

TUGAS AKHIR

**POTENSI CENDAWAN ARBUSKULAR MIKORIZA UNTUK
RESTORASI LAHAN GAMBUT : PERCOBAAN SKALA
RUMAH KACA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**RIZKY ADITYA DEWANTO
17513031**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

TUGAS AKHIR

**POTENSI CENDAWAN ARBUSKULAR MIKORIZA UNTUK
RESTORASI LAHAN GAMBUT TERBAKAR: PERCOBAAN SKALA
RUMAH KACA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat
Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



RIZKY ADITYA DEWANTO

175131031

Disetujui,

Dosen Pembimbing:

Dr. Ir. Kasam, M.T.
NIK. 925110102
Tanggal:

Dewi Wulandari, S. Hut., M.Agr., Ph.D.
NIK. 185130401
Tanggal:

Mengetahui*

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Eko Siswono, S.T., M.Sc.E.S., Ph. D
NIK. 025100406
Tanggal: 14 Februari 2022

HALAMAN PENGESAHAN

**POTENSI CENDAWAN ARBUSKULAR
MIKORIZA UNTUK RESTORASI LAHAN
GAMBUT: PERCOBAAN SKALA RUMAH KACA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari : Kamis
Tanggal : 6 Januari 2022**

Disusun Oleh: RIZKY ADITYA DEWANTO


17513031

Tim Penguji :

Dr. Ir. Kasam, M.T.



Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.



Luqman Hakim, S.T., M.Si.



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 November 2021

Yang membuat pernyataan,



Rizky Aditya Dewanto

NIM: 17513031

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat serta kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini yang berjudul Potensi Aplikasi Cendawan *Arbuskular* Mikoriza Untuk Restorasi Lahan Gambut: Percobaan Skala Rumah Kaca yang dilaksanakan sejak September 2020 Tugas ini disusun untuk memenuhi syarat penyelesaian program sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini tentu tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari beberapa pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

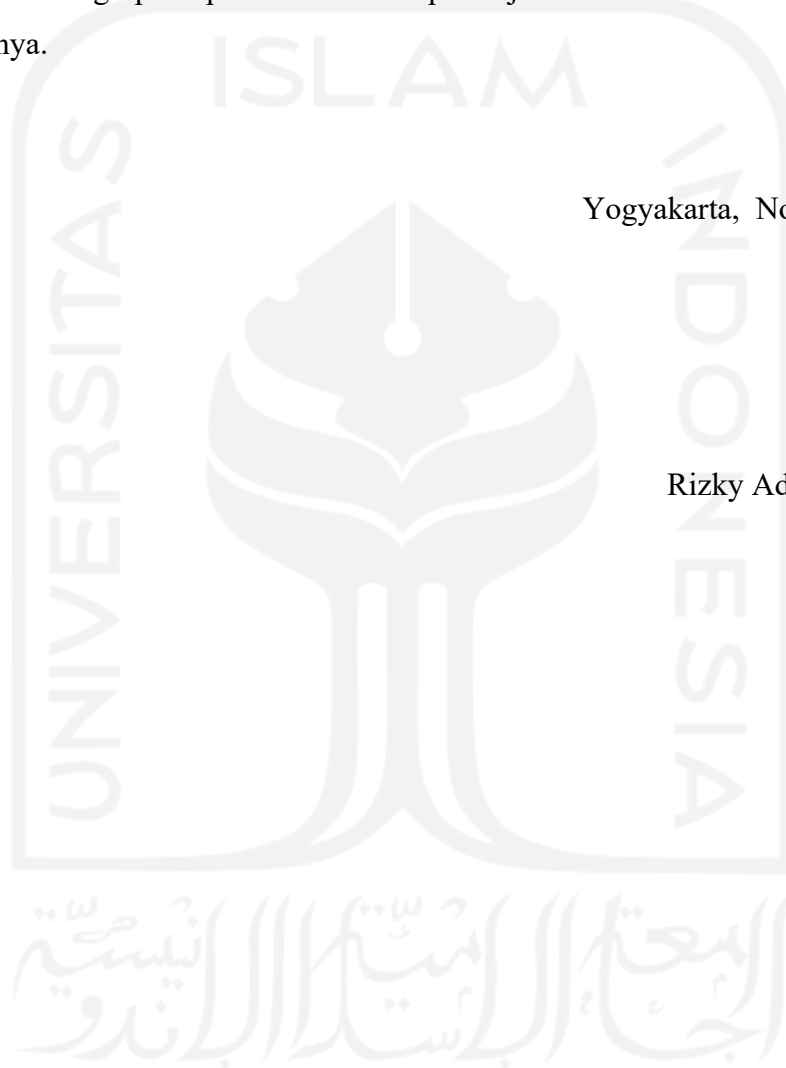
1. Allah *subhananu wa ta'ala* berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Imam Hari Fitriyanto dan Ibu Lilis Suryani selaku orang tua penulis yang selalu mendoakan kesehatan, kelancaran dan selalu memberikan dukungan moril maupun materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Kasam, M.T. selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar dan meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan dan arahan mulai dari penelitian hingga penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan dan masukan dari awal penelitian hingga penyusunan laporan tugas akhir.
5. Bapak Luqman Hakim, S.T., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan pada penelitian sampai dengan penyusunan laporan akhir.

6. Teman-teman Perkumpulan Kost Rama dan Iqbal yang selalu memberikan dukungan selama penelitian sampai penulisan tugas akhir.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar laporan ini dapat lebih baik. Semoga laporan ini bermanfaat bagi para pembaca dan dapat dijadikan untuk referensi penelitian berikutnya.

Yogyakarta, November 2021

Rizky Aditya Dewanto



ABSTRAK

RIZKY ADITYA DEWANTO. Potensi Cendawan Arbuskular Mikoriza Untuk Restorasi Lahan Gambut : Percobaan Skala Rumah Kaca. Dibimbing oleh Dr. Ir. KASAM, M.T. dan DEWI WULANDARI, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

Degradasi lahan gambut disebabkan oleh kebakaran lahan berakibat hilangnya unsur hara dan menurunnya pH tanah diikuti dengan kenaikan konsentrasi logam berat pada tanah. Oleh karena itu perlu dilakukan restorasi dengan cara penanaman pohon disertai penambahan mikroorganisme pada tanaman. Salah satu opsi yaitu dengan menanam tanaman *M. Leucadendra* dengan ditambahkan mikroorganisme Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM). Selain menambahkan mikroorganisme dilakukan tiga perlakuan pada media tanam yaitu penambahan bahan pembenah tanah seperti Kitosan, Asam Humat, dan Slow Release Organic Paramagnetic (SROP). Penambahan pembenah tanah dan mikroorganisme digunakan untuk membantu pertumbuhan tanaman pada area lahan Gambut bekas terbakar yang memiliki unsur hara yang rendah dan kandungan logam berat yang tinggi. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah pembenah tanah dan mikroorganisme dapat membantu pertumbuhan tanaman di Gambut bekas terbakar. Hasil dari penelitian ini menghasilkan tanaman dengan inokulasi CAM ditambahkan dengan bahan pembenah tanah mampu menaikkan biomassa tanaman, pH tanah, mereduksi logam berat Zn, menaikkan kadar logam Fe dan Mn, serta dapat menurunkan kadar Fosfat di dalam tanah.

Kata kunci: Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM), Gambut, *M. Leucadendra*

ABSTRACT

RIZKY ADITYA DEWANTO. *Potential of Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Restoration of in Peatlands: Greenhouse Scale Experiments. Supervised by Dr. Ir. KASAM, M.T. and DEWI WULANDARI, S.Hut., M.Agr., Ph.D.*

Peatland degradation is caused by land fires resulting in loss of nutrients and a decrease in soil pH followed by an increase in heavy metal concentrations in the soil. In this case, peatlands need restoration by planting trees along with the addition of microorganisms to plants. One option is to plant *M. leucadendron* plants with the addition of the Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF). In addition, three micro-organisms were also treated on the growing media, namely the addition of soil enhancers such as Chitosan, Humic Acid, and Slow Release Organic Paramagnetic (SROP). The addition of soil enhancers and microorganisms is used to help plant growth in burnt peat land areas which have low nutrients and high heavy metal content. It aims to find out whether soil conditioners and microorganisms can help plant growth in burnt peat. The results of this study resulted in plants with CAM inoculation added with soil enhancer that was able to increase plant biomass, soil pH, reduce Zn heavy metals, increase Fe and Mn metal levels, and can reduce phosphate levels in soil.

Keywords: Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), Peatlands, *M. Leucadendron*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Pendahuluan	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	4
1.5. Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Lahan Gambut	5
2.2 Restorasi Lahan Gambut.....	5
2.3 Bahan Pembenh Tanah	6
2.4 Tanaman Uji	7
2.5 Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM)	8
2.6 Penelitian Terdahulu	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	11
3.2 Tahapan Penelitian.....	12
3.3 Persiapan Semai Tanaman <i>M. Leucadendra</i>	13

3.4 Pesiapan Inokulum Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM)	13
3.5 Persiapan Media Tanam.....	13
3.6 Penanaman & Inokulasi Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM)	13
3.7 Pengamatan Pertumbuhan	14
3.8 Pemanenan	14
3.9 Analisis Serapan Logam & Penurunan pH	14
3.10 Analisis Statistik	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Hasil dan Analisis Parameter dalam Penelitian	15
4.1.1 Pengaruh Inokulasi CAM dalam Pertumbuhan Kayu Putih	15
4.2 Hasil Pengujian Sampel pH Tanah	18
4.2.1 Hasil Pengujian pH Sampel Tanah Tanaman	18
4.3 Pengaruh Inokulasi CAM terhadap Reduksi Logam pada Tanaman Uji ...	19
4.3.1 Reduksi Logam Fe	19
4.3.2 Reduksi Logam Mn	21
4.3.3 Reduksi Logam Zn	23
4.4 Pengaruh Inokulasi CAM terhadap Fosfat dalam Tanah dan Tanaman	25
4.4.1 Kandungan Fosfat dalam Tanah	25
4.4.2 Kandungan Fosfat dalam Tanaman	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rangkuman Penelitian Terdahulu. 9

Tabel 4. 1 Persyaratan kadar F pada Tanah dan Tanaman..... 25



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kayu Putih.....	16
Gambar 4. 2 Grafik Pertumbuhan Diameter Tanaman Kayu Putih.....	17
Gambar 4. 3 Grafik Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman Kayu Putih.....	17
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Berat Basah pada Tanaman Kayu Putih	17
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Berat Kering Tanaman Kayu Putih.....	18
Gambar 4. 6 Grafik Perubahan pH H ₂ O Tanah.....	19
Gambar 4. 7 Grafik Perubahan pH KCL Tanah	19
Gambar 4. 8 Grafik Kandungan Fe dalam Tanah	20
Gambar 4. 9 Grafik Kandungan Fe dalam Tanaman	20
Gambar 4. 10 Grafik Kandungan Fe dalam Jaringan Akar.....	21
Gambar 4. 11 Grafik Kandungan Mn dalam Tanah.....	22
Gambar 4. 12 Grafik Kandungan Mn dalam Tanaman.....	22
Gambar 4. 13 Grafik Kandungan Mn dalam Jaringan Akar	22
Gambar 4. 14 Grafik Kandungan Zn dalam Tanah.....	23
Gambar 4. 15 Grafik Kandungan Zn dalam Tanaman.....	24
Gambar 4. 16 Grafik Kandungan Zn dalam Jaringan Akar	24
Gambar 4. 17 Grafik Kandungan Fosfat dalam Tanah	25
Gambar 4. 18 Grafik Kandungan Fosfat dalam Tanaman	26

NOTASI DAN SINGKATAN

CAM	= Cendawan Arbuskular Mikoriza
KPK	= Kapasitas Pertukaran Kation
SROP	= <i>Slow Release Organic Paramagnetic</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Pendahuluan

Lahan gambut adalah lahan yang terbentuk dari timbunan bahan organik, sehingga kandungan karbon pada tanah gambut sangat besar [1]. Indonesia merupakan negara terbesar keempat setelah Kanada, Rusia dan Amerika Serikat yang memiliki lahan gambut yang sangat luas. Luas lahan gambut di Indonesia sekitar 14,95 juta hektar tersebar hampir di seluruh pulau besar di Indonesia diantaranya Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua serta sebagian kecil terletak di Sulawesi [2].

