

**PEMANFAATAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA)
PADA FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR LOGAM
BERAT BESI (Fe) MENGGUNAKAN TANAMAN LIDAH
MERTUA (*Sansiviera trifasciata*)**

SKRIPSI

OLEH:

TIO HOTMAN SIAGIAN

20.821.0076



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 30/12/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repositorv.uma.ac.id)30/12/24

**PEMANFAATAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA)
PADA FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR LOGAM
BERAT BESI (Fe) MENGGUNAKAN TANAMAN LIDAH
MERTUA (*Sansiviera trifasciata*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh Gelar Sarjana di Program Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Medan Area*



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**


Judul : Pemanfaatan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Besi (Fe) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*)
Nama : Tio Hotman Siagian
NPM : 208210076
Fakultas : Pertanian

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Indah Aprilia, SP, M. Si
Pembimbing

Diketahui Oleh:



Panjang Hernosa, SP, M.Si
Dekan



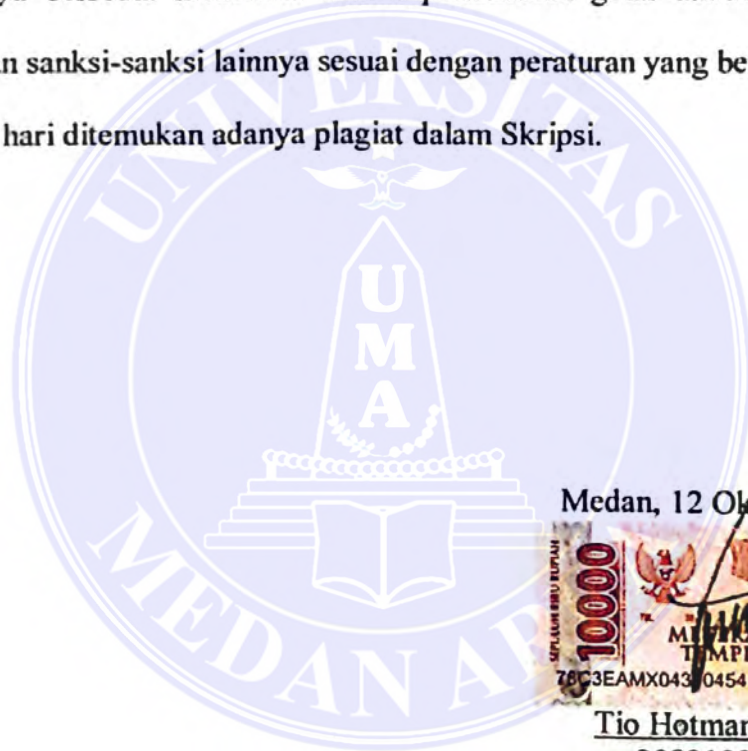
Angga Ade Sahfitra, SP, M.Sc
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 12 September 2024

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan bahwa Skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam Skripsi.



Medan, 12 Oktober 2024



Tio Hotman Siagian
208210076

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tio Hotman Siagian

NPM : 208210076

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya **Pemanfaatan Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Besi (Fe) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansiviera trifasciata*)**. Dengan hak bebas royalti noneklusif ini universitas medan area berhak menyimpan, mengalih media atau formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Medan

Pada Tanggal : 12 Oktober

Yang Menyatakan



Tio Hotman Siagian

ABSTRACT

Fitoremediasi merupakan proses pengurangan kontaminan media tanah atau air dengan menggunakan tanaman untuk membantu mengurangi pencemaran pada lingkungan. Pencemaran lingkungan berasal dari aktivitas industri seperti pertambangan dan limbah hasil pabrik. Pencemaran yang dihasilkan dari aktivitas industri ini dapat berupa logam berat yang akan terakumulasi dalam jumlah yang banyak di dalam tanah. Logam berat besi (Fe) apabila terakumulasi dalam jumlah yang banyak sangat berbahaya terhadap lingkungan terutama bagi Kesehatan tanah, tanah yang terkontaminasi logam berat besi (Fe) secara berlebihan dapat menjadi toksik bagi tanaman yang mengakibatkan tanaman sulit untuk bertumbuh dan dapat menyebabkan kematian pada tanaman. Maka dari itu sangat perlu mengatasi pencemaran lingkungan dampak dari aktivitas industry tersebut dengan memanfaatkan teknologi fitoremediasi menggunakan tanaman lidah mertua (*Sansivieria trifasciata*) dengan penambahan fungi mikoriza arbuskula pada proses akumulasinya. Pada penelitian ini penanaman tanaman lidah mertua pada tanah tercemar yang sudah disimulasi dengan logam berat besi (Fe) dengan kadar tercemar sebesar 13,52 ppm. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen yang di bagi menjadi 3 perlakuan yaitu (A) Tanah Kontrol tanpa tanaman lidah mertua dan tanpa fungi mikoriza arbuskula. (B) Tanah dengan tanaman lidah mertua dan tanpa fungi mikoriza arbuskula. (C) Tanah dengan tanaman lidah mertua dan penambahan fungi mikoriza arbuskula, dan diulang sebanyak 3 ulangan pada masing masing perlakuan. Pada penelitian ini hasil dari akumulasi logam berat besi dengan penambahan fungi mikoriza arbuskula lebih banyak terserap oleh tanaman dibandingkan dengan tanaman lain yang tanpa penambahan fungi mikroriza arbuskula, yaitu dapat menurunkan kadar dengan kandungan awal 13,52 ppm turun menjadi 2,98 ppm mampu mengurangi hingga 77,95% dari kadar tercemar. Maka dapat disimpulkan fungi mikoriza arbuskula berpengaruh nyata efektif membantu tanaman dalam melakukan penyerapan logam berat besi (Fe) dari dalam tanah.

Kata Kunci: Fitoremediasi, Fungi mikoriza arbuskula, Kandungan logam berat besi (Fe),

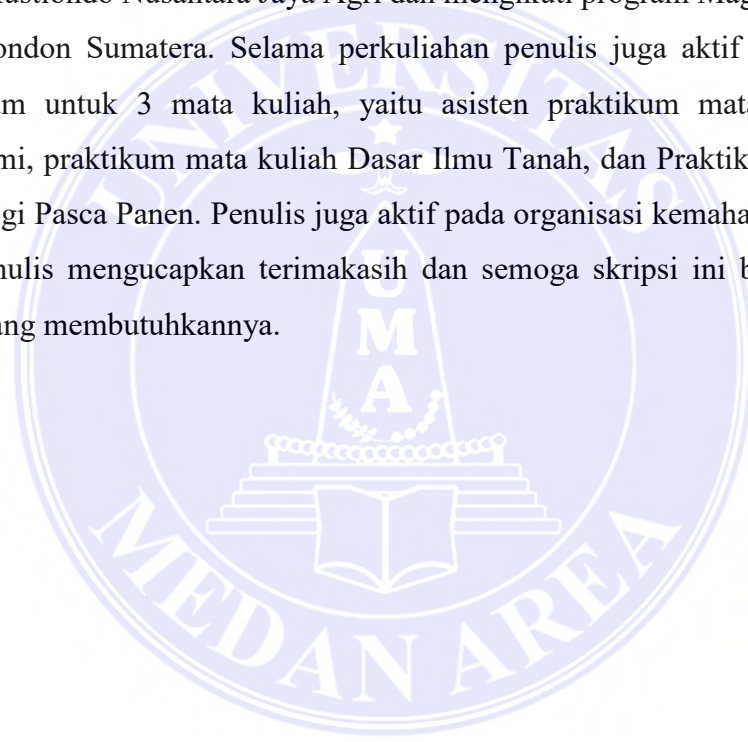
ABSTRACT

*Phytoremediation is the process of reducing soil or air contaminants by using plants to help reduce environmental pollution. Environmental pollution comes from industrial activities such as mining and factory waste. Pollution resulting from these industrial activities can be in the form of heavy metals that will accumulate in large quantities in the soil. Heavy metal iron (Fe) if accumulated in large quantities is very dangerous to the environment, especially for soil health, soil contaminated with excessive heavy metal iron (Fe) can be toxic to plants which makes it difficult for plants to grow and can cause plant death. Therefore, it is very necessary to overcome environmental pollution from industrial activities by utilizing phytoremediation technology using snake plants (*Sansivieria trifasciata*) with the addition of arbuscular mycorrhizal fungi in the accumulation process. In this study, snake plants were planted on contaminated soil that had been simulated with heavy metal iron (Fe) with a contaminated level of 13.52 ppm. This study was conducted using an experimental method which was divided into 3 treatments, namely (A) Control soil without snake plants and without arbuscular mycorrhizal fungi. (B) Soil with snake plants and without arbuscular mycorrhizal fungi. (C) Soil with snake plants and the addition of arbuscular mycorrhizal fungi, and repeated 3 times in each treatment. In this study, the results of the accumulation of heavy metal iron with the addition of arbuscular mycorrhizal fungi were absorbed more by plants compared to other plants without the addition of arbuscular mycorrhizal fungi, namely being able to reduce levels with an initial content of 13.52 ppm down to 2.98 ppm, able to reduce up to 77.95% of the contaminated levels. So it can be concluded that arbuscular mycorrhizal fungi have a real effect in helping plants absorb heavy metal iron (Fe) from the soil.*

Keywords: Phytoremediation, Arbuscular mycorrhizal fungi, Heavy metal iron (Fe)

RIWAYAT HIDUP

Penulis di lahirkan di Langkimat, 12 Januari 2002, merupakan anak ke lima (5) dari lima (5) bersaudara dari pasangan Bapak Ebinsar Siagian dan Ibu Ratna Nurita Tampubolon. Tahun 2014 lulus dari Sekolah Dasar Eka Pendawa Sakti PT Autindo Nusantara Jaya Agri. Tahun 2017 lulus dari Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Simangambat, Kecamatan Simangambat. Tahun 2020 lulus Sekolah Menengah Atas Santa Maria Medan, Kota Medan. pada tahun 2020 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Selama mengikuti perkuliahan pada tahun 2023 penulis telah melaksanakan Praktek Kerja Lapangan di PT. Austiondo Nusantara Jaya Agri dan mengikuti program Magang MBKM di PT.P London Sumatera. Selama perkuliahan penulis juga aktif sebagai asisten praktikum untuk 3 mata kuliah, yaitu asisten praktikum mata kuliah Dasar Agronomi, praktikum mata kuliah Dasar Ilmu Tanah, dan Praktikum mata kuliah Teknologi Pasca Panen. Penulis juga aktif pada organisasi kemahasiswaan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkannya.



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas seluruh rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi penelitian yang berjudul **“PEMANFAATAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) PADA FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR LOGAM BERAT BESI (Fe) MENGGUNAKAN TANAMAN LIDAH MERTUA (*Sansiviera trifasciata*)”** ini dengan semestinya. Skripsi ini ditulis bertujuan memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Siswa Panjang Hernosa, SP, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
2. Bapak Angga Ade Sahfitra S.P., M.P selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
3. Ibu Indah Apriliya, SP, M. Si selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, serta meluangkan waktu ditengah kesibukannya, memberikan arahan dan pengajaran, saran, kritikan, dan motivasi selama penyusunan skripsi penelitian ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh Staff dan Pegawai Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
5. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Ebinsar Siagian dan Ibunda Ratna Nurita Tampubolon yang telah banyak memberi dukungan moral maupun material serta motivasi kepada penulis.

6. Kepada seluruh saudara penulis yaitu Marusaha Siagian, Jefri Siagian, Erika Wati Siagian dan Daniel Siagian untuk segala dukungan dan semangat yang sudah di berikan serta saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini.
7. Serta semua pihak yang telah membantu menyusun skripsi penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Demikian skripsi penelitian ini penulis menyadari bahwa skripsi penelitian ini tak luput dari kekurangan dan kesempurnaan karena keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki penulis. Semoga skripsi penelitian ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi terhadap kemajuan pertanian Indonesia.

