015). Pengujian pupuk organik cair dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea*). *Jurnal MIPA*, 4(1), 15-19.
- Musapana, S., Dewi, E. R. S., & Rahayu, R. C. (2020). EFEKTIVITAS SEMANGGI AIR (*Marsilea crenata*) TERHADAP KADAR TSS PADA Fitoremedia. *Florea: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 7(2), 92-97.
- Nasir, S., Purba, M., Sihombing, O., 2014. Pengolahan Air Asam Tambang Dengan Menggunakan Membran Keramik Berbahan Tanah Liat, Tepung Jagung dan Serbuk Besi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Nassar, M. M., Ewida, K. T., Ebrahiem, E. E., Magdy, Y. H., & Mheaedi, M. H. (2004) „Adsorption Of Iron And Manganese Using Low Cost Materials As

- Adsorbents”, *Journal Of Environmental Science And Health. Part A, Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, Vol. 39, No. 1: 421 – 434.
- Notohadiprawiro, T. (1997, December). Lahan Basah: Terra Incognita. In *Prosiding Seminar Nasional Pemberdayaan Lahan Basah Pantai Timur Sumatera yang Berwawasan Lingkungan Menyongsong Abad ke (Vol. 21, pp. 1-10).*
- Nur, F. (2013). Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(1), 74–83.
- Nurisman, E., Cahyadi, R., & Hadriansyah, I. (2012). Studi terhadap Dosis Penggunaan Kapur Tohor (CaO) pada Proses Pengolahan Air Asam Tambang pada Kolam Pengendap Lumpur Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 5.
- Prasetya, A., Prihutami, P., Warisaura, A. D., Fahrurrozi, M., & Petrus, H. T. B.M. (2020). Characteristic of Hg removal using zeolite adsorption and *Echinodorus palaefolius* phytoremediation in subsurface flow constructed wetland (SSF-CW) model. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(3), 103781.
- Purwanti, P., Elystia, S., & Sasmita, A. (2014). *Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Typha latifolia* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Purnamawati, R., Taufikurahman, R. A., Putra, C. R., Dzakamala, D., Rahmatilah, F., & Ashgi, F. (2020). The physiological responses of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (mart). Solms) and water lettuce (*Pistia stratiotes* L.) as trivalent chromium bioaccumulator. *3BIO Journal of Biological Science Technology and Management*, 2(1), 2655-8777.
- Putri, R. W. P., & Estuningsih, S. P. (2021, September). Akumulasi Logam Terserap pada Mendong (*Fimbristylis globulosa* Retz. Kunth) dalam Fitoremediasi Air Asam Tambang di Wetland PIT 07 Banko Barat. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 1, No. 1, pp. 29-36).
- Qomariyah, S., Sobriyah, S., Koosdaryani, K., & Muttaqien, A. Y. (2017). Lahan Basah Buatan sebagai Pengolah Limbah Cair dan Penyedia Air Non-Konsumsi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(1), 25-32.
- Riwandi Dan Munawar. (2007) Uji Laboratorium Sifat-Sifat Limbah Organik Dan Mekanisme Remediasi Air Asam Tambang. Program Ilmu Tanah Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.
- Said, N. I. (2014). Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara“Alternatif

- Pemilihan Teknologi". *Jurnal Air Indonesia*, 7(2).
- Skinner, K., Wright, N., & Porter-Goff, E. (2007). Mercury uptake and accumulation by four species of aquatic plants. *Environmental pollution*, 145(1), 234-237.
- Subagio, A. A., Mansur, I., & Sari, R. K. (2018). Pemanfaatan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*) di Lahan Pasca Tambang Batubara. *Journal of Tropical Silviculture*, 9(3), 160-166.
- Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Evitasari, D. S., & Satriawan, D. (2020). Mekanisme Fitoremediasi. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(02).
- Sulistiyarto, B. (2017). Akumulasi logam besi (Fe) pada tumbuhan air di sungai Sebangau, Kalimantan Tengah. *JURNAL ILMU HEWANI TROPIKA (JOURNAL OF TROPICAL ANIMAL SCIENCE)*, 6(2), 85-89.
- Suryanto, H., Marsyaho, E., Irawan, Y. S., & Soenoko, R. (2014). Morphology, structure, and mechanical properties of natural cellulose fiber from mendong grass (*Fimbristylis globulosa*). *Journal of Natural Fibers*, 11(4), 333-351.
- Udoetok, I. A. (2012). Characterization of ash made from oil palm empty fruit bunches (oefb). *International Journal of Environmental Sciences*, 3(1), 518-524.
- W. Larcher, *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. 2003.
- Wang, J., Fu, G., Li, W., Shi, Y., Pang, J., Wang, Q., ... & Liu, J. (2018). The effects of two free-floating plants (*Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes*) on the burrow morphology and water quality characteristics of pond loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) habitat. *Aquaculture and Fisheries*, 3(1), 22- 29.
- Widodo, A., Suharti, P., & Listiana, L. (2016). *PENGARUH FILTRAT ECENG GONDOK (Eichhornia crassipes) PADA MEDIA AB MIX TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KANGKUNG (Ipomoea reptans, Poir) DENGAN Hidroponik Wick System DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI MEDIA INFORMASI BAGI PENDIDIKAN KE MASYARAKAT* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surabaya).
- Yonathan, A., Prasetya, A. R., & Pramudono, B. (2013). Produksi Biogas dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*): Kajian Konsistensi dan pH Terhadap Biogas Dihasilkan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 211-215.
- 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.