Lahan gambut merupakan lahan yang rentan dengan perubahan karakteristik yang tidak menguntungkan. Pada umumnya, degradasi lahan gambut disebabkan oleh kegiatan penambangan dan kebakaran lahan [3]. Kebakaran lahan gambut terjadi hampir setiap tahun sepanjang musim kemarau menyisakan lahan gambut bekas terbakar yang cukup luas [4]. Hal ini mengakibatkan kandungan unsur hara lahan gambut berkurang dan meningkatnya kandungan logam berat pada lahan gambut [3]. Hal ini mengakibatkan tanah gambut terdegradasi mengalami penurunan kualitas lahan dari segi sifat fisik, kimia, maupun biologi. Salah satu indikator penurunan kualitas lahan gambut adalah hilangnya unsur hara yang bersifat volatil seperti unsur C, H, O, N, dan S, serta meningkatnya unsur-unsur logam seperti Fe, Cu, Zn, dan Mn [5].

Peningkatan unsur logam atau bahkan logam berat pada tanah dapat menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan yang kemudian dapat meracuni tanaman maupun organisme. Hal tersebut dapat terjadi karena sifat logam berat yang karsinogenik, konservatif dan cenderung kumulatif dalam tubuh organisme bahkan manusia, stabil dan sulit untuk diuraikan, serta mobilitas di dalam tanah yang dapat berubah dengan cepat [6].

Pengelolaan tanah gambut yang telah mengalami peningkatan unsur logam perlu dilakukan untuk meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan. Salah satu pengelolaan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan akar tanaman

yang mengikat kontaminan berupa logam berat yang kemudian terakumulasi dan terdegradasi di dalam tanaman tersebut dengan bantuan enzim, atau yang biasa disebut fitoremediasi [7].

Salah satu program yang dapat diaplikasikan yaitu menggunakan tanaman *M. Leucadendra*. *M. Leucadendra* sebagai tanaman revegetasi dinilai memiliki prospek yang cukup potensial untuk dikembangkan karena tanaman ini tidak memiliki syarat tumbuh yang spesifik. Mampu bertahan hidup ditempat kering, di tanah berair dan mampu bersimbiosis dengan jenis mikroorganisme tanah serta memiliki waktu tumbuh yang tidak terlalu lama [8]. Selain penanaman *M. Leucadendra*, diperlukan bahan pembenah tanah (pupuk kandang, kitosan, asam humat dan SROP) dan Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara maksimal serta meningkatkan daya serap logam berat yang terkandung di tanah gambut terbakar [9]. Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) merupakan kelompok cendawan yang hidup di dalam tanah yang mempunyai struktur hifa yang disebut arbuskular. Arbuskular berperan sebagai tempat kontak dan transfer unsur hara mineral antara cendawan dan tanaman inangnya pada jaringan akar [10]. Manfaat dari adanya asosiasi mikoriza yaitu peningkatan unsur hara, meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan dan tahan terhadap serangan patogen. CAM mampu mengurangi jarak yang harus ditempuh permukaan akar tanaman untuk mencapai unsur hara, meningkatkan serapan dan konsentrasi unsur hara pada permukaan serapan, secara kimiawi mengubah sifat kimia unsur hara untuk memudahkan penyerapan unsur hara tersebut ke dalam akar tanaman [11].

Sedikit yang dilaporkan tentang pengelolaan lahan gambut yang terbakar atau pemulihan fungsi lahan gambut. Untuk menunjang program revegetasi yang maksimal maka perlu dilakukan penggabungan metode yaitu adanya penelitian tentang penerapan bahan amandemen tanah, Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM), dan tanaman *M. Leucadendra* yang diharapkan dapat mendegradasi kandungan logam berat pada lahan gambut yang terbakar.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh inokulasi mikoriza dari lahan gambut terhadap pertumbuhan tanaman *M. Leucandendra* yang tumbuh pada berbagai aplikasi bahan pembenah tanah seperti Kitosan, Asam Humat, dan SROP?
2. Bagaimana pengaruh inokulasi mikoriza pada serapan logam berat (Fe, Mn, dan Zn), pH, dan kandungan Fosfat di lahan gambut bekas terbakar dengan berbagai aplikasi bahan pembenah tanah seperti Kitosan, Asam Humat, dan SROP?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Investigasi potensi mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman *M. Leucandendra* dengan berbagai aplikasi bahan pembenah tanah yaitu Kitosan, Asam Humat, dan SROP.
2. Investigasi potensi mikoriza terhadap serapan logam berat (Fe, Mn, dan Zn), pH, dan kandungan Fosfat dengan berbagai aplikasi bahan pembenah tanah yaitu Kitosan, Asam Humat, dan SROP di lahan gambut terbakar.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat lain yang dapat diperoleh dari penelitian ini untuk ilmu pengetahuan, masyarakat dan pemerintah adalah sebagai berikut:

1. Bagi Ilmu pengetahuan
 - Bermanfaat sebagai referensi pembelajaran khususnya mengenai pemanfaatan mikoriza sebagai media restorasi tanah gambut.
2. Bagi Masyarakat
 - Sebagai referensi masyarakat mengenai restorasi tanah gambut yang sudah rusak dan terdegradasi oleh logam berat dan senyawa organik yang nantinya dapat dijadikan sebagai sumber mata pencaharian.
3. Bagi Pemerintah
 - Sebagai sebuah saran dan bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam membuat peraturan mengenai restorasi ekologis tanah gambut dengan pendekatan mikrobiologi yang berkelanjutan.

1.5. Ruang Lingkup

1. Penelitian dan pengamatan tanaman dilakukan dalam skala rumah kaca.
2. Pengujian parameter logam dan pH pada tanah gambut bekas terbakar.
3. Pengujian logam berat pada jaringan tanaman.
4. Pengujian kandungan Fosfat pada tanah dan jaringan tanaman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lahan Gambut

Tanah gambut di Indonesia mempunyai pH berkisar antara 2,8 - 4,5 dan kemasaman potensial mencapai >5 cmol/kg, ketersediaan unsur-unsur makro N, P, K, serta jumlah unsur mikro pada umumnya juga rendah [9]. Kandungan C organik yang tinggi ($\geq 18\%$) dan dominan berada dalam kondisi tergenang (anaerob) menyebabkan karakteristik lahan gambut berbeda dengan lahan mineral, baik sifat fisik maupun kimianya. Kandungan karbon yang relatif tinggi membuat lahan gambut dapat berperan sebagai penyimpan karbon. Namun cadangan karbon di tanah bersifat labil, jika kondisi alami gambut berubah atau terganggu maka gambut sangat mudah rusak [12].

Sifat gambut sangat ditentukan oleh ketebalan gambut, substratumnya (lapisan tanah mineral di bawah gambut), kematangan dan tingkat pengayaan, baik karena luapan sungai di dekatnya maupun pengaruh laut, terutama untuk gambut pesisir [13]. Lahan gambut memiliki banyak fungsi yaitu hidrologi, produksi dan ekologis yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia [3].

Pada hakikatnya, lahan gambut yang terdegradasi adalah kawasan di mana ketiga fungsi tersebut mengalami penurunan akibat ulah manusia. Ada 5 indikator untuk menilai apakah lahan gambut sudah terdegradasi atau belum, yaitu (1) adanya penebangan pohon, (2) ada pembukaan jalan, (3) ada bekas kebakaran, (4) kondisi tanah kering / tidak tergenang, dan (5) adanya bekas pertambangan [13]. Setidaknya ada 4 (empat) aktivitas manusia yang menyebabkan degradasi lahan gambut, yaitu (1) pembakaran lahan, (2) pengelolaan air yang tidak memadai, (3) penambangan, dan (4) aktivitas lainnya [14].

2.2 Restorasi Lahan Gambut

Lahan gambut dikenal sebagai lahan yang rapuh atau rentan dengan perubahan karakteristik yang tidak menguntungkan. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan yang unik agar sifat-sifat tersebut tidak berubah, sehingga tidak mengakibatkan penurunan produktivitas tanah apalagi menjadi proleter. Lahan gambut yang terdegradasi menurunkan kualitas lahan baik secara kimiawi, fisik

dan biologis [15].

Para ahli lahan gambut Indonesia umumnya percaya bahwa restorasi adalah cara untuk mengembalikan lahan gambut yang rusak ke keadaan atau fungsi semula. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 1 Tahun 2016, Badan Restorasi Gambut (BRG) menetapkan 3 jenis rencana restorasi gambut, yaitu pembasahan ulang, penghijauan kembali, dan pemulihan mata pencaharian. Restorasi hutan gambut melibatkan masyarakat di sekitar kawasan hutan gambut, karena diharapkan kegiatan restorasi tersebut juga berdampak positif bagi perekonomian masyarakat. Perbaikan keberlanjutan hutan gambut sebagai sumber ekonomi dapat dicapai dalam bentuk restorasi hutan gambut [16].

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2016 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut, maka pekerjaan restorasi gambut yang sistematis dan komprehensif ini dilakukan untuk menjaga fungsi ekosistem gambut dan mencegah kerusakan ekosistem gambut, Termasuk perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 28 tentang Pengelolaan Cagar Alam dan Cagar Alam disebutkan pula perlunya restorasi ekosistem dalam bentuk restorasi.

2.3 Bahan Pembenh Tanah

Penelitian restorasi gambut ini dilakukan dengan penambahan bahan pembenh tanah. Bahan pembenh tanah adalah bahan organik atau alami yang digunakan sebagai bahan perbaikan pada tanah yang terdegradasi [17]. Dalam proses restorasi perlu ditambahkan bahan pembenh tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara maksimal dan meningkatkan daya serap logam berat yang terkandung dalam tanah gambut yang terbakar [9]. Ada tiga bahan pembenh tanah yang digunakan pada penelitian ini yaitu kitosan, asam humat dan slow realese organik paramagnetic (SROP).