Medan, 06 Agustus 2024

Penulis

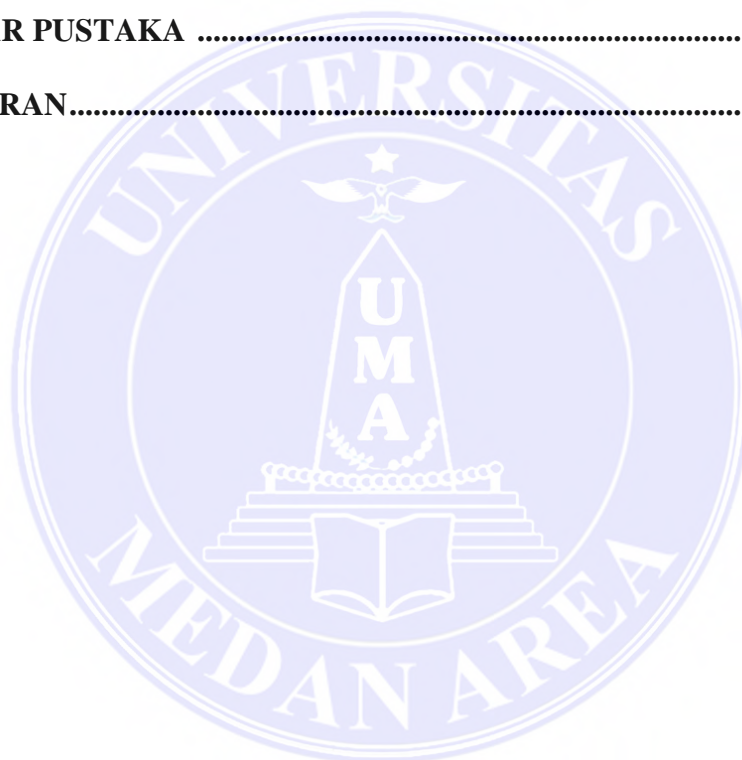
Tio Hotman Siagian

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Logam Berat Besi (Fe)	5
2.2 Pencemaran Logam Berat Besi (Fe)	5
2.3 Karakteristik Tanah Terkontaminasi Logam Berat Besi (Fe)	6
2.4 Dampak Pencemaran Besi (Fe) Pada Tanah	8
2.5 Bioremediasi	9
2.6 Fitoremediasi	11
2.6.1 Mekanisme Kerja Fitoremediasi	12
2.7 Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)	15
2.8 Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>)	17
2.8.1 Klasifikasi Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>)	18
2.8.2 Morfologi Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>)	19
2.8.3 Manfaat Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>)	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	22

3.2 Tahapan Umum Penelitian.....	22
3.3 Alat dan Bahan	22
3.3.1 Alat	22
3.3.2 Bahan	22
3.4 Metode Penelitian	23
3.5 Pelaksanaan Penelitian	24
3.5.1 Simulasi Tanah Tercemar Besi (Fe)	24
3.5.2 Eksperimen Fitoremediasi.....	25
3.5.3 Analisis Kandungan Besi (Fe), pH, Kandungan C-organik dan KTK Tanah Setelah Perlakuan	25
3.5.4 Penanaman Tanaman Lidah Mertua	25
3.5.5 Pengukuran Tinggi Tanaman Lidah Mertua	26
3.5.6 Aplikasi Fungsi Mikoriza Arbuskula (FMA)	27
3.5.7 Pengambilan Sampel Tanah Sesudah Fitoremediasi	27
3.6 Parameter Penelitian	27
3.6.1 Analisis Kandungan Besi (Fe) Tanah Setelah Fitoremediasi	27
3.6.2 Analisis pH Tanah Setelah Fitoremediasi	28
3.6.3 Analisis Kandungan Organik Tanah Setelah Fitoremediasi	29
3.6.4 Tinggi Tanaman Lidah Mertua Setelah Fitoremediasi	30
3.7 Analisis Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Kriteria Kesuburan Tanah	32
4.1.1 Analisis Logam Berat Besi (Fe) Setelah Fitoremediasi	35
4.1.2 Analisis pH Tanah Pada Saat Dan Setelah Fitoremediasi.....	39

4.1.3 Analisis Kandungan C-organik Tanah Setelah Fitoremediasi	38
4.1.4 Analisis Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah Setelah Fitoremediasi ..	45
4.1.5 Pengamatan Tinggi Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansivieria trifasciata</i>) Setelah Fitoremediasi	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mekanisme tanaman dalam menyerap polutan pada metode Fitoremediasi	11
Gambar 2. Ilustrasi mekanisme Fitoekstraksi	12
Gambar 3. Ilustrasi mekanisme Rhizofiltrasi	13
Gambar 4. Ilustrasi mekaniseme Fitodegradasi	14
Gambar 5. Ilustrasi mekanisme Fitostabilisasi	14
Gambar 6. Ilustrasi mekanisme Fitovolatilisasi	15
Gambar 7. Mikoriza Arbuskula dengan pasir sebagai media tumbuh	16
Gambar 8. Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansivieria trifasciata</i>)	19
Gambar 9. Diagram Alir penelitian.....	23
Gambar 10. Ilustrasi penanaman tanaman lidah mertua	26
Gambar 11. Kandungan logam berat besi (Fe) sebelum dan setelah proses fitoremediasi pada tanah	35
Gambar 12. Efisiensi akumulasi logam berat besi (Fe).....	38
Gambar 13. Analisis pH Tanah Selama Proses Fitoremediasi.....	39
Gambar 14. Kandungan C-organik Tanah Sebelum dan Setelah Fitoremediasi	42
Gambar 15. Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah Sebelum dan Setelah Fitoremediasi	46
Gambar 16. Tinggi Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansivieria trifasciata</i>)	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Tanaman Lidah Mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>)	18
Tabel 2. Study Literatur Penelitian	22
Tabel 3. Kriteria Kesuburan Tanah.....	32



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian	55
Lampiran 2. Jadwal Penelitian	56
Lampiran 3. Hasil Analisis Awal Tanah	57
Lampiran 4. Hasil Analisis Akhir Tanah Kontrol	57
Lampiran 5. Hasil Analisis Akhir Tanah Dengan Perlakuan	58
Lampiran 6. Tabel Hasil Analisis Logam Berat Besi (Fe)	59
Lampiran 7. Tabel Hasil Analisis Kandungan C-organik Tanah	60
Lampiran 8. Tabel Hasil Analisis Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah	61
Lampiran 9. Tabel Pengamatan pH Tanah	62
Lampiran 10. Tabel Pengamatan Tinggi Tanaman Lidah Mertua	62
Lampiran 11. Proses Pengambilan Media Tanam	63
Lampiran 12. Dokumentasi Proses Penelitian	64

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan hidup pada era industri saat ini merupakan permasalahan yang sangat serius yang terjadi dalam berbagai bentuk di lingkungan seperti pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara, dan limbah pabrik. Pencemaran lingkungan ini dapat disebabkan oleh pembuangan limbah cair dan padat dari kegiatan produksi industri, seperti limbah dari pertambangan, pabrik tekstil, dan pabrik kimia. Zat berbahaya dan gas beracun dari proses produksi, seperti logam-logam berat, sulfur dioksida, dan nitrogen oksida dapat di hasilkan dari aktivitas industry tersebut yang dapat sangat membahayakan bagi lingkungan karena logam berat tersebut tidak dapat terurai secara alami pada lingkungan.

Ada beberapa daerah di Indonesia saat ini yang mengalami masalah serius pencemaran logam berat pada tanah. Salah satunya di Kabupaten Tegal, Jawa Tengah dengan total wilayah tercemar seluas 496 hektar di Indonesia masih terkontaminasi limbah bahan beracun dan berbahaya atau B3 yang berasal dari pencemaran merkuri akibat dari penambangan emas tanpa izin sehingga pencemaran tidak ter control (Pradipta Pandu, 2021). Dampak dari polusi industri dapat mencemari kualitas perairan, melepaskan racun ke udara, dan merusak kualitas tanah sehingga menyebabkan berkurangnya jumlah mikroorganisme seperti bakteri di dalam tanah, dan dapat menghentikan aktivitas biologis tanah. Proses penambangan ini dapat mengakibatkan terlepasnya logam berat ke lingkungan jika tidak dikelola

dengan baik. Logam berat yang melimpah di dalam tanah dan bersifat racun adalah besi (Fe). Zat besi (Fe) akan mempengaruhi kesehatan manusia antara lain menyebabkan keracunan, kerusakan pencernaan, penuaan dini dan kematian mendadak, arthritis, cacat lahir, gusi berdarah, dan kanker, sirosis, sembelit, diabetes, diare, pusing, kelelahan, hepatitis, hipertensi, susah tidur.

Untuk mengurangi kontaminasi tanah oleh logam berat dapat dicapai dengan menggunakan Teknik Remediasi. Salah satu solusi efektif mengurangi polutan logam-logam berat pada tanah seperti besi (Fe) yaitu menggunakan metode fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan metode penggunaan tanaman untuk membersihkan, meminimalkan dan menghilangkan polutan dalam tanah. Fitoremediasi berkembang pesat karena memiliki beberapa keunggulan yaitu sederhana, efektif, hemat biaya, dan ramah lingkungan (Rismawati, 2012). Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai proses penanganan pencemaran logam berat pada tanah. Beberapa tanaman yang dapat digunakan sebagai fitoremediasi diantaranya tanaman Lidah Mertua (*Sansiviera trifasciata*), Jarak Pagar (*Jatropha curcas*), akar wangi (*vetiver zizanioides*), dan ganja (*canna x genericis*). Dalam penelitian ini peneliti menggunakan tanaman Lidah Mertua (*Sansiviera trifasciata*). Manfaat tanaman Lidah Mertua adalah sebagai hiperakumulator yang dapat menyerap polutan dan mampu tumbuh pada kondisi lingkungan yang tidak sesuai dan tanaman lidah mertua juga merupakan tanaman yang sangat mudah ditemukan oleh masyarakat. Penambahan Mikoriza Arbuskula (FMA) pada penelitian ini dilakukan

untuk membantu tanaman meningkatkan penyerapan unsur hara serta penyerapan kandungan logam berat yang meresidu di dalam tanah, kemudian juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap lingkungan yang kurang sesuai. Tanaman Lidah Mertua termasuk tumbuhan yang mempunyai kemampuan menyerap polutan di udara dan logam berat di dalam tanah dengan jumlah besar ke dalam jaringan tumbuhan. Oleh karena itu tanaman Lidah Mertua dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi untuk mengurangi pencemaran tanah akibat logam-logam berat di dalam tanah.

Atas dasar uraian tersebut di atas, maka peneliti melakukan penelitian remediasi lahan menggunakan teknik fitoremediasi menggunakan tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*) dan penambahan Mikoriza Arbuskula (FMA) untuk membantu tanaman menyerap logam berat besi (Fe) dari lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana potensi tanaman Lidah Mertua sebagai fitoremediasi untuk mengurangi pencemaran tanah oleh logam berat Besi (Fe)?
2. Bagaimana pengaruh Mikoriza Arbuskula (FMA) dalam proses fitoremediasi tanah tercemar logam berat Besi (Fe) menggunakan tanaman Lidah Mertua.?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui potensi tanaman Lidah Mertua (*Sansiviera trifasciata*) dalam mengurangi pencemaran tanah dari logam berat Besi (Fe)
2. Mengetahui pengaruh pemberian Mikoriza Arbuskula (FMA) pada proses fitoremediasi tanah tercemar logam berat Besi (Fe)

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya, maka manfaat yang di peroleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah ilmu pengetahuan dan wawasan dalam pemanfaatan tanaman Lidah Mertua dalam mereduksi logam berat besi (Fe) sehingga dapat mengurangi pencemaran tanah.
2. Penelitian ini dapat membantu dalam pemulihan lahan tercemar logam berat sehingga dapat digunakan kembali untuk pertanian dan tujuan lainnya.

1.5 Hipotesis

Fungi Mikoriza Arbuskula berpengaruh nyata terhadap fitoremediasi tanah tercemar menggunakan tanaman Lidah Mertua (*Sansiviera trifasciata*) dalam penyerapan logam berat besi (Fe) dan penambahan kandungan organik di dalam tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat Besi (Fe)

Besi (Fe) merupakan logam berat yang paling umum digunakan dan disebut unsur kimia Fe dengan nomor atom 26. Merupakan logam berat karena memiliki massa atom yang relatif besar yaitu sekitar 55,85 gram per mol. Logam berat besi ini terdapat secara alami di kerak bumi dan merupakan salah satu logam yang paling melimpah di kerak bumi. Sifat-sifat Logam Berat Besi merupakan logam berwarna abu-abu keperakan yang keras, kuat dan tahan terhadap korosi apabila terpapar udara kering. Namun besi mudah berkarat jika terkena air dan oksigen sehingga mengakibatkan terbentuknya karat (oksida besi) (Ardistya Desyanti Putri, 2021). Besi (Fe) merupakan logam esensial yang dibutuhkan organisme hidup dalam jumlah tertentu. Namun jika keberadaannya melebihi batas optimal, tidak menutup kemungkinan zat besi dapat merusak dinding usus dan menimbulkan kerusakan lingkungan dan ekosistem juga berbahaya bagi manusia.

2.2 Pencemaran Logam Berat Besi (Fe)

Pencemaran logam berat di lingkungan mengacu pada masuknya logam berat berbahaya ke dalam ekosistem alam, yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, makhluk hidup, dan manusia. Kadar besi yang terdapat di tanah secara alami berkisar antara 2 sampai 5% saja dari berat total tanah, apabila kadar zat besi pada tanah melebihi total tersebut maka tanah sudah di anggap tercemar oleh logam berat besi (Fe)

(Supriyanto, Zainul Kamal, 2006). Logam berat seperti besi, mangan, seng, kadmium, kromium, tembaga, timbal, nikel dan merkuri dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan gangguan kesehatan seperti penyakit menular pada rantai makanan, penyebaran jamur dan kerusakan sumber daya alam yang mempunyai dampak besar terhadap lingkungan hidup secara berkelanjutan (Sarah Winarmadani, 2021).

Pencemaran tanah dengan logam berat dapat disebabkan oleh kegiatan industri, pertambangan dan penggunaan bahan kimia sintetik dalam pertanian. Logam berat dalam tanah dapat membahayakan kesehatan manusia jika mengkonsumsi makanan yang berasal dari tanaman yang tumbuh pada tanah yang terkontaminasi logam berat. Bahan pencemar yang terakumulasi akan menjadi racun bagi tumbuhan, atau diserap dan diserap oleh tumbuhan kemudian dikonsumsi oleh hewan atau manusia, sehingga juga menjadi racun bagi hewan atau manusia yang mengkonsumsinya.

2.3 Karakteristik Tanah Terkontaminasi Logam Berat Besi (Fe)

Pencemaran zat besi (Fe) dalam tanah merupakan suatu kondisi dimana kandungan zat besi dalam tanah melebihi batas aman atau dapat mengganggu ekosistem atau penggunaan lahan. Tanah yang tercemar logam berat besi (Fe) menunjukkan beberapa ciri atau tanda, tergantung pada konsentrasi logam dan kondisi tanah. Ciri umum keberadaan logam berat Fe dalam tanah yang pertama dapat diamati dari warna tanahnya, tanah yang mengandung cukup besi biasanya berwarna merah atau jingga. Hal ini karena oksidasi besi menimbulkan warna. Selain itu, seperti yang ditunjukkan oleh struktur tanah, kandungan besi dalam tanah juga dapat

mempengaruhi struktur tanah, karena tanah yang mengandung besi dapat memiliki tekstur yang rapuh atau keras jika terjadi terlalu banyak oksidasi besi di bawah tanah. Kemudian dicirikan oleh sifat kemagnetan tanah, karena besi merupakan logam yang bersifat magnetis. Jika menguji tanah secara langsung dengan magnet dan tanah tersebut memiliki sifat magnetis, hal ini mungkin menunjukkan adanya zat besi di dalam tanah. Kemudian dapat melihat kandungan besinya dengan melakukan uji laboratorium untuk mengukur kandungan besi dalam tanah. Jika hasil pencarian mengandung zat besi yang tinggi, hal ini menandakan adanya zat besi di dalam tanah. Ciri yang terakhir terlihat dari mineral oksida besi, beberapa mineral oksida besi seperti hematit (Fe_2O_3) dan magnetit (Fe_3O_4) merupakan indikator adanya besi di dalam tanah (Sarah Winarmadani, 2021). Tanda-tanda mineral tersebut bisa kita lihat jika tanah memiliki bercak berwarna seperti merah atau hitam. Namun harus diingat bahwa keberadaan zat besi di dalam tanah secara alami dan sampai batas tertentu adalah hal yang biasa.

Pencemaran zat besi pada tanah dapat terjadi karena berbagai aktivitas manusia dan faktor alam. Peningkatan konsentrasi zat besi dalam tanah dapat membahayakan tanaman dan mikroorganisme yang hidup di dalamnya. Kontaminasi besi dalam tanah merupakan masalah lingkungan yang perlu dikelola secara hati-hati agar tidak membahayakan ekosistem dan kesehatan manusia. Diperlukan upaya pemantauan dan konservasi yang baik untuk menghindari peningkatan kandungan besi tanah yang tidak diinginkan.

2.4 Dampak Pencemaran Besi (Fe) Pada Tanah

Pencemaran logam berat besi (Fe) pada tanah menimbulkan masalah yang sangat serius terhadap seluruh aspek yang ada di lingkungan seperti Kesehatan dan ekosistem. Logam berat besi di dalam tanah apabila jumlahnya cukup tinggi atau berlebihan dapat menjadi toksik bagi manusia, paparan yang berkelanjutan dalam jangka waktu yang panjang dapat merusak system saraf, ginjal dan hati manusia yang berada di lingkungan dengan kandungan logam berat besi (Fe) yang tinggi. Selain itu zat berbahaya ini dapat menyebabkan masalah pernafasan akibat terhirup secara terus menerus dan apabila tidak di tangani maka dapat menyebabkan resiko kanker.

Logam berat besi (Fe) juga menimbulkan dampak yang sangat serius terhadap lingkungan yaitu menyebabkan terganggunya pertumbuhan dari mikroorganisme yang berada di dalam tanah seperti bakteri, jamur, dan cacing yang juga dapat mengganggu siklus produktivitas dan nutrisi tanah. Tanaman yang tumbuh di dalam tanah dengan kandungan besi (Fe) yang tinggi dapat mengalami klorosis yaitu penurunan kandungan klorofil pada tanaman yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman bahkan kematian pada tanaman tersebut. Toksisitas besi dapat merusak sistem akar tanaman dan menghambat pertumbuhannya. Meningkatnya kandungan zat besi di dalam tanah dapat menyebabkan warna tanah tidak diinginkan, seperti oranye atau merah, yang dapat menjadi tidak sedap dipandang jika berada di lingkungan yang terkontaminasi. Besi (Fe) juga dapat merusak ekosistem perairan dimana tanah yang tercemar logam berat besi dapat melepaskan

besi ke dalam air atau Sungai yang di bawa oleh air hujan yang selanjutnya juga akan merusak ekosistem di dalam air.

2.5 Bioremediasi

Bioremediasi adalah metode penggunaan organisme hidup seperti bakteri, jamur, dan tumbuhan untuk membersihkan atau menghilangkan polutan dari lingkungan yang terkontaminasi. Organisme ini menggunakan polutan sebagai sumber makanan atau melakukan reaksi kimia tertentu untuk mengubah polutan menjadi bentuk yang lebih aman atau tidak terlalu berbahaya. Misalnya, bakteri dapat digunakan untuk memecah senyawa berbahaya menjadi senyawa tidak beracun. Cara ini sering digunakan untuk membersihkan permukaan yang terkontaminasi limbah industri, tumpahan minyak, logam berat, dan berbagai jenis kontaminan lainnya. Bioremediasi memiliki keuntungan karena lebih ramah lingkungan dan seringkali lebih ekonomis dibandingkan metode kimia atau fisik tradisional. Namun keberhasilannya bergantung pada berbagai faktor seperti jenis kontaminan, jenis mikroorganisme yang digunakan, dan kondisi lingkungan. Proses bioremediasi memerlukan pemantauan dan pengendalian yang cermat. Organisme yang digunakan harus disediakan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dan aktivitasnya. Selain itu, agar bioremediasi menjadi efektif, faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, pH, dan nutrisi harus disesuaikan (Asep Hidayat, 2017).

Keuntungan bioremediasi dalam memulihkan area yang terkontaminasi adalah metode ini umumnya lebih ramah lingkungan dibandingkan teknik tradisional seperti pembakaran atau penggunaan bahan

kimia berbahaya. Oleh karena itu, bioremediasi berbiaya rendah seringkali lebih ekonomis dibandingkan metode lain karena biaya pengolahan limbah berkurang dan kebutuhan bahan kimia yang mahal dapat diminimalkan. Namun bioremediasi juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti waktu yang dibutuhkan bisa sangat lama tergantung tingkat kontaminasi dan jenis mikroorganisme yang digunakan. Keberhasilan bioremediasi juga bergantung pada faktor lingkungan dan kondisi spesifik lokasi yang terkontaminasi.

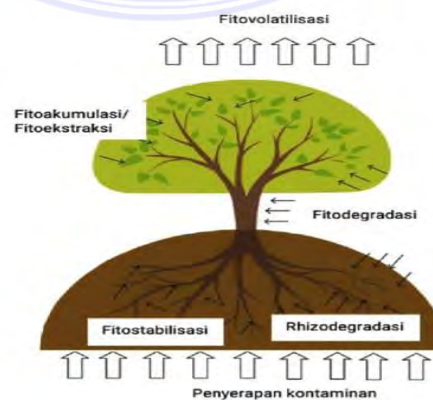
Berikut penjelasan singkat dari beberapa jenis bioremediasi:

- Fitoremediasi Merupakan penggunaan tanaman sebagai pembersih tanah yang terkontaminasi logam dan zat beracun yang ada di tanah dan air.
- Biostimulasi Adalah penambahan nutrisi atau mikroba sebagai peningkat aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi polutan yang mencemari lingkungan.
- Bioaugmentasi Merupakan pemanfaatan mikroba yang telah diisolasi dan dikultur dalam jumlah besar untuk mendegradasi polutan di dalam tanah.

2.6 Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan berbagai mekanisme dimana tanaman hidup mengubah komposisi kimia tanah terkontaminasi tempat mereka tumbuh. Pada dasarnya, teknik ini melibatkan penggunaan tanaman untuk membersihkan tanah yang terkontaminasi logam dan zat beracun yang ada di tanah dan air.

Keuntungan teknik ini adalah biayanya jauh lebih murah di bandingkan teknik lapangan atau lapangan lainnya. Tanaman dapat dengan mudah dipantau untuk memastikan pertumbuhan dan logam mulia dapat diperoleh kembali dan digunakan kembali melalui fitoremediasi (Raskin dan Ensley, 2000). Tanaman yang digunakan dalam remediasi mempunyai kemampuan dalam menyerap bahan pencemar dari lingkungan dan mengubahnya menjadi senyawa yang tidak berbahaya bagi lingkungan, sehingga tanah yang terkontaminasi dapat digunakan kembali. Teknologi fitoremediasi ini memiliki sejumlah keunggulan, diantaranya cukup murah, efektif dan ramah lingkungan bila digunakan untuk mengurangi akumulasi logam pada lahan yang terkontaminasi, menjadi solusi remediasi sejumlah kawasan yang tercemar logam berat dan meningkatkan kualitas lingkungan. Keuntungan utama penerapan teknik fitoremediasi dibandingkan sistem sanitasi lainnya adalah kemampuannya menghasilkan limbah sekunder yang tidak terlalu beracun, lebih ramah lingkungan, dan lebih ekonomis. Namun fitoremediasi masih memiliki kelemahan seperti waktu pelaksanaannya yang cukup lama.

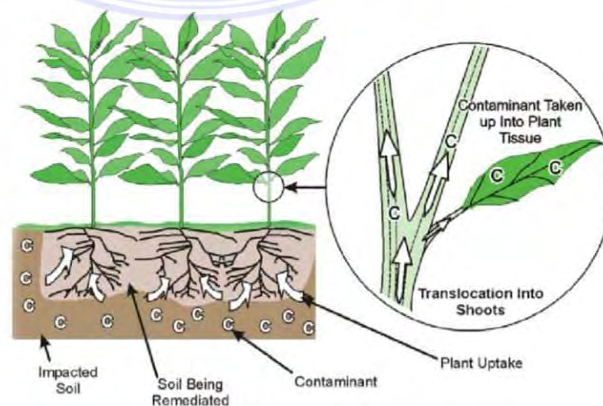


Gambar 1. Mekanisme tanaman dalam menyerap polutan pada metode Fitoremediasi. Sumber: Tangahu et al (2011)

2.6.1 Mekanisme Kerja Fitoremediasi

Fitoremediasi memiliki beberapa mekanisme dalam penyerapan kandungan logam-logam berat di dalam tanah menggunakan tanaman. Mekanisme Fitoremediasi mencakup beberapa jenis proses diantaranya Fitoekstraksi, Rhizofiltrasi, Fitodegradasi, Fitostabilisasi dan Fitovolatilisasi. Menurut (Nurfitriana, 2019) penjelasan dari beberapa jenis proses fitoremediasi tersebut sebagai berikut:

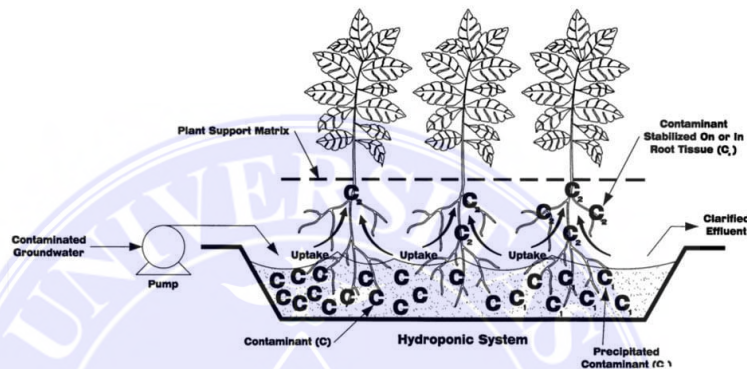
- a. *Fitoekstraksi* adalah proses penyerapan logam berat oleh akar tanaman dan mengumpulkan logam-logam berat yang sudah diserap ke bagian-bagian tanaman seperti akar, batang dan daun. Pada proses ini tumbuhan hiperakumulator juga diperlukan untuk meningkatkan kapasitas penyerapan tumbuhan pada limbah di lingkungan. Pada saat fitoremediasi tumbuhan berkembang di media tercemar dan sudah melalui mekanisme phytoextraction, tanaman tersebut kemudian dicabut untuk dibakar memakai alat insenerator. Proses phytoextraction sangat baik digunakan untuk menangani media yang tercemar oleh limbah yang mengandung unsur Fe, Mn, Hg, Cu, Pb, Zn, dan Pb.