Kitosan merupakan biopolimer organik yang berasal dari kitin, dengan struktur cangkang udang, cangkang cumi dan cangkang rajungan [20]. Proses perubahan kitin menjadi kitosan dilakukan dengan cara mengisolasi kitin yang terdapat pada exoskeleton hewan air seperti udang, cumi-cumi dan kepiting. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan larutan kitosan 2% dapat menurunkan kadar logam melalui absorpsi timbal menjadi 94,97% dan kapasitas

absorpsi menjadi 5,36 mg / g dengan menggunakan larutan kitosan 0,5% [21]. Dalam keadaan cair, pupuk kitosan diaplikasikan ke media tanam dengan jumlah hingga 3 ml / 1 l air [22].

Asam humat adalah amandemen tanah yang dapat meningkatkan metabolisme tanah dan sifat fisik serta kimia tanah [23]. Asam humat adalah zat organik makromolekul polielektrolit dengan kemampuan adsorpsi dan desorpsi logam berat. Ion-ion dalam asam humat akan bergabung dengan logam Pb (II), Cu (II) dan Fe (II). Hingga persentase serapan logam Pb (II) sebesar 48,9% hingga 88,73%, persentase serapan logam Cu (II) sebesar 4,15% hingga 13,29%, dan persentase serapan logam Fe (II) sebesar 3,77% 34,78% [24]. Untuk setiap kilogram tanah yang akan direstorasi, dosis maksimum asam humat untuk perbaikan tanah adalah 100 ml, dan konsentrasinya 2,5% v / v [25].

Bahan amandemen tanah berikutnya yang digunakan adalah humus sintetis atau slow release organic paramagnetic (SROP). SROP merupakan solusi untuk meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, dan pelepasan hara lambat [26]. Penggunaan SROP pada konsentrasi 10-30% dianggap dapat meningkatkan pH tanah hampir netral dan paling cocok untuk pertumbuhan yaitu 6,54-7,12. Selain itu, penggunaan SROP dapat membantu meningkatkan pemanfaatan unsur hara N, P dan K, serta meningkatkan nilai tukar kation [27].

2.4 Tanaman Uji

Pemulihan tanah gambut yang terdegradasi dapat meningkatkan kualitas tanah dengan cara merestorasi vegetasi atau tanaman (seperti restorasi alami, hutan buatan, dan padang rumput buatan) *M. Leucadendra* merupakan tanaman perdu dengan batang kecil dan banyak anakan, dahan gantung yang terkulai, bentuk daun tulang sejajar, ada bunga merah, permukaan kulit kayunya terkelupas, tanaman dapat bertahan hidup di tempat kering, air dan tanah atau banyak tempat. Tinggi *M. Leucadendra* bisa mencapai 45 m jika terkena angin atau laut, Ketinggian antara 5-45 m [8].

M. Leucadendra merupakan hasil hutan non kayu yang menjanjikan. Di Indonesia tumbuhan *M. Leucadendra* biasanya berupa hutan alami dan perkebunan. Hutan alami tersebar di Maluku (Kepulauan Buru, Seram, Nusa Laut dan Ambon), Sulawesi Tenggara, Bali, Nusa Tenggara Timur dan Irian Jaya, sedangkan perkebunan berada di Jawa Timur (Ponorogo, Kediri, Madiun) Jawa

(solo dan Gandhi), Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Barat (Bantan, Bogor, Sukabumi, Indramayo, Majalenka) [28].

Penelitian ini menggunakan tanaman uji *M. Leucadendra* yang akan diberi perlakuan inokulasi dengan Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) dan bahan pembenah tanah. Dari segi ekologi dan ekonomi, *M. Leucadendra* merupakan tumbuhan yang sangat potensial untuk memulihkan lahan yang terbakar. Sebagian besar tanaman *Leucadendra* tumbuh di daerah beriklim tropis, dengan curah hujan tahunan rata-rata 1.300-1.750 mm. Spesies ini akan tumbuh hingga diameter 40 m dan diameter 1,2 m. Ciri-ciri tanaman ini berwarna putih sampai abu-abu, seperti kertas, daun hijau melengkung dengan panjang 5-10 cm, lebar 1-4 cm, berbulu, dan daun muda ditutupi rambut halus sepanjang 0,3-2 mm [29].

2.5 Cendawan Arbuskular Mikoriza

Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) adalah salah satu cendawan yang hidup di dalam tanah. Cendawan ini selalu berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi dan keduanya saling memberikan keuntungan [30]. CAM dapat bersimbiosis dengan sebagian besar (97%) famili tanaman, seperti tanaman pangan, hortikultura, kehutanan, perkebunan, dan tanaman pakan.

Struktur utama dari CAM adalah arbuskula, vesikula, hifa eksternal dan hifa internal. Arbuskula adalah struktur hifa yang bercabang-cabang seperti pepohonan kecil di dalam korteks akar inang / tanaman. Arbuskula memiliki fungsi sebagai tempat pertukaran zat-zat metabolit primer antara cendawan mikoriza dan akar tanaman inang. Arbuskula memiliki peran yang sangat penting, yaitu sebagai tempat masuknya unsur hara yang didapatkan dari tanah yang diabsorpsi oleh akar dan hifa mikoriza ke dalam sel inang.

Keberadaan CAM pada akar tanaman memegang peranan penting karena dapat membantu meningkatkan hasil tanaman. Bagi tanaman, CAM sangat berguna untuk meningkatkan penyerapan hara, terutama unsur fosfat (P) [31]. Dibandingkan dengan tanaman yang tidak terinfeksi CAM, unsur hara P pada akar tanaman yang terinfeksi CAM dapat masuk enam kali lebih cepat ke tanaman. Hal ini terjadi karena jaringan hifa CAM dapat memperluas bidang absorpsi. Awalan yang diperoleh dengan membudidayakan media batuan zeolit dan tanaman jagung di rumah kaca. Setelah dua bulan pertumbuhan tanaman, media batuan zeolit dan akar yang terinfeksi CAM dapat digunakan. CAM digunakan di dekat akar

tanaman atau di lubang benih. Yang perlu diperhatikan adalah metode penerapan CAM, karena akan mempengaruhi efektifitasnya pada tanaman [32].

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Rangkuman Penelitian Terdahulu.

No.	Penulis	Tema Penelitian	Hasil
1	Musfal, 2010	Potensi Cendawan Arbuskular Mikoriza untuk meningkatkan Hasil Tanaman Jagung	Pemberian 100% pupuk NPK dan 20 g CAM/ tanaman memberikan hasil jagung lebih tinggi 5,03 t/ha dibandingkan hanya 100% pupuk NPK
2	Yuliati, 2016	Isolasi Karakterisasi T Asam Humat dan Penentuan Daya Serapnya Terhadap Ion Logam Pb (II) Cu (II) dan Fe (II)	Penggunaan asam humat dapat membantu tanaman dalam menyerap logam berat. Penyerapan logam Pb (II) dengan presentase 48,9% sampai dengan 88,73%, penyerapan logam Cu (II) dengan presentase 4,15% sampai dengan 13,29%, dan penyerapan logam Fe (II) dengan presentase 3,77% sampai dengan 34,78%
3	Iriana, 2018	Kemampuan Adsorpsi Kitosan Dari Cangkang Udang Terhadap Logam Timbal	Penggunaan larutan kitosan konsentrasi 2% dapat menurunkan kadar logam dengan penyerapan logam timbal mencapai 94,97% dan kapasitas penyerapan hingga 5,36 mg/g menggunakan konsentrasi larutan kitosan 0,5%

4	Agus, 2020	<p>Paramagnetig Humus and Callophyllum inophyllum for Rehabilitation of Tropical Anthropogenic Deserted Tinmined Solid</p>	<p>Penggunaan SROP dengan konsentrasi 10-30% dinilai dapat meningkatkan pH tanah menjadi hampir netral dan optimal untuk pertumbuhan yaitu 6,54-7,12. Selain itu, penggunaan SROP dapat membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P, dan K, serta meningkatkan nilai tukar kation.</p>
---	------------	--	---



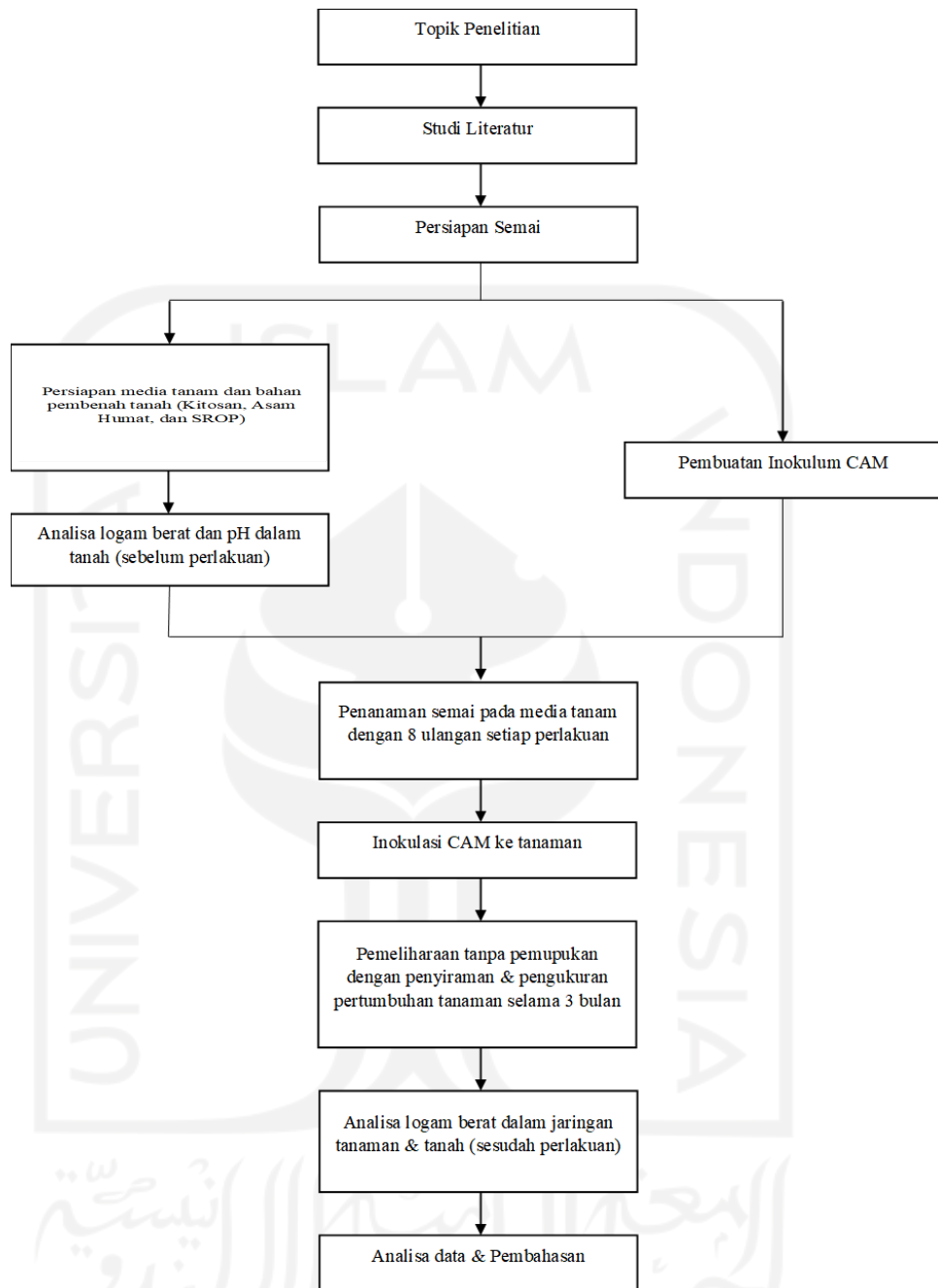
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada skala rumah kaca. Dilakukan mulai dari tahapan persiapan media tanam, penanaman *M. Leucadendra*, Pengambilan sampel data, pemanenan *M. Leucadendra* dilakukan di rumah kaca yang berlokasi di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Pengujian sampel akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Kegiatan penelitian akan dilaksanakan pada bulan Maret 2021 hingga bulan Oktober 2021. Media tanam berupa tanah gambut bekas terbakar yang diambil dari KTHDTK Tumbang Busa Palangkaraya Kalimantan Tengah pada 21 Juli 2019.

3.2 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.3 Persiapan Semai Tanaman *M. Leucadendra*

Persiapan benih tanaman dilakukan dengan menabur benih *M. Leucadendra* di pasir steril. Tanaman dipelihara selama 2 bulan di rumah kaca dengan pupuk fosfat hyponex 1 ppm. Perawatan bibit terdiri dari penyiraman setiap dua hari dan pemberian pupuk Hyponex seminggu sekali. Pemeliharaan semai dilakukan selama 2 bulan di rumah kaca yang berada di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

3.4 Persiapan Inokulum Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM)

Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) yang digunakan untuk penelitian ini adalah *Acaulospora* sp. Dengan tanaman inang yaitu Jagung (*Zea mays*) dengan penyiraman setiap dua hari selama 3 bulan di dalam rumah kaca.

3.5 Persiapan Media Tanam

Tanah gambut bekas terbakar yang digunakan sebagai media tanam sudah dalam kondisi steril. Sterilisasi dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh inokulasi bakteri tanpa pengaruh mikroorganisme lain. Media tanam terdiri dari 4 perlakuan yaitu tanpa bahan pembenah, dengan kitosan, asam humat dan slow organic paramagnetic analysis (SROP). Dalam persiapan ini dibuat 7 kali ulangan untuk masing-masing bahan pembenah tanah yang sudah ditanami oleh tanaman *M. Leucadendra* yang berusia 2 bulan. Untuk kitosan dan asam humat digunakan sebanyak 2,5% dari total tanah gambut per polibag dengan perbandingan kitosan : gambut sebesar 1 : 40, sama dengan asam humat. Untuk SROP digunakan sebanyak 10% dari total tanah gambut per polibag dengan perbandingan SROP: gambut sebesar 1 : 10. Setelah media tanam tercampur dengan pembenah tanah dimasukkan ke dalam polybag dengan pengulangan sebanyak delapan kali. Setiap pengulangan polibag dilakukan dengan menanam *M. Leucadendra* yang berumur 2 bulan.

3.6 Penanaman & Inokulasi Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM)

Inokulasi Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) dilakukan dengan memasukkan 60 g Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) ke dalam media tanam. Di tumbuhkan selama 4 bulan di green house tanpa pemupukan. Dan dilakukan tujuh kali ulangan.

3.7 Pengamatan Pertumbuhan

Parameter pertumbuhan yang diamati yaitu diameter batang (mm), jumlah daun, dan ketinggian tanaman (cm). Pengukuran parameter dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 3 bulan dimulai dari hari ke 0 (pada saat inokulasi Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM)). Untuk tahapan pemanenan dilakukan setelah 3 bulan setelah pengamatan. Proses pemanenan dengan memisahkan bagian jaringan atas dan jaringan bawah dari tanaman.

3.8 Pemanenan

Tahap pemanenan dilakukan setelah 4 bulan pengamatan, memisahkan jaringan atas dari jaringan bawah (akar). Pada pemotongan jaringan dilakukan pada leher akar, ditimbang berat basahya dan di letakkan pada pembungkus. Media tanam juga dimasukkan ke dalam plastik yang sudah ditulis identitasnya. Tanaman yang telah dipanen dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 72 jam, kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,001 g untuk mendapatkan berat kering sampel.

3.9 Analisis Serapan Logam & Penurunan pH

Analisis logam berat dilakukan dengan menggunakan alat laboratorium AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). Dengan kondisi Sampel telah dikeringkan dan diambil 1 g ditambah HNO₃ dan akuades. Sampel diuji menggunakan botol vial dengan parameter uji logam berat. Adapun parameter yang diujikan adalah pH, kandungan logam berat Fe; Mn; dan Zn serta kandungan F.

3.10 Analisis Statistik

Untuk menganalisis adanya pengaruh Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) dari akar tanaman dan mikroba tanah gambut terhadap pertumbuhan dan degradasi logam untuk restorasi tanah gambut dianalisis melalui pendekatan alat uji SPSS time series (pertumbuhan) dengan standard error (serapan logam) untuk mengetahui tendensi atau kecenderungan antar perlakuan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Analisis Parameter dalam Penelitian

Analisa parameter penelitian dilakukan meliputi beberapa variabel yang akan dibahas sesuai dengan sub-judul masing-masing hasil dan analisa dalam penelitian.

4.1.1 Pengaruh Inokulasi CAM dalam Tanaman Kayu Putih

Pengamatan pertumbuhan tanaman uji Kayu Putih (*M. Leucadendra*) dilakukan sebanyak 2 minggu sekali dalam jangka waktu 4 bulan. Parameter yang diamati selama yaitu ketinggian, diameter, jumlah daun dan biomassa jaringan tanaman Kayu Putih.

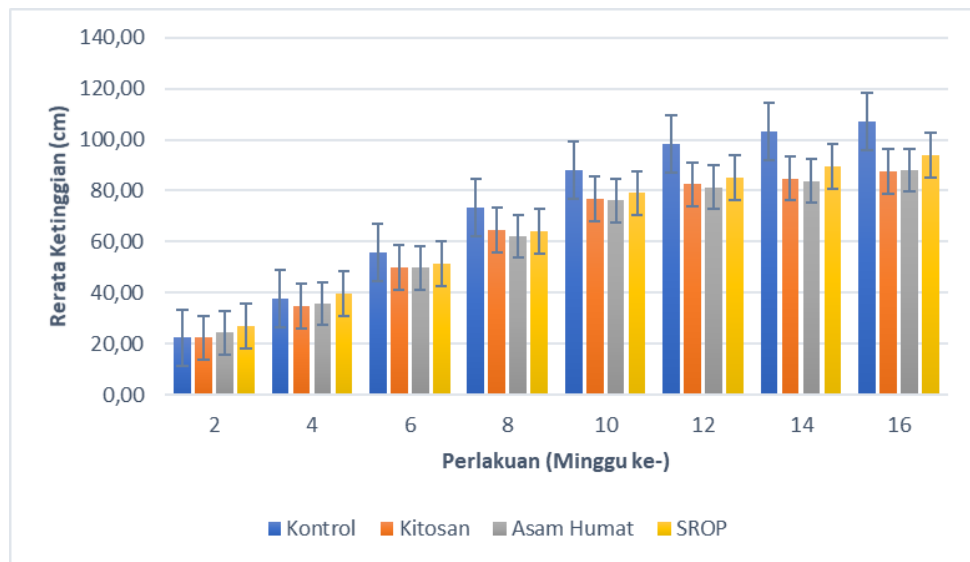
a. Tinggi dan Diameter

Tinggi dan diameter tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 merupakan perubahan ketinggian dan diameter tanaman Kayu Putih (*M. Leucadendra*) pada kontrol dan menggunakan 3 jenis bahan pembenah tanah yang di inokulasikan Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) yang diukur setiap 2 minggu sekali.

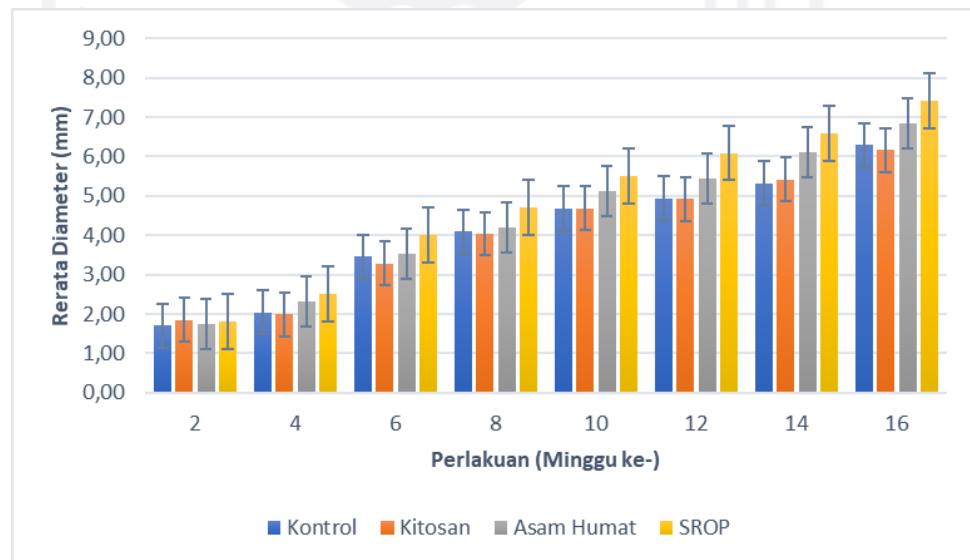
Berdasarkan data pada Gambar 4.1 didapatkan perbedaan ketinggian dari masing-masing tanaman uji. Pertumbuhan ketinggian tanaman Kayu Putih yang paling signifikan terlihat pada minggu ke-8 dengan pertumbuhan tinggi yang paling baik yaitu tanaman kontrol. Hal ini terjadi karena pada pertumbuhan CAM sudah melewati fase pertama yang mana berfokus pada pertumbuhan akar dan masuk ke fase ke 2 yang masuk dalam pertumbuhan jaringan atas tanaman serta ditandai dengan pertumbuhan cabang pada tanaman yang banyak [18]. Pertumbuhan diameter baru terlihat signifikan setelah minggu ke-6. Tanaman Kayu Putih dengan perlakuan inokulasi CAM dan ditambahkan SROP memiliki diameter yang paling besar di bandingkan dengan perlakuan lain. Dengan penambahan Inokulasi CAM dan bahan pembenah tanah membuat pertumbuhan Kayu Putih lebih pesat dibanding yang

tidak di beri bahan pembenah tanah seduai data yang disajikan oleh Grafik 4.2 dibawah.

Secara keseluruhan, pada pengamatan pertumbuhan tinggi dan diameter dapat disimpulkan bahwa tanaman Kayu Putih dengan perlakuan inokulasi CAM dan bahan pembenah tanah SROP lebih unggul dibanding dengan tanaman kontrol yang tidak diberi bahan pembenah tanah.



Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kayu Putih

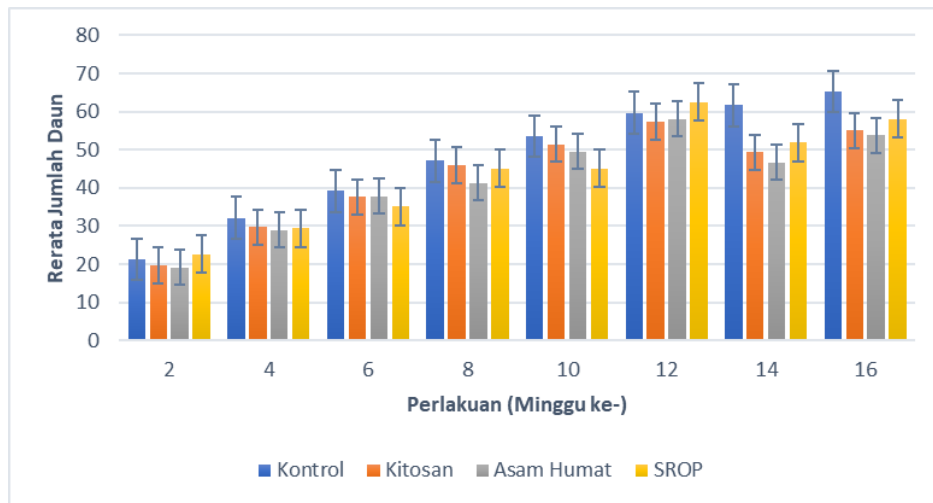


Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan Diameter Tanaman Kayu Putih

b. Jumlah Daun Tanaman Kayu Putih

Pada parameter jumlah daun dilakukan analisis pertumbuhan dari minggu ke 0 sampai ke 16 dilakukan 2 minggu sekali untuk mengetahui pada media berapa terjadi perbedaan hasil yang optimum dan signifikan. Hasil dari analisis di tampilkan dalam bentuk grafik yang diperlihatkan pada gambar 4.3. Dalam

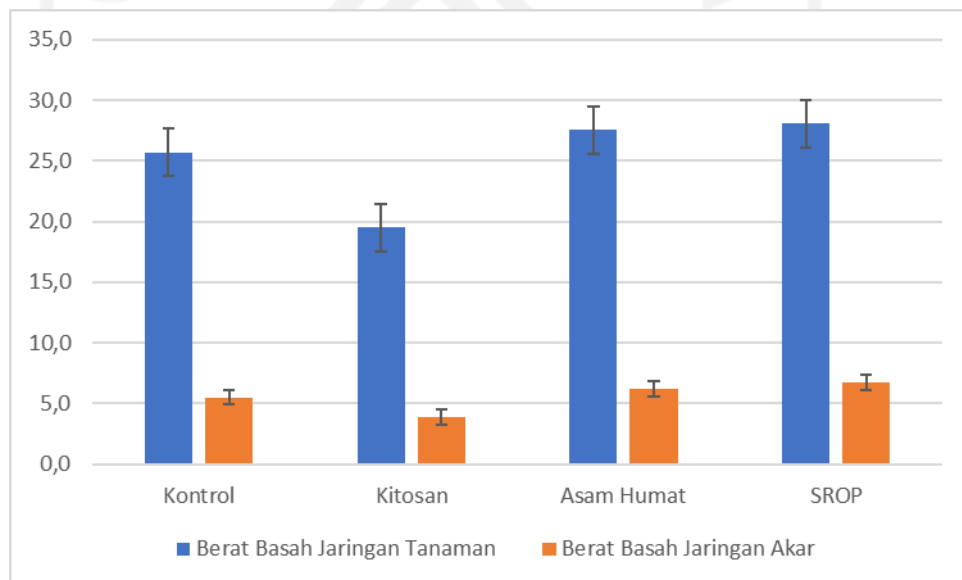
grafik menunjukkan bahwa Tanaman Kontrol yaitu yang diberi inokulasi Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) mempunyai jumlah daun yang paling banyak dibandingkan dengan tanaman yang lain.



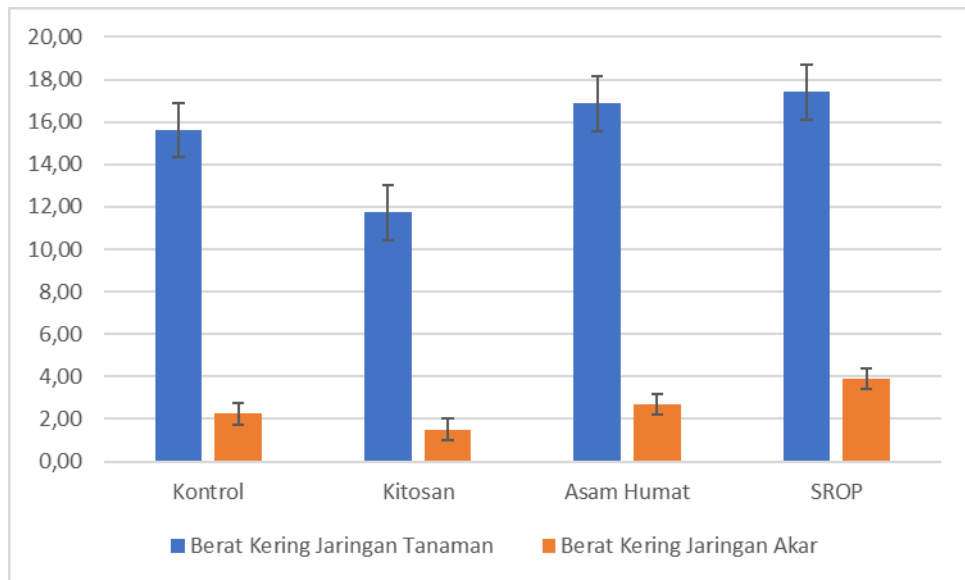
Gambar 4.3 Grafik Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman Kayu Putih

c. Biomassa Tanaman Kayu Putih

Berdasarkan gambar 4.4 dan 4.5 disajikan data yang menunjukkan bahwa Tanaman dengan Inokulasi CAM dan bahan pembenah tanah Asam Humat dan SROP menunjukkan berat basah tertinggi dibandingkan Kontrol. Hal ini menunjukkan adanya aplikasi dari bahan pembenah tanah yaitu SROP dan Asam Humat serta inokulasi Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman Kayu Putih. Hal ini karena SROP dapat memberikan unsur hara secara terus menerus untuk tanaman dalam waktu yang panjang dimana efisiensi penyerapan hara akan tinggi.



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Berat Basah dan Berat Basah Tanaman Kayu Putih



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Berat Kering Jaringan Tanaman dan Jaringan Akar

4.2 Hasil Pengujian Sampel Tanah

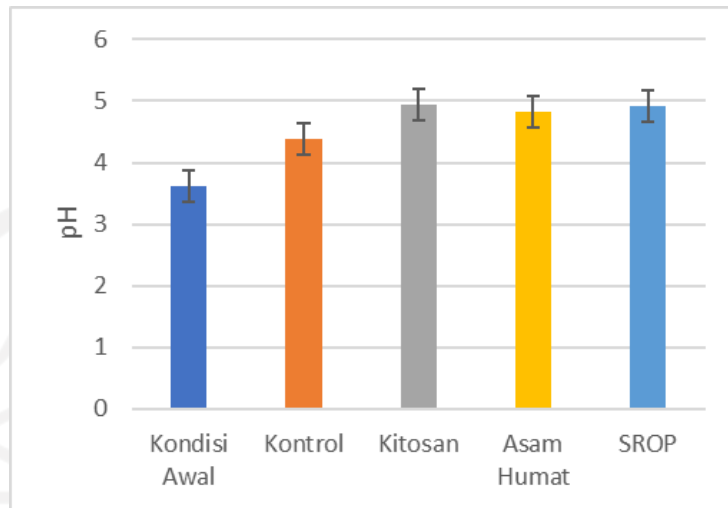
Derajat keasaman (pH) merupakan suatu indikator yang berpengaruh langsung atas keterlarutan unsur logam berat di dalam tanah. Semakin tinggi pH menyebabkan logam berat mengendap dan juga berpengaruh secara tidak langsung terhadap kapasitas pertukaran kation (KPK) di dalam tanah. Peningkatan pH berbanding lurus dengan peningkatan KPK. Sehingga Logam berat semakin banyak mengendap atau lebih kuat sehingga sifat toksisitasnya menurun [35].

4.2.1 Hasil Pengujian Sampel pH Tanah Tanaman

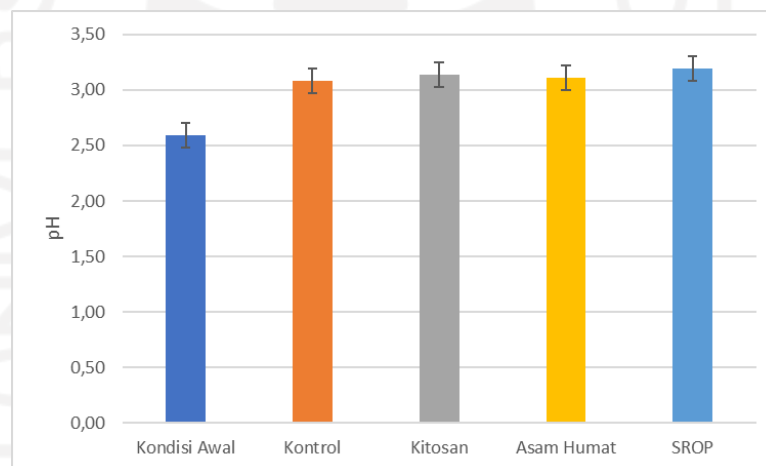
Berdasarkan Gambar 4.6 pH H₂O kondisi tanah awal sebelum diinokulasikan dengan Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) sebesar 3,62 dan pada Gambar 4.7 pH KCL sebelum perlakuan sebesar 2,59. Setelah dilakukan inokulasi dengan Cendawan Arbuskular Mikoriza (CAM) dan diberi 4 jenis bahan pembenah tanah dengan tanaman uji didapatkan data yang cukup variatif. Tanaman yang menggunakan bahan pembenah tanah Kitosan dan SROP dapat meningkatkan pH dengan signifikan dibanding dengan karakteristik kondisi awal dan kontrol.

Tanaman dengan perlakuan Inokulasi dan ditambahkan dengan bahan pembenah tanah berupa Kitosan dan SROP merupakan yang terbaik atas peningkatan pH dibanding dengan bahan pembenah tanah lainnya. Walaupun

demikian, bahan pembenah tanah lainnya seperti Asam Humat juga dapat menaikkan kadar pH lainnya juga terbukti menaikkan pH dibanding dengan kontrol.