Gambar 2. Ilustrasi mekanisme Fitoekstraksi.

Sumber: <https://gesi.co.id/fitoremediasi/>

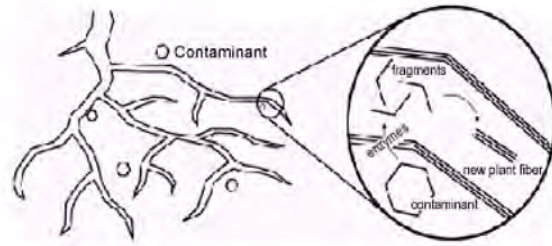
- b. *Rhizofiltrasi* adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar tanaman agar menempel kemudian menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam-logam berat tersebut dari sumber limbah. Metode ini biasanya digunakan pada limbah cair seperti Sungai dan perairan lainnya.



Gambar 3. Ilustrasi mekanisme Rhizofiltrasi.

Sumber: <https://gesi.co.id/fitoremediasi/>

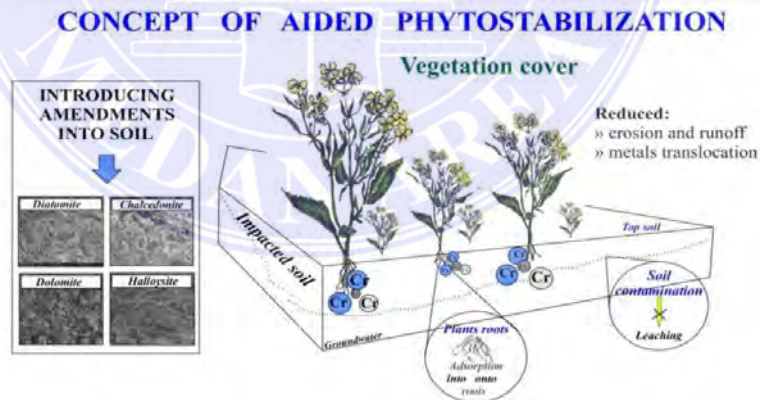
- c. *Fitodegradasi* merupakan proses penguraian atau metabolisme zat-zat kontaminan (logam berat) pada limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroba dan enzim. Hasil dari perombakan zat kontaminan tersebut tersusun atas molekul yang sederhana dan dapat bermanfaat bagi perkembangan tumbuhan itu sendiri. Ada beberapa enzim yang bekerja di dalam proses ini seperti nitrodictase, laccase, dehalogenase dan nitrilase. Proses ini dapat berlangsung di seluruh bagian tumbuhan baik itu pada akar, batang, dan daun..



Gambar 4. Ilustrasi mekanisme Fitodegradasi.

Sumber: <https://gesi.co.id/fitoremediasi/>

- d. *Fitostabilisasi* adalah kapasitas tanaman dalam mengeluarkan (ekskresi) suatu zat senyawa kimia tertentu untuk mengimobilisasi logam berat di daerah akar (*rizosfer*) atau penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak dapat terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut akan menempel erat pada akar dan tidak akan terbawa oleh aliran air.

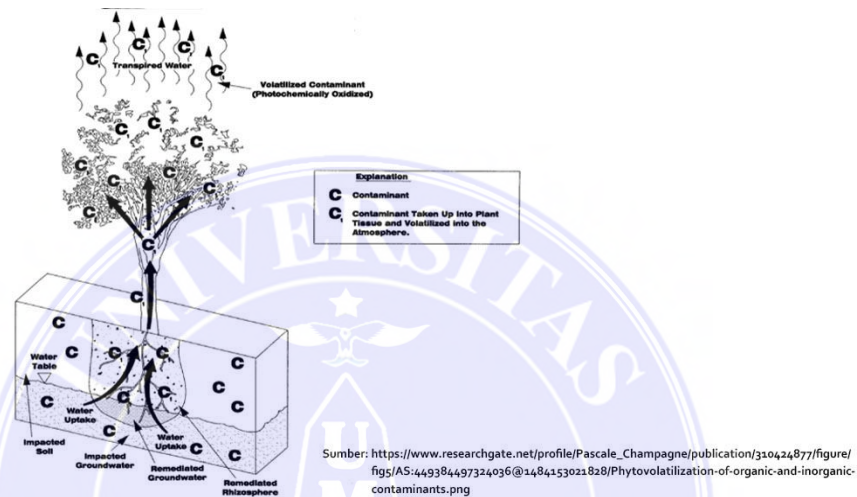


Gambar 5. Ilustrasi mekanisme Fitostabilisasi.

Sumber: <https://gesi.co.id/fitoremediasi/>

- e. *Fitovolatilisasi* adalah proses tanaman menyerap zat kontaminan logam-logam berat dan melepaskannya melalui proses transpirasi ke

udara lewat bagian paling atas dari tumbuhan seperti pada daun yang terlebih dahulu sudah mengalami degradasi sehingga tidak lagi berbahaya jika dilepaskan ke udara. Logam berat yang diserap tersebut akan tertranspirasi dan akan menguap ke atmosfer, ilustrasi mekanisme phytovolatilization dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Ilustrasi mekanisme Fitovolatilisasi.

Sumber: <https://gesi.co.id/fitoremediasi/>

2.7 Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Fungi Mikoriza arbuskula adalah salah satu jenis mikoriza yang hidup secara simbiosis mutualisme dengan akar tanaman. Manfaat dari FMA dapat dibagi menjadi tiga, manfaat bagi tanaman, ekosistem, dan bagi manusia. Manfaatnya bagi tanaman Mikoriza arbuskula sangat berguna untuk meningkatkan serapan hara, khususnya unsur fosfat (P). Bolan (1991) melaporkan bahwa kecepatan masuknya hara P ke dalam hifa FMA dapat mencapai enam kali lebih cepat pada akar tanaman yang terinfeksi FMA dibandingkan dengan yang tidak terinfeksi FMA. Hal ini terjadi karena jaringan hifa eksternal FMA mampu memperluas bidang serapan. FMA

menghasilkan enzim fosfatase yang dapat melepaskan unsur P yang terikat unsur Al dan Fe pada lahan masam dan Ca pada lahan berkapur sehingga P akan tersedia bagi tanaman. FMA juga berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, yaitu membuat tanah menjadi gembur. Fungi mikoriza arbuskula (FMA) memiliki berbagai manfaat bagi tanaman, seperti meningkatkan penyerapan unsur hara, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, dan ketahanan terhadap serangan patogen akar. FMA bermanfaat dalam fitoremediasi karena dapat membantu tanaman menyerap logam berat dari lingkungan. Struktur utama FMA adalah arbuskula, yaitu struktur hifa yang bercabang-cabang seperti pohon-pohon dan terbentuk dari cabang-cabang hifa intraradikal yang berada antara dinding sel dan membran sel. Arbuskula berperan penting sebagai tempat pertukaran unsur hara dan karbon antara FMA dan tanaman inang serta tempat penyimpanan sementara mineral, nutrisi, dan gula. Faktor sifat tanah juga mempengaruhi keberhasilan fitoremediasi, termasuk ketersediaan unsur logam, konsentrasi total logam, bentuk logam, sifat kimia tanah, dan sifat fisik tanah.



Gambar 7. Mikoriza Arbuskula dengan pasir sebagai media tumbuh

Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.8 Tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*)

Tanaman Lidah Mertua juga dikenal dengan nama ilmiah *Sansivieria trifasciata*, merupakan tanaman hias yang cukup populer di Indonesia, tanaman ini berasal dari Afrika Barat, Afrika Timur, dan Afrika Selatan. Tanaman ini dapat di temui di dataran rendah dengan ketinggian 1-1000 meter di atas permukaan laut Pertumbuhan tanaman ini akan sangat baik berada pada suhu 18°C sampai 28°C pada lingkungannya namun tanaman ini tahan tumbuh meskipun dalam kondisi lingkungan yang kurang mendukung. Tanaman lidah mertua memiliki beberapa spesies yang dapat dibedakan dari bentuk tanaman, warna tanaman, dan motif corak dari daun dengan ciri corak yang berbeda pada tiap spesiesnya. Beberapa spesies lidah mertua antara lain *Sansevieria Trifasciata* local, *sanseviera hibrida*, *sansivireria mutase* (Golden Wendi), dan *sansevieria trifasciata* daun unik (Twister Tsunami) (Julianti,2003).

Tanaman ini umumnya di manfaatkan sebagai dekorasi rumah atau ruangan kerja karena bentuk daunnya yang unik dan dapat menciptakan atmosfer yang menenangkan saat di pandang, selain itu Tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) memiliki kemampuan yang sangat penting dari pada sekedar manfaat visual yaitu dalam mengikat polutan senyawa-senyawa berbahaya seperti formaldehida dan benzene di udara dan juga logam-logam berbahaya di dalam tanah tempatnya tumbuh seperti Besi (Fe), Nikel (Ni), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd), (Yunisa dkk, 2017). Menurut Ratmawati dan Fatmasari (2018), kemampuan lidah mertua dalam menyerap logam berat di dalam

tanah dan polutan di udara mencapai 70,50% (418 mg/kg). Hal ini dikarenakan tanaman lidah mertua mengandung bahan antipregnane glikosid yang mampu mereduksi polutan menjadi asam organik, gula dan beberapa senyawa asam amino (Purwanto, 2006). Tanaman lidah mertua melakukan proses penyerapan logam-logam berat melalui rhizofiltrasi yaitu akarnya yang berfungsi untuk mengekstraksi nutrisi dan air di dalam tanah dan saat yang bersamaan akar tersebut juga dapat menyerap logam-logam berat pada tanah.

2.8.1 Klasifikasi Tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*)

Berikut klasifikasi dari tanaman Lidah Mertua yang mempunyai nama latin *Sansivieria trifasciata*. Dalam pengelompokannya (taksonomi) kedudukan tanaman Lidah Mertua di klasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*)

Kingdom	<i>Plantae</i>
Divisi	<i>Magnoliophyta</i>
Sub Divisi	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Monocotyledoneae</i>
Ordo	<i>Liliales</i>
Genus	<i>Sansevieria</i>
Spesies	<i>Sansivieria Trifasciata</i>
Family	<i>Agavaceae</i>

2.8.2 Morfologi Tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*)

Tanaman lidah mertua memiliki morfologi keseluruhan yang dapat terbagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok organ vegetative dan juga organ generatif. Pada bagian organ vegetative yaitu meliputi batang tanaman, daun, dan juga akar tanaman sedangkan bagian organ generatif tanaman ini meliputi bunga, biji, dan juga rimpang tanaman (Ardistya Desyantiputri 2021).