Gambar 4.6 Grafik perubahan pH H₂O tanah setelah perlakuan



Gambar 4.7 Grafik perubahan pH KCL tanah setelah perlakuan

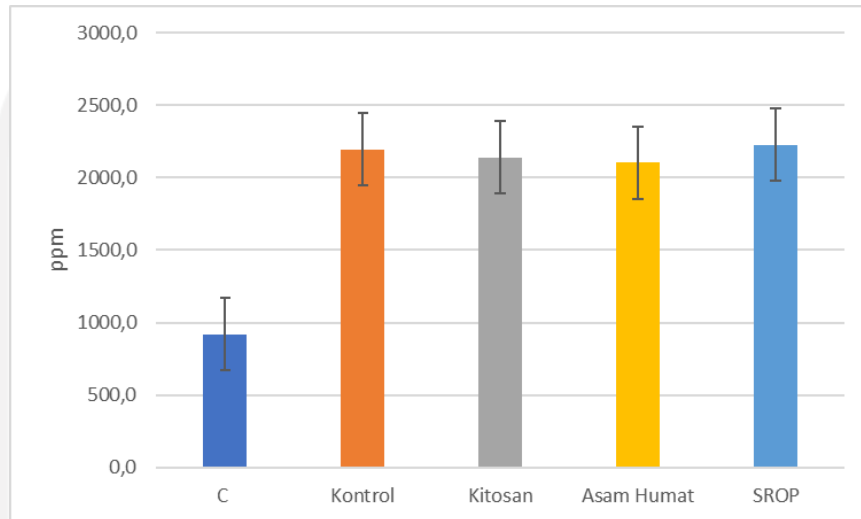
4.3 Pengaruh Inokulasi CAM terhadap Reduksi Logam Berat pada Tanaman Uji

4.3.1 Reduksi Logam Fe

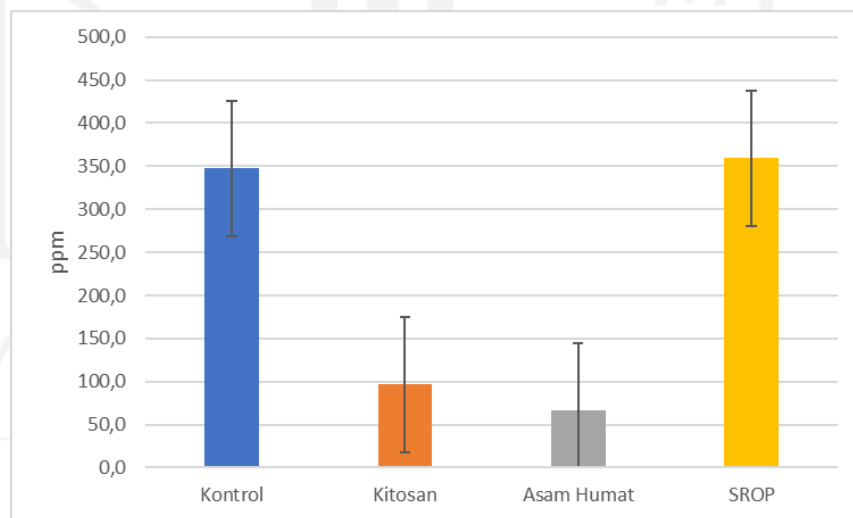
Fe merupakan unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tanaman, Fe dalam tanaman lebih banyak ditemukan dalam media tanah dan akar dibanding jaringan batang. Hal ini dikarenakan proses kimiawi Fe di dalam lebih banyak dengan pergerakan secara horizontal daripada vertikal [19].

Dari analisa data dari gambar 4.8 CAM dan bahan pembenah tanah tidak mampu mendegradasi konsentrasi Fe dalam tanah. Pada jaringan tanaman

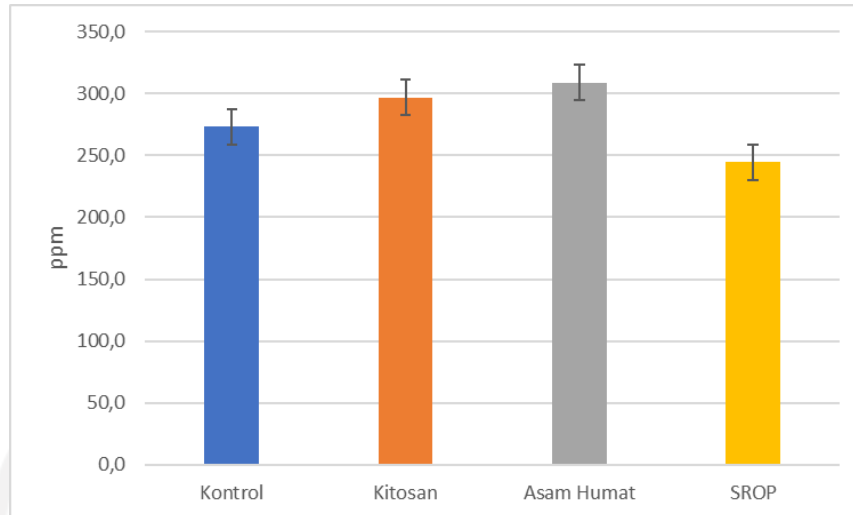
seperti gambar 4.9 konsentrasi Fe dalam tanaman yang menggunakan bahan pembenah tanah Kitosan dan Asam Humat memiliki kandungan Fe yang sangat kecil daripada tanaman kontrol. Kemudian pada gambar 4.10 kandungan Fe di dalam jaringan akar yang terlihat secara signifikan yaitu Kitosan dan Asam Humat.



Gambar 4.8 Grafik Kandungan Fe dalam Tanah



Gambar 4.9 Grafik Kandungan Fe dalam Jaringan Tanaman

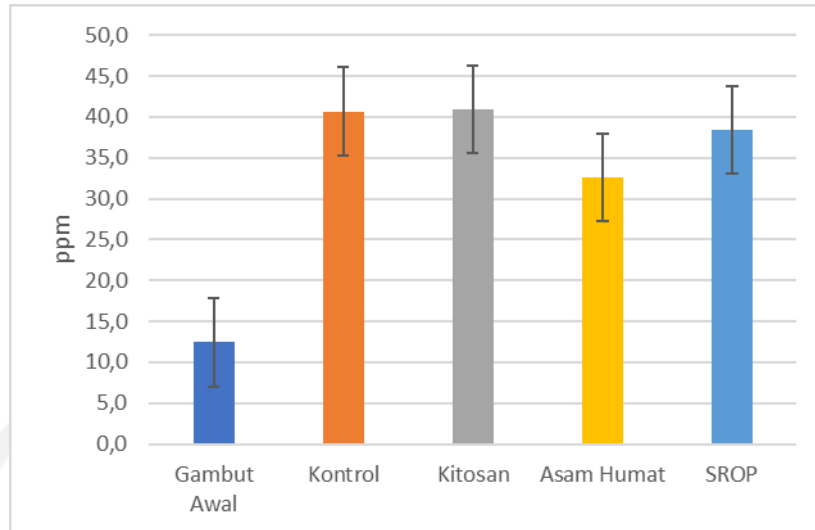


Gambar 4.10 Grafik Kandungan Fe dalam Jaringan Akar

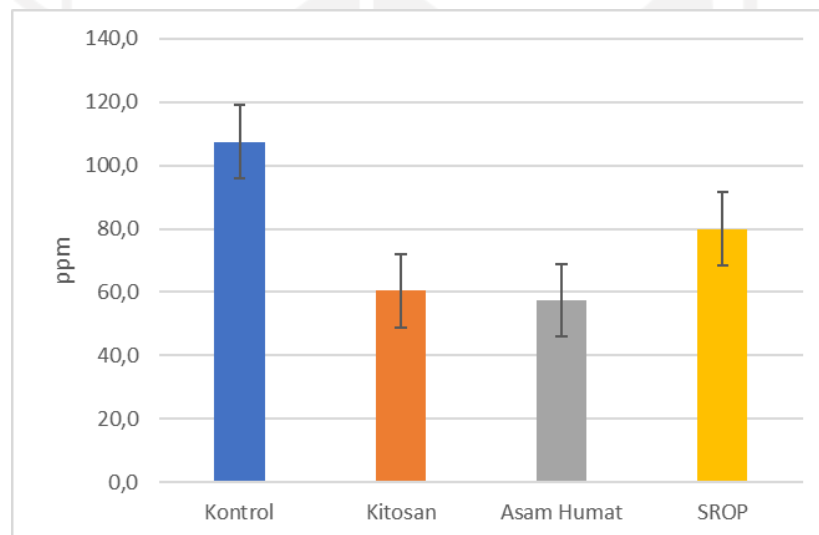
4.3.2 Reduksi Logam Mn

Unsur Mn banyak terdapat di dalam tanah yang mengandung asam mencapai tingkat toksik di bawah pH 6,5. Banyak tanaman mengandung sekitar 50 ppm Mn yang banyak berfungsi untuk fotosintesis, respirasi, dan metabolisme nitrogen, karena Mn membentuk jembatan antara enzim dan substratnya [19].

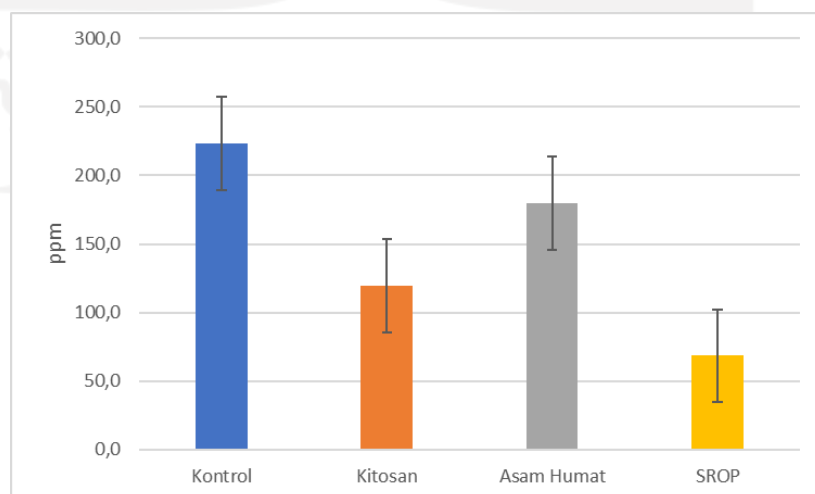
Pada gambar 4.11 menunjukkan bahwa adanya kenaikan kadar Mn di dalam tanah. Kenaikkan yang paling signifikan terlihat oleh Tanaman yang di inokulasikan CAM dan diberi bahan pembenah tanah berupa Kitosan. Kemudian pada gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan bahwa tanaman dengan media SROP memiliki kandungan Mn lebih kecil dari yang lainnya. Unsur hara mikro jika konsentrasinya dalam jaringan tanaman $\leq 0,01\%$ (100 ppm). Mangan (Mn) merupakan beberapa unsur hara mikro esensial bagi tanaman karena walaupun diperlukan dalam jumlah relatif sedikit tetapi sangat besar peranannya dalam metabolisme di dalam tanaman [36].



Gambar 4.11 Grafik Kandungan Mn dalam Tanah



Gambar 4.12 Grafik Kandungan Mn dalam Jaringan Tanaman

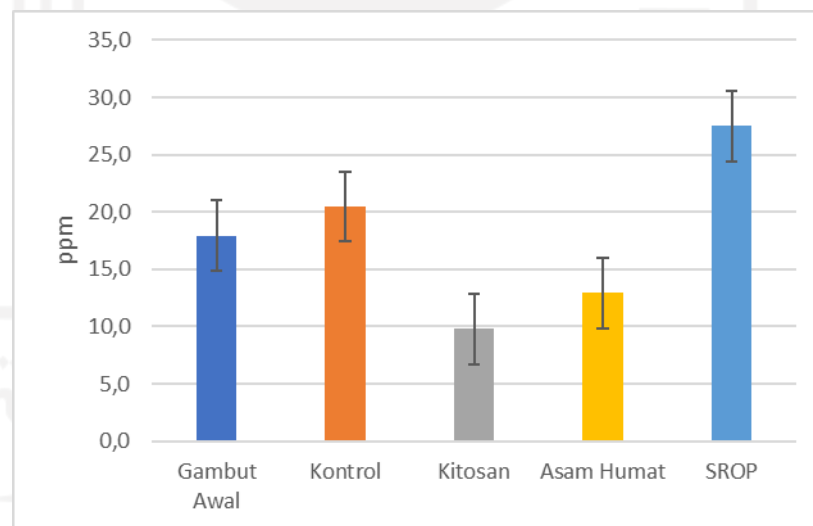


Gambar 4.13 Grafik Kandungan Mn dalam Jaringan Akar

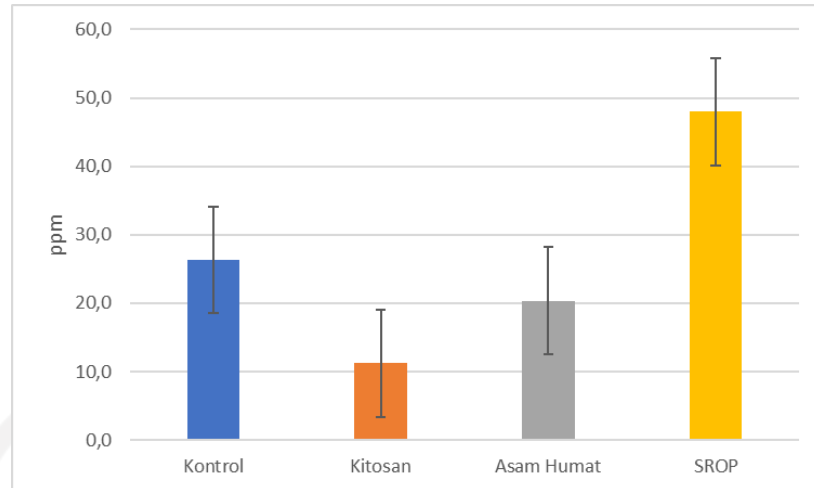
4.3.3 Reduksi Logam Zn

Berdasarkan Gambar 4.14 dan Gambar 4.15 didapatkan bentuk grafik variatif, konsentrasi tanah disetiap tanaman uji ada yang mengalami penurunan dan kenaikan. Tanaman yang berperan menurunkan kadar Zn di dalam tanah dan jaringan tanaman yaitu dengan bahan pembenah tanah Kitosan dan Asam Humat. Sedangkan untuk jaringan tanaman yang mengalami peningkatan dikarenakan unsur Zn merupakan unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman. Untuk jaringan akar seperti pada gambar 4.16 semua tanaman uji menurunkan kadar Zn didalam akar.

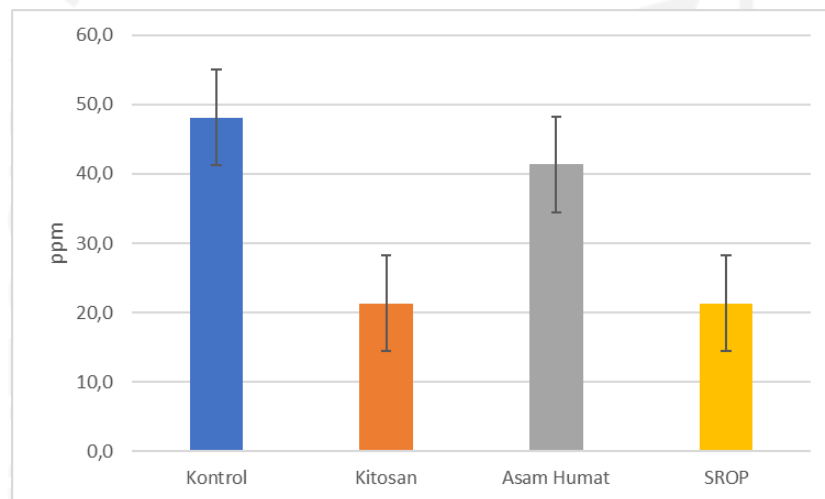
Unsur Zn berperan dalam pertumbuhan hormon pengontrol, transformasi karbohidrat, pengelolaan konsumsi glukosa, dan membantu sintesis protein. Walaupun tinggi konsentrasi Zn pada tanaman masih berada dibawah baku mutu yaitu 100 ppm [19]. Dengan kemampuan meningkatkan pH yang sama diasumsikan pada pendegradasian Zn terjadi kompetisi antara CAM dan bahan pembenah tanah dalam proses absorpsi unsur Zn di dalam tanah.



Gambar 4.14 Grafik Kandungan Zn dalam Tanah



Gambar 4.15 Grafik Kandungan Zn dalam Jaringan Tanaman



Gambar 4.16 Grafik Kandungan Zn dalam Jaringan Akar

4.4 Pengaruh Inokulasi CAM terhadap Kandungan Fosfat pada Tanah dan Tanaman

Inokulasi CAM juga berpengaruh terhadap kandungan Fosfat dalam tanah dan tanaman. Dimana persyaratan kadar Fosfat pada tanah dan tanaman berdasarkan pada tabel 4.1 dibawah.

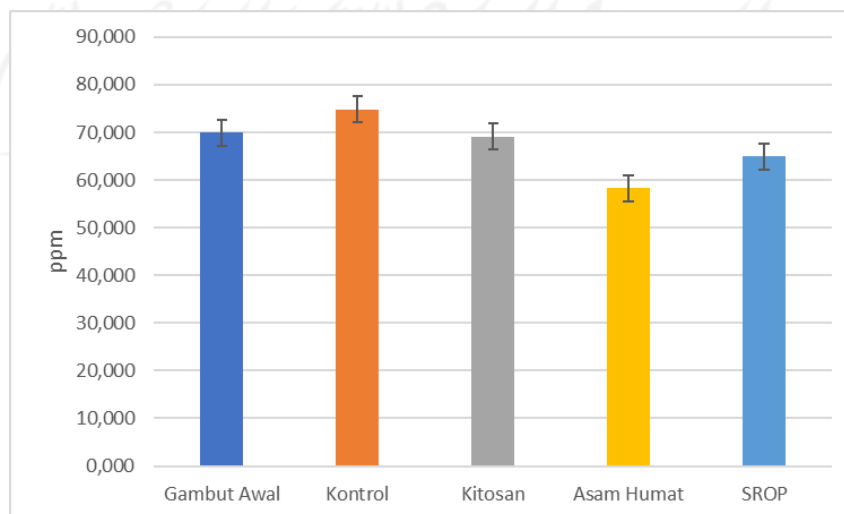
Tabel 4.1 Persyaratan kadar Fosfat pada tanah dan tanaman

No	Parameter	Persyaratan Unsur Hara	
		Tanah	Tanaman
1	P total (%)	-	0,1 ¹ -0,4 ¹
2	P2O5 Bray 1 (ppm)	17,9 ² -71,8 ²	-

1. Zewdie, dkk. 2021 [38]
2. Masganti, dkk. 2020 [37]

4.4.1 Kandungan Fosfat dalam Tanah

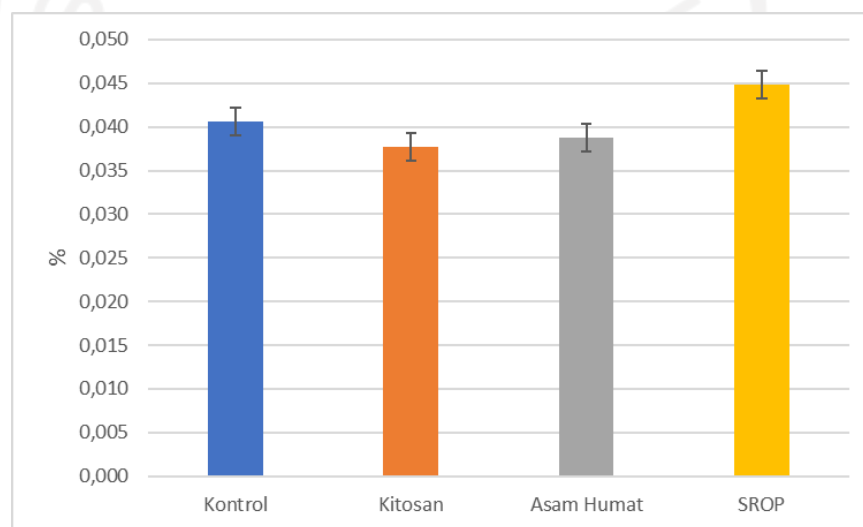
Berdasarkan dari gambar 4.17 menunjukkan bahwa kandungan Fosfat di dalam tanah masuk dalam kategori sangat tinggi. Kandungan Fosfat tertinggi terdapat pada tanaman kontrol yang hanya di inokulasikan CAM tanpa diberi bahan pembenah tanah. Sedangkan yang paling sedikit memiliki kandungan Fosfat adalah tanaman yang diberi inokulasi CAM dan ditambahkan bahan pembenah tanah yaitu Asam Humat. Dengan adanya bahan pembenah Asam Humat dapat menurunkan kadar Fosfat dari kondisi gambut awal. Berdasarkan tabel 4.1 yang tidak memenuhi persyaratan hanya terdapat pada tanaman kontrol dimana kandungan Fosfat terdapat di dalam tanah sebesar 74,7 ppm.



Gambar 4.17 Grafik Kandungan Fosfat dalam Tanah

4.4.2 Kandungan Fosfat dalam Tanaman

Dari gambar 4.18 didapatkan hasil bahwa kandungan Fosfat di dalam jaringan tanaman yang paling rendah yaitu tanaman dengan inokulasi CAM ditambah bahan pembenah tanah Kitosan dan tanaman dengan inokulasi CAM ditambah dengan bahan pembenah tanah Asam Humat. Sementara kandungan Fosfat yang paling besar berada di tanaman dengan inokulasi CAM ditambah dengan bahan pembenah tanah SROP. Dari hasil ini seluruh jenis tanaman mengandung kadar Fosfat dibawah baku mutu yaitu 0,1-0,4% berdasarkan tabel 4.1.