Gambar 8. Tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*)

Sumber: Ardistya Desyantiputri 2021

Berikut keterangan mengenai morfologi pada tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*):

a. Bunga

Tanaman Lidah Mertua memiliki bunga yang tumbuh dari ujung batang dan tumbuh secara vertical dengan jenis bunga berumah dua, yang artinya putik dan serbuk sari tidak berada di dalam satu kuntum yang sama. Bunga betina memiliki putik sedangkan bunga Jantan memiliki serbuk sari, bunga pada tanaman lidah mertua ini juga mengeluarkan aroma yang khas terutama pada malam hari.

b. Daun

Tanaman Lidah Mertua memiliki bentuk daun yang mirip seperti pedang yang pertumbuhannya memanjang dan meruncing pada ujung daunnya, tegak, dan daun tanaman lidah mertua juga cukup tebal. Daun pada tanaman ini berwarna hijau tua dengan berbagai bentuk corak dan pola yang di ikuti dengan strip putih, kuning, atau perak pada tepi daun serta memiliki tekstur yang kaku dan kuat. Daun tanaman ini tumbuh dalam bentuk rumpun yang cukup rapat yang tumbuh berdempetan satu sama lain.

c. Akar

Tanaman Lidah Mertua memiliki jenis akar serabut yang pertumbuhan akarnya merambat di dalam tanah atau polybag, area pertumbuhan dari akar tanaman ini biasanya tergantung pada ukuran wadah media tanam tempat tanaman ini bertumbuh. Akar yang sehat pada tanaman lidah mertua ini memiliki warna putih dan sedikit tebal sedangkan akar yang kurang sehat memiliki warna agak kecoklatan serta ukuran lebih kecil dari akar sehat.

d. Biji

Tanaman Lidah Mertua memiliki bentuk biji yang oval atau bulat dengan kulit biji yang tebal yang berfungsi sebagai pelindung dari inti biji. Ukuran biji tanaman ini dapat bervariasi tergantung pada varietasnya masing-masing, tetapi pada umumnya memiliki ukuran yang relative kecil dengan warna sedikit kecoklatan dan tekstur yang keras.

2.8.3 Manfaat Tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*)

Tanaman Lidah Mertua memiliki manfaat dalam berbagai bidang seperti Kesenian dan Pertanian. Tanaman ini sangat baik dalam penyerapan polutan berbahaya di udara seperti polusi dari asap rokok dan zat-zat berbahaya. Manfaat tanaman ini di dalam tanah yaitu dapat menyerap logam-logam berat berbahaya di dalam tanah yang dapat menimbulkan masalah serius pada lingkungan. Lidah mertua juga dapat meningkatkan kelembapan udara di sekitar lingkungan tempat tanaman ini tumbuh dan apabila berada di suatu ruangan tanaman ini juga dapat mengurangi radiasi elektromagnetik dari perangkat elektronik seperti computer, laptop, dan handphone apabila berada di dalam ruangan.

Dalam bidang kesenian tanaman ini dapat di manfaatkan menjadi beberapa karya kesenian baik itu dekorasi dan produk kesenian yang dapat di jadikan bahan anyaman untuk membuat produk kesenian seperti tikar dan ornament dinding. Dalam dekorasi tanaman ini dapat di tanam di sekitar pekarangan rumah sebagai penghias rumah karena tanaman ini memiliki tampilan yang menarik dari corak dan warna daun yang unik pada tiap-tiap varietasnya dapat di manfaatkan sebagai dekorasi eksterior dan interior.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Proses pengujian Fitoremediasi dilakukan di Jalan Pertama, Pasar Merah Timur, Kecamatan Medan Area, Kota Medan, Sumatera Utara. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Pt. Socfin Indonesia. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Mei 2024.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

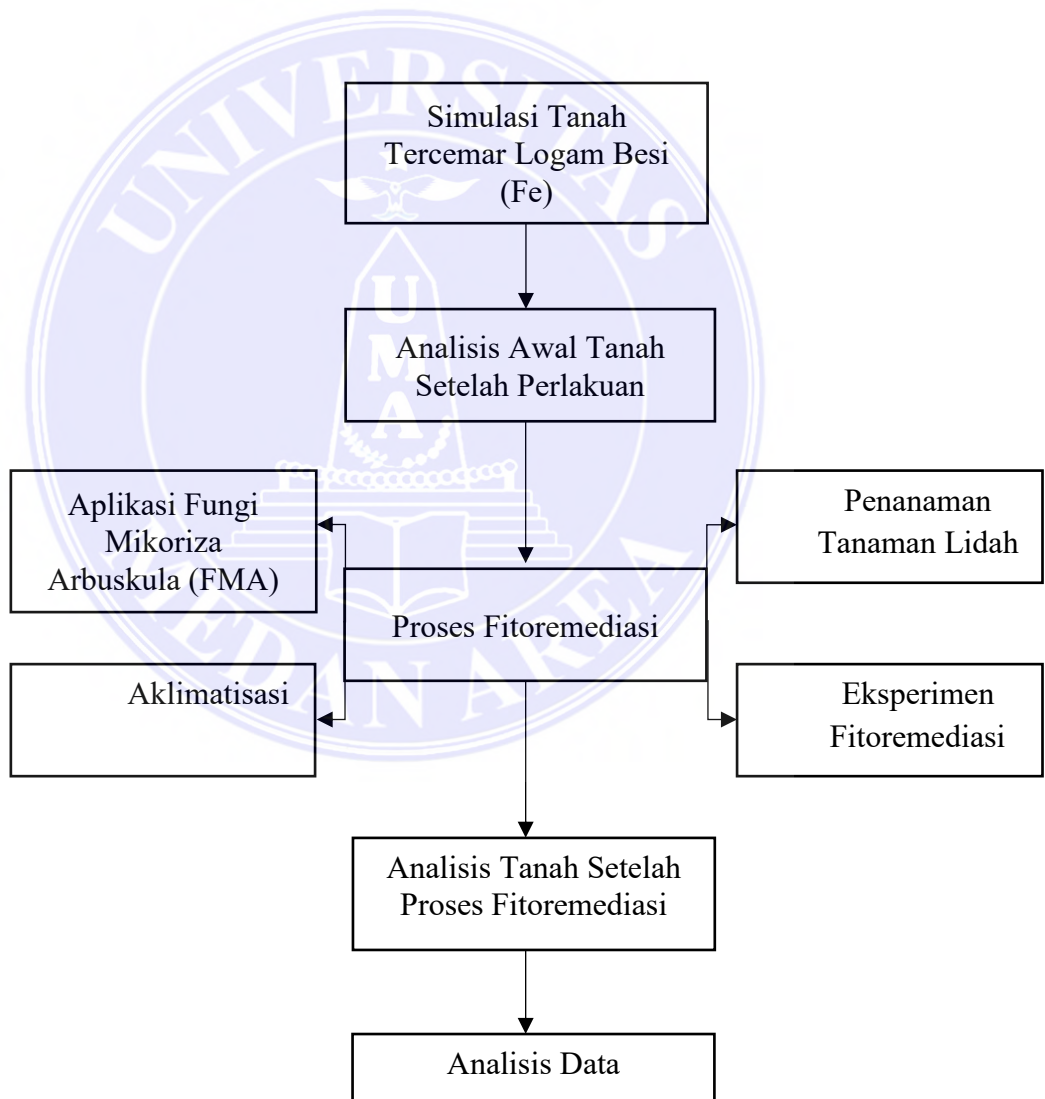
Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, wadah sampel, meteran, cangkul, pipet ukur, alat pengukur berat (timbangan), ember, karung goni, polybag, sarung tangan, *Microwave Digestion*, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* dan *Spektrofotometer* sebagai pengukur konsentrasi kandungan besi di dalam sampel tanah.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang di pergunakan dalam penelitian ini adalah media tanam (tanah tercemar logam berat besi), Ferro Sulfat (FeSO_4), Mikoriza Arbuskula, Tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*), asam Nitrat (HNO_3), asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat (HClO_4), Santifuga, Desikator dan Gas argon.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam metode penelitian kuantitatif dengan jenis metode Eksperimental yang memperoleh data dari hasil penelitian langsung pada tanah tercemar logam berat besi (Fe), yang sudah melalui proses fitoremediasi menggunakan tanaman Lidah Mertua dengan durasi waktu yang sudah ditentukan pada tiap polybag.



Gambar 9: Diagram Alir penelitian

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Simulasi Tanah Tercemar Besi (Fe)

Proses pembuatan tanah tercemar logam berat besi (Fe) pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Ferro Sulfat (FeSO_4) untuk membuat tanah tercemar sebesar 13,52 ppm pada 5kg tanah. Pembuatan larutan Ferro Sulfat (FeSO_4) untuk di aplikasikan di hitung dengan rumus berikut:

$$\text{Ferro Sulfat (gram)} = \text{Pencemaran (ppm)} \times \text{Media Tanam (kg)}$$

$$\text{Perhitungan} = 13,52\% \text{ ppm} \times 5 \text{ kg} = 67,6 \text{ mg Ferro Sulfat}$$

$$= \frac{67,6 \text{ mg Fe}}{0,3673} = 184 \text{ mg}$$

Jadi, untuk membuat tanah tercemar logam berat besi (Fe) sebesar 13,52 ppm pada 5 kg tanah, maka diperlukan 184 mg Ferro Sulfat untuk di campurkan pada media tanam.

Berikut simulasi pembuatan tanah tercemar logam berat besi (Fe) dengan menggunakan Ferro Sulfat pada media tanam sebesar 5 kg.

1. Tanah sub soil di ambil pada kedalaman 25-50 cm, kemudian di masukkan dalam box wadah sebanyak 5 kg yang akan di campurkan dengan Ferro Sulfat (FeSO_4) sebanyak 184 mg. Pencampuran ini dilakukan pada masing-masing polybag yang kemudian setelah pencampuran kandungan Logam berat besi (Fe) pada tanah tersebut adalah sebesar 13,52 ppm.
2. Setelah dipastikan kesuluruhan tanah tercampur sempurna selanjutnya tanah akan di masukkan ke dalam polybag berukuran 5 kg sebagai tempat tumbuh tanaman lidah mertua.

3.5 Eksperimen Fitoremediasi

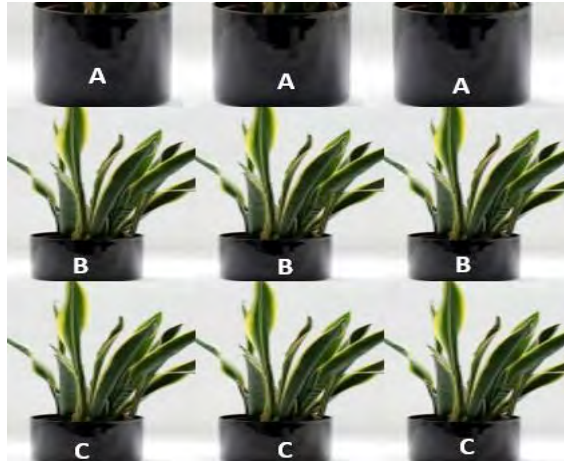
Tanaman Lidah Mertua (*Sansiviera trifasciata*) yang tumbuh dengan baik selama dan setelah proses aklimatisasi yang di tanam pada media tanam tercemar logam berat besi (Fe) sebanyak 5 ppm dengan perlakuan penyiraman sebanyak 250 ml satu kali dalam sehari setiap jam 07.00 pada pagi hari. Eksperimen Fitoremediasi ini berlangsung selama 12 minggu pada masing-masing sampel tanaman lidah mertua.

3.5.1 Analisis Kandungan Besi (Fe), pH, Kandungan C-Organik dan KTK Pada Tanah Setelah Perlakuan

Setelah di lakukan pencampuran logam berat besi (Fe) pada tanah maka terlebih dahulu akan dilakukan analisis Logam berat besi (Fe), pH, kandungan C-organic, dan KTK pada tanah yang akan di gunakan sebagai media tanam. Sebelum di analisis sampel tanah keseluruhan akan di satukan dan di aduk secara merata dan akan di ambil 1 sampel mewakili keseluruhan tanah yang akan di gunakan dalam penelitian. Analsis ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas tanaman Lidah Mertua dan mikoriza arbuskula pada fitoremediasi tanah tercemar juga pengaruhnya terhadap perubahan kandungan C-Organik, KTK, dan pH pada media tanamnya.

3.5.2 Penanaman Tanaman Lidah Mertua

Penanaman tanaman lidah mertua dilakukan di dalam polybag berukuran 5 kg yang sudah di beri label B dan C pada tiap polybagnya. Penanaman dilakukan setelah tanaman lidah mertua dibersihkan dari media tanam yang sebelumnya. Berikut ilustrasi penanaman tanaman lidah mertua pada masing-masing sampel polybag.



Gambar 9: Ilustrasi penanaman tanaman lidah mertua (*Sansivieria trifasciata*)

Keterangan:

A: Tanah kontrol merupakan tanah tercemar logam berat besi (Fe) tanpa perlakuan Fungi Mikoriza Arbuskula dan tanpa tanaman lidah mertua.

B: Tanah label B merupakan tanah tercemar logam berat besi (Fe) dengan tanaman lidah Mertua dan tanpa penambahan Mikoriza Arbuskula.

C: Tanah label C merupakan tanah tercemar logam berat besi (Fe) dengan tanaman lidah mertua dan penambahan Mikoriza Arbuskula sebanyak 20gram.

3.5.3 Pengukuran Tinggi Tanaman Lidah Mertua

Tanaman Lidah Mertua di persiapan dengan usia tanaman masing-masing 2 bulan, yang akan dilakukan pengukuran tinggi tanaman terlebih dahulu setelah ditanam pada polybag yang sudah diberi label masing-masing. Pengukuran tinggi tanaman ini dilakukan untuk melihat perkembangan pertumbuhan tanaman lidah mertua pada media tanam tercemar logam berat dan pada media tanam yang tidak terkontaminasi logam berat.

3.5.4 Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)

Pengaplikasian mikoriza arbuskula pada media tanam yang sudah terkontaminasi oleh larutan logam berat besi (Fe) sebanyak 13,52 ppm dengan mencampurkan langsung dengan di tabur secara merata di permukaan media tanam sebanyak 20gram pada polybag yang sudah di beri label C. Pengaplikasian ini di lakukan pada tanaman sampel C sebanyak 3 tanaman.

3.5.5 Pengambilan Sampel Tanah Sesudah Fitoremediasi

Pengambilan sampel tanah pada media tanam masing-masing yang sudah melalui proses fitoremediasi selama 12 minggu, yang akan di ambil dan di masukkan kedalam plastic sampel yang sudah di beri label berdasarkan polybag masing-masing yang selanjutnya akan di bawa ke laboratorium untuk di analisis.

3. 6 Parameter Penelitian

Variabel yang di amati pada penelitian ini adalah kandungan logam berat besi (Fe) pada tanah, pH tanah, dan kandungan organik pada tanah dan tinggi tanaman lidah mertua setelah melewati proses fitoremediasi.

3.6.1 Analisis Kandungan Besi (Fe) Tanah Setelah Fitoremediasi

Proses analisis kandungan besi (Fe) di dalam tanah di lakukan di laboratorium dengan menggunakan tahapan sebagai berikut:

1. Mengambil sampel tanah yang sudah melalui proses fitoremediasi kemudian di ayak dan dimasukkan kedalam plastik sampel dengan memberi label sampel sesuai polybag.
2. Pengeringan sampel tanah dengan suhu 100°C Selama 1 jam

menggunakan oven untuk menghilangkan kadar air di dalam tanah.

3. Penggunaan Asam nitrat (HNO_3) sebagai pencerna sampel tanah. Asam nitrat akan mengkonversi semua besi ke dalam bentuk ferik (Fe^{3+}).
4. Kemudian proses penetrasi dan penyaringan, larutan akan di cuci menggunakan air suling dan akan di saring untuk memisahkan larutan yang padat
5. Selanjutnya proses analisis larutan yang sudah siap menggunakan spektrometri atom, seperti AAS, yang akan mengukur jumlah besi dalam larutan dengan deteksi berdasarkan penyerapan cahaya oleh atom besi dalam larutan.
6. Proses analisis larutan tersebut akan memberikan hasil Analisis konsentrasi logam besi (Fe) di dalam tanah yang akan keluar dengan satuan ppm.

3.6.2 Analisis pH Tanah Pada Saat dan Setelah Fitoremediasi

Analisis pH tanah dilakukan pada saat proses fitoremediasi dan setelah fitoremediasi untuk melihat apakah proses fitoremediasi berpengaruh terhadap pH tanah yang di jadikan sebagai media tumbuh tanaman Lidah Mertua, Analisis pH ini dilakukan dengan menggunakan pH Meter yang akan di analisis setiap 2 minggu sekalia selama proses fitoremediasi dan setelah proses fitoremediasi.

3.6.3 Analisis Kandungan C-Organik Tanah Setelah Fitoremediasi

Analisis kandungan C-organik pada tanah dilakukan setelah proses fitoremediasi untuk melihat pengaruh fitoremediasi terhadap penambahan kandungan C-organik di dalam tanah, berikut tahapan analisis kandungan organik di dalam tanah:

1. Mengambil sampel tanah yang sudah melalui proses fitoremediasi memasukkan kedalam plastik sampel.
2. Pengeringan sampel tanah yang sudah di ambil dengan suhu 100°C Selama 1 jam menggunakan oven untuk menghilangkan kadar air di dalam tanah.
3. Sampel tanah yang telah siap akan dicerna dengan asam sulfat (H_2SO_4) dan untuk menguraikan kandungan organik di dalam tanah menggunakan asam perklorat (HClO_4) yang akan mengoksidasi kandungan organik menjadi air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2)
4. Kemudian proses penyaringan larutan untuk memisahkan padatan yang tidak terlarut.
5. Selanjutnya proses analisis menggunakan spektrometri dengan menambahkan bahan kimia yang reaktif seperti FeSO_4 sampai terjadi perubahan warna. kemudian persentase kandungan organik di dalam tanah dapat di hitung.

3.6.4 Analisis Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Analisis KTK pada tanah dilakukan setelah proses fitoremediasi dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh fitoremediasi dalam mempertahankan dan menambah kemampuan tanah dalam mengikat kation.

Berikut proses analisis KTK pada tanah di laboratorium:

1. Mengambil sampel tanah mewakili dari keseluruhan sampel tanah yang digunakan dalam proses fitoremediasi.
2. Kemudian melakukan pemisahan pada tanah dengan memisah butiran tanah dengan menyaring untuk mendapatkan fraksi tanah yang diinginkan.
3. Selanjutnya proses penghalusan dari pada tanah yang sudah melewati proses penyaringan untuk mempermudah dalam proses analisis nantinya.
4. Menambahkan larutan garam ammonium kedalam sampel tanah untuk merangsang pertukaran ion kation pada kompleks tukar kation tanah, dan melarutkan sampel yang akan di pisahkan antara cairan dan padat.
5. Selanjutnya kation yang sudah ditukarkan pada tanah yaitu ammonium akan di analisis dengan menggunakan spektrofotometri yang akan dihitung dengan satuan miliekuivalen per 100 g tanah.
6. Hasil dari analisis KTK dapat diinterpretasikan untuk mengetahui kapasitas tanah dalam menyediakan kation di dalam tanah.

3.6.5 Tinggi Tanaman Lidah Mertua Setelah Fitoremediasi

Pengukuran tinggi tanaman Lidah Mertua (*Sansiviera trifasciata*) dilakukan untuk melihat perbedaan pertumbuhan tinggi dari tanaman Lidah Mertua sebelum dan setelah melalui proses fitoremediasi dan dengan pemberian fungi mikoriza arbuskula pada media tanamnya. Pengukuran tinggi tanaman Lidah Mertua dilakukan sesudah penanaman tanaman pada media tanam masing-masing dan setelah melalui proses fitoremediasi selama 12 minggu. Pengukuran menggunakan meteran dilakukan dengan cara manual.

3.7 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah data hasil laboratorium dari keseluruhan sampel sudah tersedia dengan menggunakan metode Rata-rata (Mean) untuk mengukur efektivitas dan menentukan rata-rata serapan logam berat besi (Fe), pH, dan kandungan organik di dalam tanah pada fitoremediasi dengan waktu yang sudah di tentukan.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

X: Rata-rata kadar logam di dalam tanah

$\sum x$: Jumlah total semua kadar logam besi (Fe) di dalam tanah

n: Total sampel

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil dari eksperimen fitoremediasi tanah tercemar logam berat besi (Fe) menggunakan tanaman lidah mertua dengan pemanfaatan fungi mikoriza arbuskula pada proses berpotensi sebagai fitoremediasi dalam mengurangi pencemaran tanah dari logam berat besi (Fe) pada tanah yang sudah tercemar dan dalam penambahan unsur c- organik di dalam tanah dari pada tanaman lidah mertua yang tidak terkontaminasi fungi mikoriza arbuskula.
2. Fungi Mikoriza Arbuskula berpengaruh nyata dalam proses fitoremediasi tanah tercemar logam berat besi (Fe) dan juga mampu meningkatkan kapasitas tukar kation tanah (KTK) pada media tanam, kandungan C- organik dan memperbaiki pH tanah pada media tanam yang terkontaminasi

5.2 Saran

1. Diperlukan analisis parameter kandungan logam berat besi (Fe) pada tanaman lidah mertua yang memungkinkan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan tanaman lidah mertua dalam melakukan penyerapan logam berat besi (Fe) dari dalam tanah.
2. Perlunya dilakukan pengujian lebih lanjut dari pengaplikasian Fungi Mikoriza Arbuskula pada tanah yang tercemar logam berat sehingga dapat diketahui secara menyeluruh kemampuan dari Fungi Mikoriza Arbuskula berkembang dan hidup pada media tanam yang tercemar oleh logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N. (2006). Fitoremediasi Logam Berat Khrom (Cr) Oleh Tanaman Air Kiapu (*Pistia Stratiotes*). 134-137
- Alfi, P., Syamsidar, H. S., & Aisyah (2010). Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (*Vertiver zizanioides*) terhadap Tanah Tercemar Logam Berat Kadmium (Cd) pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar. *Jurnal UIN Alauddin*, 4(2), 1-14.
- Alfiah Patundungan, (2014) Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) Pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar. 79-91
- Ardistya (2021). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal Dan Kadmium Dengan Tumbuhan Lidah Mertua Pada Media Tanah Berkompos.
- Aruna dan Andhika (2018). Fitoremediasi Lahan Tercemar Limbah Cair Industri Perak Dengan Tanaman Tahi Kotok
- Beatrix Blandina, dkk (2019). Identifikasi Fenotipe Pisang Barangan (*Musa acuminata* Linn.) di Kabupaten Deli Sedang Sumatera Utara
- Cahyani, M. Andarani, P. & Zaman, B. (2016). Penurunan Konsentrasi Nikel (Ni) Total Dan Cod Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L.) Pada Limbah Cair Elektroplating.
- Caroline, J., & Moa, A.G., (2015). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan, dalam Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015.
- Dewi, N. (2015). Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Pisang Terhadap Cendawan Patogen *Rhizoctonia Solani*.
- Handayanto. (2017). Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah. Malang: UB Press.
- Hardiani, H. 2008. Pemulihan Lahan Terkontaminasi Limbah B3 dari Proses Deinking Industri Kertas Secara Fitoremediasi. *Jurnal Riset Industri*, Vol. 2, No. 2, Hal. 64-75.
- Hardiani, H. (2009). Potensi Tanaman dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada

Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. BS, Vol.44. No.1, pp. 27-40

- I Dewa Ayu, (2015). Evaluasi Status Kesuburan Tanah Pada Lahan Pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan
- Jaswiah, Syamsidar H., Syariffudin, dan Iin Novianti. (2016). Fitoremediasi Logam Cadmium Pada Asap Rokok Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) Jenis *Sansevieria hyancithoides* dan *Sansevieria trifasciata*. *Chimica et Natura* 4 (2): 88 -92.
- Juriah & Alam, M. (2016). Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Tanah Dengan Tanaman *Celosia plumosa* (Voss) Burv. *Jurnal Biologi Makassar (Bioma)*, 1 (1).
- Kurniawan, S. B. 2018. Karakterisasi Bakteri *Brochothrix thermospacta* dan *Vibrio alginolyticus* Serta Potensinya Untuk Mereduksi Aluminium dalam Air Limbah. Thesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mangkoedihardjo, S., dan Samudro, G. 2010. *Fitoteknologi Terapan*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Margesin, R., dan Schinner, F. 2001. Bioremediation (Natural Attenuation and Biostimulation) of Diesel Oil Contaminated Soil in an Alpine Glacier Skiing Area. *Appl. Environ. Microbiol*, Vol.67, hal. 3127-313.
- Nita hayani Br Tarigan siberodkk (2019). Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) oleh Tanaman Kiapu (*Pistia stratiotes*) Berdasarkan Analisis Mass Balance
- Oktavia, Z., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Limbah Cair Home Industry Batik "X" Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4, 9.
- Perada (2015). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Besi (Fe) dan Kobalt (Co) dengan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) Pada Media Tanah Berkompos
- Pratiwi, I. K. (2017). Fitoakumulasi Ion Logam Tembaga (II) Oleh Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain) (Skripsi). Universitas Hasanuddin, Makassar.

- Prijambada, I. D. 2014. Peran Mikroorganismes Dalam Penyerapan Logam Oleh Tanaman. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Rahadian, R., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Efisiensi Penurunan Cd Dan Tss Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu. 6(3), 8.
- Raras, D. P., & Yusuf, B. (2015). Analisis Kandungan Ion Logam Berat (Fe, Cd, Cu Dan Pb) Pada Tanaman Apu-Apu (*Pistia Stratiotes L*) Dengan Menggunakan Variasi Waktu. 4
- Santriyana, D. D., Hayati, R., dan Apriani, I. 2013. Eksplorasi Tanaman Fitoremediator Aluminium (Al) yang ditumbuhkan Pada Limbah IPA PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak.
- Sipayung, P. (2015). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Dengan Tanaman Hias.
- Supriyono, dkk. (2009). Kandungan C-Organik dan N-Total Pada Seresah dan Tanah Pada 3 Tipe Fisiognomi (Studi Kasus di Wanagama I, Gunung Kidul, DIY). Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol. 9 No. 1 pp. 49-57
- Suryani, S., Yusmidiarti, & Jubaidi. (2013). Efektivitas Tumbuhan Eceng Gondok Sebagai Fitoremediasi Dalam Menurunkan Besi (Fe), Timah Hitam (Pb), Mangan (Mn) Pada Leachaete.
- Tjahaja. 2006. Teknik Fitoremediasi Untuk Dekontaminasi Lingkungan Tercemar Unsur Radioaktif. Pusat Teknologi Nuklir dan Radiometri, BATAN: Bandung.
- Vesely, T., Marek, N., Lukas, T., Jirina, S., & Pavel, T. (2011). Fitoremediasi Air Tercemar Tembaga (Cu) menggunakan *Salvinia Molesta* dan *Pistia Stratiotes* serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Tanaman *Brassica Rapa*. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, 5(1), 1-12.
- Widaningrum., Miskiyah., & Suismono. (2007). Kandungan Logam Berat dalam Bahan Pangan di Kawasan Industri Kilang Minyak, Dumai. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian, 19(1), 1-7.
- Yusuf, M. (2014). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Pb dan Cd Dengan Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) (Skripsi).

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Simulasi Tanah Tercemar Logam Berat Besi (Fe)

Proses pembuatan tanah tercemar logam berat besi (Fe) pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Ferro Sulfat (FeSO_4) untuk membuat tanah tercemar sebesar 13,52 ppm pada 5kg tanah. Untuk membuat tanah tercemar dengan angka tersebut maka dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Ferro Sulfat (gram)} = \text{Pencemaran (ppm)} \times \text{Media Tanam (kg)}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan} &= 13,52\% \text{ ppm} \times 5 \text{ kg} \\ &= 67,6 \text{ mg Ferro Sulfat} \end{aligned}$$

$$\text{Massa molar FeSO}_4: 1. \text{ Fe} = 55,85 \text{ g/mol}$$

$$2. \text{ S} = 32,07 \text{ g/mol}$$

$$3. \text{ O}^4 = 64 \text{ g/mol} (16 \text{ g/mol} \times 4)$$

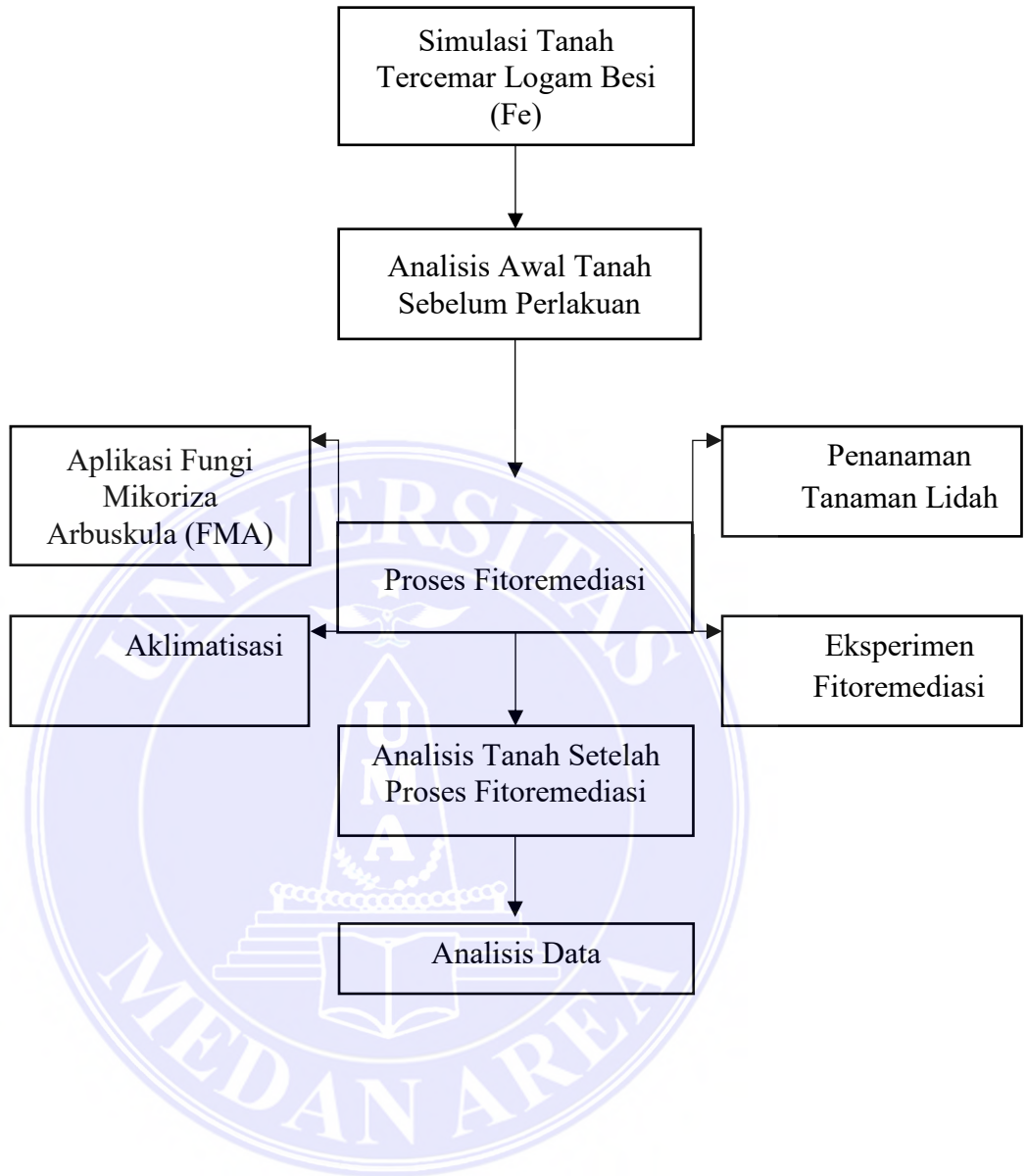
$$4. \text{ Total Massa molar FeSO}_4 = 151,92 \text{ g/mol}$$

$$\begin{aligned} 5. \text{ Persentase FeSO}_4 &= \frac{55,85 \text{ g/mol}}{151,92 \text{ g/mol}} \times 100 \\ &= 0,3673 \end{aligned}$$

$$\text{FeSO}_4 \text{ dibutuhkan: } \frac{67,6 \text{ mg Fe}}{0,3673} = 184 \text{ mg}$$

Jadi, untuk membuat tanah tercemar logam berat besi (Fe) sebesar 13,52 ppm pada 5 kg tanah, maka diperlukan 184 mg Ferro Sulfat untuk di campurkan pada media tanam.


LAMPIRAN 1. Diagram Alir penelitian



LAMPIRAN 2. Jadwal Penelitian

No	Rencana Pelaksanaan Kegiatan	Tahun 2023-2024							
		Bulan							
		9	10-11	12	1-3	4	5	6-8	9
1	Pengajuan Judul	■							
2	Penyusunan Proposal Penelitian		■						
3	Seminar Proposal			■					
4	Persiapan Penelitian dan Proses Fitoremediasi				■	■			
5	Analisis Laboratorium					■			
6	Pengolahan Data						■		
7	Seminar Hasil							■	
8	Penulisan Skripsi								■
9	Ujian Skripsi								■


LAMPIRAN 3. Hasil Analisis Awal Tanah



SOIL ANALYSIS REPORT

Socfindo Seed Production and Laboratory


Customer : TIO HOTMAN SIAGIAN
 Address : SIMANGAMBAT JULU KEL. SIMANGAMBAT JULU
 Phone / Fax : 0823 6160 7199
 Email :
 Customer Ref. No. : S-0109



SOC Ref. No. : S2024-659/LAB-SSPL/II/2024
 Received Date : 06.02.2024
 Order Date : 06.02.2024
 Analysis Date : 07.02.2024
 Issue Date : 07.02.2024
 No of Samples : 1


No.	Customer Code	Sample ID	Parameters	Results	Standard Specification	Analytical Method	Remarks
1	TANAH	S2024-659-1782	C-Organic Fe-Total Cation Exch. Cap	0.4700 % 1.3521 % 2.2934 me/100g		SOC-LAIK09 (Walkley & Black) HNO# with AAS SOC-LAIK10 (Ammonium Asetat)	

Dilarang mengandakan laporan pengujian tanpa persetujuan tertulis dari Socfindo Seed Production and Laboratory
 Analisis hanya valid terhadap sampel yang dikrimkan
 Strictly prohibited to reproduce this report without written consent from Socfindo Seed Production and Laboratory
 The analysis valid to samples sent only



Generated by ISMANIR on 13.03.2024 13:41:59 in SEP

Kantor Pusat: Jl. K.L. Yos Sudirna No. 106 Medan 20115 Sumatera Utara-INDONESIA. Tel. (62)61 6614320. Email: head_office@socfindo.co.id Website: www.socfindo.co.id
 Kantor Kaban: Desa Marzong, Kec. Dolak Maulu, Kab. Serdang Bedagai 20991, Sumatera Utara-INDONESIA. Tel. (62)61 6616066 ext. 125. Email: lab_analisa@socfindo.co.id




Agiculture Department
 Indra Syahputra
 Manajer Puncak

Demi Arifyanto
 Manajer Teknis

No. Dok. : SOC-LAIForm4.02-08
 No. Rev. : 02 Mulai Berlaku: 01/11/2017

LAMPIRAN 4. Hasil Analisis Akhir Tanah Dengan Perlakuan




SOIL ANALYSIS REPORT

Customer: TIO HOTMAN SIAGIAN
Address: SIMANSAKIT JULU KEL. SIMANSAKIT JULU
Phone / Fax: 0823-616617189
Email:
Customer Ref. No.: S-0231

SOC Ref. No.: S2024-1081-LAB-SBPLU/V/2024
Received Date: 19.04.2024
Order Date: 19.04.2024
Analysis Date: 20.04.2024
Issue Date: 20.04.2024
No of Samples: 2

No.	Customer Code	sample ID	Parameters	Results	Standard Specification	Analytical Method	Remarks
1	SMAPPEL LABEL B	S2024-1081-3058	Fe C-Organic Carbon Exch. Cap	0.6450 % 0.1500 % 17.9100 me/100g		HN03 with AAS SOC-LAUK/09 (Walkley & Black) SOC-LAUK/10 (Ammonium Acetat)	
2	SMAPPEL LABEL C	S2024-1081-3059	C-Organic Carbon Exch. Cap Fe	1.2800 % 26.3500 me/100g 0.2680 %		SOC-LAUK/09 (Walkley & Black) SOC-LAUK/10 (Ammonium Acetat) HN03 with AAS	

Dilarang menyalin atau memperbanyak sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 Analisis hanya valid terhadap sampel yang dikirimkan
 It is prohibited to reproduce this report without written consent from Scoptop Seed Production and Laboratory
 The analysis valid to samples sent only



PT. SOPTOP INDONESIA
 General Manager
 Manager Field

PT. SOPTOP INDONESIA
 General Manager
 Manager Field

LAMPIRAN 6. Tabel Hasil Analisis Logam Berat Besi (Fe)

1. Kandungan Logam Berat Besi

Kandungan Logam Berat Besi (Fe)	Sebelum Proses Fitoremediasi	Setelah Proses Fitoremediasi
Label A	13,52	11,98
Label B	13,52	5,45
Label C	13,52	2,98

Akumulasi Logam Berat Besi (Fe):

$$1. \text{ Label A} = \frac{13,52 - 11,98}{13,52} \times 100 = 11,39\%$$

Efisiensi Tanaman Lidah Mertua Label B dalam mengakumulasi logam berat besi (Fe) tanpa bantuan Mikoriza Arbuskula sebesar (11,39%)

$$2. \text{ Label B} = \frac{13,52 - 5,45}{13,52} \times 100 = 59,68\%$$

Efisiensi Tanaman Lidah Mertua Label B dalam mengakumulasi logam berat besi (Fe) tanpa bantuan Mikoriza Arbuskula sebesar (59,68%)

$$3. \text{ Label C} = \frac{13,52 - 2,98}{13,52} \times 100 = 77,95\%$$

Efisiensi Tanaman Lidah Mertua Label C dalam mengakumulasi logam berat besi (Fe) dengan bantuan Mikoriza Arbuskula sebesar (77,95%)

2. Efisiensi Penyerapan Logam Berat Besi (Fe)

Efisiensi Penyerapan Logam Berat Besi (Fe)	Efisiensi Penyerapan (%)
Label A	11,39
Label B	59,68
Label C	70,56

LAMPIRAN 7. Tabel Hasil Analisis Kandungan C-organik Tanah

Kandungan C-organik Tanah	Sebelum Proses Fitoremediasi	Setelah Proses fitoremediasi
Label A	0,47	0,10
Label B	0,47	0,15
Label C	0,47	1,28

Perubahan kandungan C-organik masing-masing sampel:

$$\text{Perhitungan: Mean} = \frac{\text{kandungan akhir} - \text{kandungan awal}}{\text{Jumlah Data}}$$

$$1. \text{ Label A: } \Delta C = 0,10\% - 0,47\% = -0,37\%$$

$$\text{Mean} = \frac{\Delta C}{\text{Jumlah Data}} = \frac{-0,37\%}{1} = -0,37\%$$

Perubahan kandungan C-organik Tanaman Label A adalah sebesar (0,37%)

$$2. \text{ Label B: } \Delta C = 0,15\% - 0,47\% = -0,32\%$$

$$\text{Mean} = \frac{\Delta C}{\text{Jumlah Data}} = \frac{-0,32\%}{1} = -0,32\%$$

Perubahan kandungan C-organik Tanaman Label B adalah sebesar (-0,32%)

$$3. \text{ Label C: } \Delta C = 1,28\% - 0,47\% = 0,81\%$$

$$\text{Mean} = \frac{\Delta C}{\text{Jumlah Data}} = \frac{0,81\%}{1} = 0,81\%$$

Perubahan kandungan C-organik Tanaman Label C adalah sebesar (0,81%)

LAMPIRAN 8. Tabel Hasil Analisis Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah

Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah	Sebelum Proses Fitoremediasi	Setelah Proses fitoremediasi
Label A	2,29 me/100g	5,12 me/100g
Label B	2,29 me/100g	13,91 me/100g
Label C	2,29 me/100g	26,35 me/100g

Perubahan Kapasitas Tukar Kation tanah masing-masing sampel:

$$\text{Perhitungan: Mean} = \frac{\text{KTK akhir} - \text{KTK awal}}{\text{Jumlah Data}}$$

1. Label A: $\Delta\text{KTK} = 5,12 \text{ me/100g} - 2,29 \text{ me/100g} = 2,83 \text{ me/100g}$

$$\text{Mean} = \frac{\Delta\text{KTK}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{2,83}{1} = 2,83 \text{ me/100g}$$

Perubahan kapasitas tukar kation tanah dengan Label A adalah sebesar (2,83 me /100g)

2. Label B: $\Delta\text{KTK} = 13,91 \text{ me/100g} - 2,29 \text{ me/100g} = 11,62 \text{ me/100g}$

$$\text{Mean} = \frac{\Delta\text{KTK}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{11,62}{1} = 11,62 \text{ me/100g}$$

Perubahan kapasitas tukar kation tanah dengan Label B adalah sebesar (11,62 me/100g)

3. Label C: $\Delta\text{KTK} = 26,35 \text{ me/100g} - 2,29 \text{ me/100g} = 24,06 \text{ me/100g}$

$$\text{Mean} = \frac{\Delta\text{KTK}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{24,06}{1} = 24,06 \text{ me/100g}$$

Perubahan kapasitas tukar kation tanah dengan Label C adalah sebesar (24,06 me/100g)

LAMPIRAN 9. Tabel Pengamatan pH Tanah

MST	Label A	Label B	Label C
pH Awal	4	4	4
2 MST	4	4,2	4,3
4 MST	4	4,2	4,5
6 MST	4,2	4,5	5
8 MST	4,2	4,5	5,5
10 MST	4,5	5	6
12 MST	4,5	5	6,5

LAMPIRAN 11. Tabel Pengamatan Tinggi Tanaman Lidah Mertua

Tinggi Tanaman Lidah Mertua	Sebelum Proses Fitoremediasi	Setelah Proses Fitoremediasi
Label A	-	-
Label B	47 cm	48 cm
Label C	48 cm	52 cm

LAMPIRAN 12. Proses Pengambilan Media Tanam



a. Lapangan Kosong Tempat Pengambilan Media Tanam



b. Pembersihan Areal Pengambilan Dari Rerumputan dan Benda Lainnya



c. Penggalan Tanah Hingga kedalaman 25 cm untuk mencapai Sub Soil



d. Pengambilan Media Tanam yang Sudah Mencapai Sub Soil



e. Memasukkan Media Tanam Sub Soil Kedalam Karung



f. Media Tanam Sub Soil yang Akan Dipergunakan

LAMPIRAN 13. Dokumentasi Proses Penelitian

1. Simulasi Tanah Tercemar Logam Berat Besi (Fe)



a. Menggabungkan Media Tanam Untuk Pencampuran Ferrou Sulfate (FeSO₄)



b. Pengaplikasian Ferrou Sulfate (FeSO₄)



c. Meratakan Ferrou Sulfate (FeSO₄) dengan Mengaduk Secara Manual



d. Pengambilan Sampel Awal Untuk Analisa Kandungan Awal Tanah



e. Sampel Awal Tanaman Kontrol dan Tanaman Tercemar Logam Berat Besi (Fe)



f. Memasukkan Tanah Kedalam Polybag Setelah Simulasi Selesai

2. Penanaman Tanaman Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*)



a. Polybag Sudah Terisi Media Tanam dan Label



b. Persiapan Pindah Tanam Lidah Mertua (*Sansivieria trifasciata*)



c. Penanaman ke Dalam Polybag yang Sudah Diberi Label Pada masing-masing Polybag



d. Pengaplikasian Mikoriza Arbuskula Pada Polybag Tanaman Label C

3. Pengamatan Tinggi Tanaman Lidah Mertua



Tinggi tanaman lidah mertua Label B sebelum fitoremediasi



Tinggi tanaman lidah mertua Label B setelah fitoremediasi



Tinggi tanaman lidah mertua Label C sebelum proses fitoremediasi



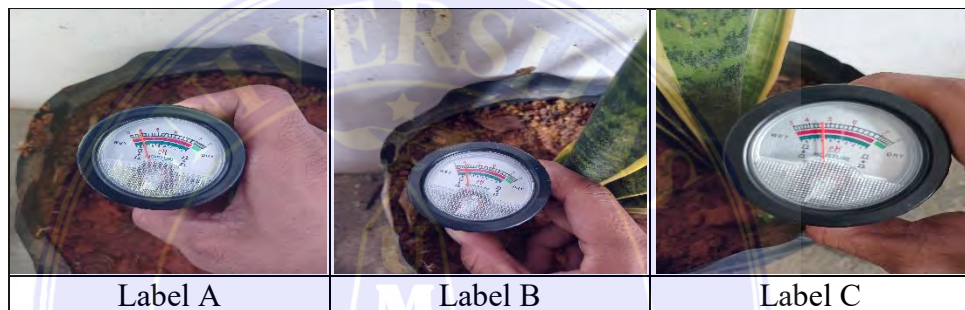
Tinggi tanaman lidah mertua Label C setelah proses fitoremediasi

4. Pengamatan pH Tanah

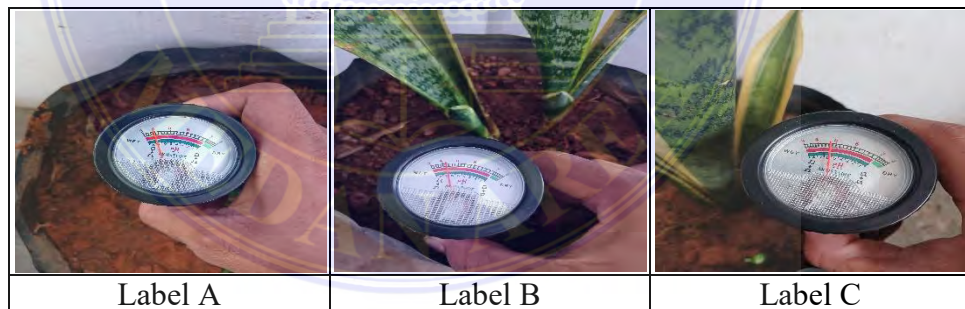
a. Analisis pH Awal Tanah



b. Analisis pH Minggu Ke (2)



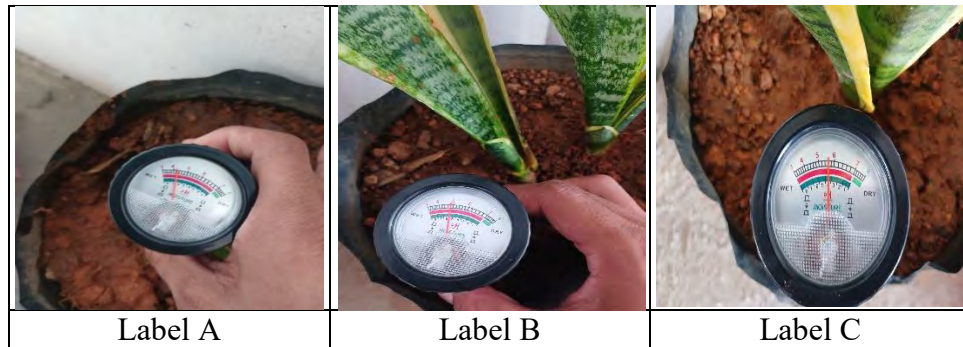
c. Analisis pH Minggu Ke (4)



d. Analisis pH Minggu Ke (6)



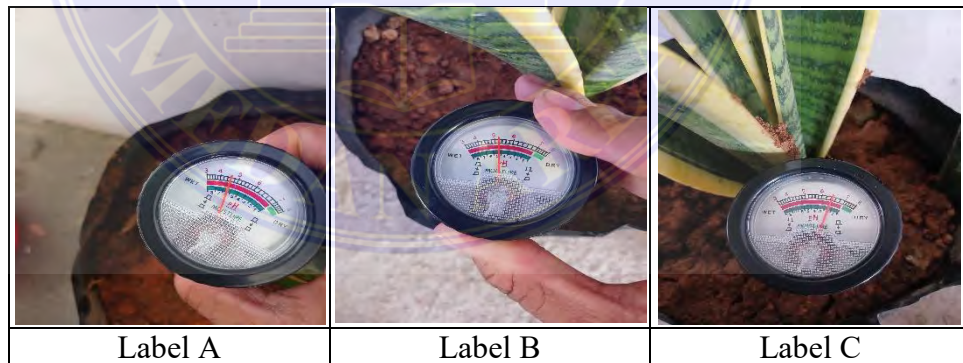
e. Analisis pH Minggu Ke (8)



f. Analisis pH Minggu Ke (10)



g. Analisis pH Minggu Ke (12)



5. Pengambilan Sampel Tanah Setelah Proses Fitoremediasi



- a. Memasukkan Sampel Tanah Label A Kedalam Plastik Klip b. Sampel Akhir Tanah Label A



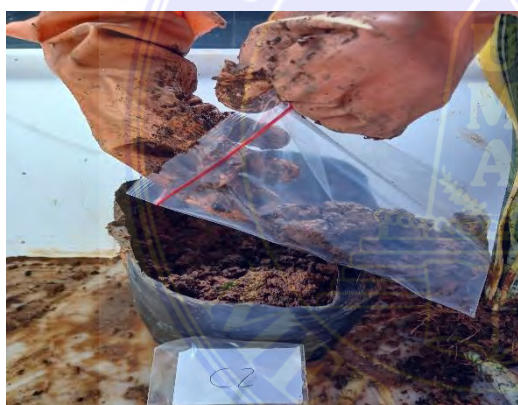
- c. Pengambilan Sampel Akhir Tanah Tanaman Label B d. Memasukkan Sampel Tanah Label B Kedalam Plastik Klip



e. Sampel Akhir Tanah Label B



f. Pengambilan Sampel Akhir Tanah Tanaman Label C



g. Memasukkan Sampel Tanah Label C Kedalam Plastik Klip



h. Sampel Akhir Tanah Label C