Gambar 4.18 Grafik Kandungan Fosfat dalam Jaringan Tanaman

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari analisis dan pembahasan hasil dari penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Cendawan Arbuskular Mikoriza dan bahan pembenah tanah yaitu Kitosan, Asam Humat, dan SROP berpengaruh dalam upaya restorasi lahan gambut bekas terbakar dibuktikan dengan pertumbuhan jumlah daun tinggi, dan diameter batang Tanaman uji Kayu Putih (*M. Leucadendra*) dengan media tanah gambut dari Palangkaraya, Kalimantan Tengah.
2. Tanah yang diberi inokulasi CAM dan ditambahkan SROP meningkatkan pH sebesar 35% untuk pH H₂O dan 23,5% untuk pH KCL. Hasil ini merupakan yang terbesar dari bahan pembenah tanah yang lain.
3. Bahan pembenah tanah SROP dapat mengakumulasi logam Fe, Mn, dan Zn dalam jumlah banyak. Bahan pembenah tanah Kitosan dapat mengurangi kadar Zn.
4. Tanaman dengan inokulasi CAM dan di tambahkan dengan bahan pembenah tanah Asam Humat dapat menurunkan kadar Fosfat di dalam tanah sebesar 19%. Sehingga kadar Fosfat yang ada pada tanah tidak melebihi batas baku mutu.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini untuk pengembangan selanjutnya adalah:

1. Melanjutkan penelitian ini sampai akhirnya dapat langsung diaplikasikan ke lahan Gambut terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudrajat, A. S., & Subekti, S. 2019. Pengelolaan Ekosistem Gambut Sebagai Upaya Mitigasi Perubahan Iklim di Provinsi Kalimantan Selatan, 220.
- [2] Wahyunto, & Dariah, A. 2013. Pengelolaan lahan gambut terdegradasi dan terlantar untuk mendukung ketahanan pangan, 329-348.
- [3] Masganti, Wahyunto, Dariah, A., Nurhayati, & Yusuf, R. 2014. Karakteristik dan Potensi Pemanfaatan Lahan Gambut Terdegradasi di, 60.
- [4] Gunawan, H., Mudiyarso, D., Mizuno, K., Kozan, O., Sofiyanti, N., Indriyani, D., et al. 2016. Taksiran Akumulasi Biomassa atas Permukaan pada Eksperimen Restorasi Lahan Gambut Bekas Terbakar, Area Transisi Cagar Biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu, Riau, Sumatera Indonesia. *Jurnal Riau Biologia* Vol. 1(2), 8-16.
- [5] Wasis, Basuki. 2013. Dampak Kebakaran Gambut Terhadap Ketersediaan Unsur Hara dan Keracunan Unsur Hara Mikro di Kawasan Pertanian, Lokasi PU VI Desa Kuala Satong, Kecamatan Matan Hilir Utara, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat. Makalah Paparan/Ekspose di Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat (Disempurnakan Pada Juli 2020).
- [6] Haryono, P. dan Catur Puspawati. 2018. *Penyehatan Tanah*. Jakarta: Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- [7] Prabakaran, K, dkk. 2019. *Ecological Engineering: Managing Environmental Contamination Through Phytoremediation by Invasive Plants A Review*. Elsevier Journal.
- [8] Lutony, T. L., & Rahmayati, Y. 1994. *Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri*. Penebar Swadaya, 15-20.
- [9] Nurhayati, Razali, and Zurida. 2014. "Peranan Berbagai Jenis Bahan Pembenh Tanah Terhadap Status Hara P Dan Perkembangan Akar Kedelai Pada Tanah Gambut Asal Ajamu Sumatera Utara" *Floratek*, vol. 9, pp. 29–38.
- [10] Hidayat C. 2002. *Studi Biodiversitas Fungi Mikoriza Arbuskula*

pada Tumbuhan Bawah di tegakan Sengon. Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

- [11] Harumi N. 2006. Pengujian Efektivitas Inokulum Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) dengan Media Tanam dan Tanaman Inang berbeda pada Rumput.
- [12] Dariah, A., Maftuah, E., & Maswar. 2010. Karakteristik Lahan Gambut. Panduan Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi, 16.
- [13] Subiksa, I. G., Hartatik, & Agus, F. 2011. Pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan, 73-88.
- [14] Nugroho, K., & Widodo. 2001. The effect of dry-wet condition to peat soil physical characteristic of different degree of decomposition, 94-102.
- [15] Maftuah, E., Noor, M., Hartatik, W., & Nursyamsi, D. 2014. Pengelolaan dan Produktivitas Lahan Gambut untuk berbagai Komoditas Tanaman.
- [16] Widyati, E. 2011. Kajian Optimasi Pengelolaan Lahan Gambut, 58.
- [17] Muharam and A. Saefudin. 2016. "Pengaruh Berbagai Pembenhah Tanah Terhadap Pertumbuhan Dan Populasi Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa*, L) Varietas Dendang Di Tanah Salin Sawah Bukaan Baru," *Agrotek Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 141–150.
- [18] Fakuara, M.Y. 1988. Mikoriza, teori dan kegunaan dalam praktek. PAU-IPB. Bogor.
- [19] Suhariyono, G., & Menry, Y. (2005). Analisis karakteristik unsur-unsur dalam tanah di berbagai lokasi dengan menggunakan xrf. *Ppi-Pdiptn 2005*, 197–206.
- [20] P. Suptija, A. M. Jacob, and M. Sugara. 2010. "Teknik Peranan Kitosan dalam Peningkatan Pertumbuhan Tomat (*Lycopersicum esculentum*) Selama Fase Vegetatif," *Sumberd. Perair.*, vol. 4, pp. 24–29.
- [21] D. D. Iriana, S. Sedjati, and B. Yulianto. 2018. "Kemampuan Adsorpsi Kitosan Dari Cangkang Udang Terhadap Logam Timbal," vol. 7, no. 4, pp. 303–309.
- [22] I. Rachmat. 2015. "Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair Chitosan Terhadap Bintil Akar, Pertumbuhan, Dan Hasil Tiga

- Kultivular Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill),” *Agros wagati*, vol. 3, no. 2, pp. 352–363.
- [23] A. Lukmansyah, A. Niswati, and H. Buchari. 2020. “Pengaruh Asam Humat Dan Pemupukan P Terhadap Respirasi Tanah Pada Pertanaman Jagung di Tanah Ultisols Effect Of Humic Acid And Phosphate Fertilization On The Soil Respiration Of Corn Plants On Ultisols,” *Agrotek*, vol. 8, no. 3, pp. 527–535.
- [24] Y. B. Yuliyati, Y. B. Yuliyati, C. L. Natanael, J. Kimia, F. Matematika, and P. Alam. 2016. “Isolasi Karakterisasi T Asam Humat Dan Penentuan Daya Serap Nya Terhadap Ion Logam Pb (II) Cu (II) dan Fe (II),” vol. 4, no. Ii, pp. 43–53.
- [25] F. Nur, S. Wilarso, and A. Sekar. 2017. “The Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and Humid Acid Toward Balsa (*Ochroma bicolor* Rowlee) Growth on Soil Contaminated by Lead (Pb),” vol. 7, no. 1, pp. 72–78.
- [26] A. Kuncaka. 2018. “Humus Sintesis (SROP) Solusi Atasi Krisis Pangan,” *Jogja TV*. Available: <https://jogjatv.tv/events/humus-sintetis-solusiatasi-krisis-pangan/>.
- [27] C. Agus, M. Ginanjar, C. Adi, E. Faridah, and A. Dina. 2020. “*Paramagnetic Humus and Callophyllum inophyllum for Rehabilitation of Tropical Anthropogenic Deserted Tin-mined Soil*,” vol. 29, no. 7, pp. 2931–2941.
- [28] Lukito, M. 2011. Estimasi Produksi Basah Daun Minyak Kayu Putih (Studi Kasus BKPH Sukun KPH Madiun). *Agrotek* Vol. 12(1), 36-48.
- [29] N. K. Khomsah, A. Rimbawanto, M. Susanto, B. Liliana, and Prastyono. 2014. *Budidaya dan Prospek Pengembangan Kayu Putih*, Budidaya t. Jakarta: IPB Press.
- [30] Nuhamara, S.T. 1993. Peranan mikoriza untuk reklamasi lahan kritis. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza. Universitas Sebelas Maret, Solo.
- [31] Mansur, I. 2003a. Bahan Kuliah dan Praktikum dalam Penelitian Mycorrhiza. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [32] Mansur, I. 2003b. Gambaran umum cendawan mikoriza arbuskula. Makalah disampaikan dalam kegiatan "Teknikal Asistensi dalam Penelitian Mikoriza" di Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo, Kendari 11-12 Juli 2003.

- [33] T. K. Putra, M. R. Afany, and R. A. Widodo. 2020. "Pengaruh Bahan Organik Dan Tanah Vertisol Sebagai Kalium Di Tanah Regosol Pasir Pantai," vol. 17, no. Juni, pp. 20–25.
- [34] Musfal. 2008. Efektivitas Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Terhadap Pemberian Pupuk Spesifik Lokasi Tanaman Jagung Pada Tanah Inceptisol. Tesis, Universitas Sumatera Utara. 79 hlm.
- [35] Andhini, N. F. (2017). Pengaruh Penggenangan dan Konsentrasi Pb Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Pb pada Tanah. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- [36] Harmsen, K. 1997. *Behavior of Heavy Metals in Soils. Agricultural research reports. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen*
- [37] Masganti. 2020. Potensi dan Pemanfaatan Lahan Gambut Dangkal untuk Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*.
- [38] Zewdie. 2021. *Review on the role of soil macronutrient (NPK) on the improvement and yield and quality of agronomic crops. Department of Natural Resource Management. College of Agriculture. Ethiopia.*

LAMPIRAN

Lampiran 1: ALAT DALAM PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. **Polybag**, sebagai wadah bagi media tanaman.
2. **Penggaris**, berfungsi untuk mengukur ketinggian tanaman.
3. **Caliper Digital**, digunakan untuk mengukur diameter batang tanaman.
4. **Timbangan analitik**, untuk mengukur berat dari jaringan akar dan jaringan atas tanaman.
5. **Timbangan digital**, digunakan untuk menimbang bahan kimia yang akan digunakan.
6. **Erlenmeyer**, digunakan sebagai wadah media dan preparasi sampel.
7. **Kaca Arloji**, sebagai wadah untuk menimbang sampel tanah dan jaringan sebelum preparasi sampel.
8. **Ayakan 50 mesh**, digunakan untuk menggerus dan menghaluskan sampel tanah agar didapatkan sampel tanah yang halus.
9. **Sendok Sungsu**, sebagai alat untuk mengambil sampel tanah dan media untuk ditimbang dari wadahnya.
10. **Magnetic stirrer**, digunakan untuk menghomogenkan suatu larutan dengan pengadukan.
11. **Cawan petri**, merupakan wadah berbentuk bundar untuk pembiakan sel.
12. **Tabung reaksi**, digunakan untuk mencampur, menampung, dan memanaskan bahan-bahan kimia cair atau padat.
13. **Rak tabung reaksi**, sebagai wadah untuk meletakkan tabung reaksi.
14. **Kompur listrik**, berfungsi untuk memanaskan larutan atau zat-zat kimia dengan aquadest.
15. **Labu ukur**, sebagai wadah untuk pengenceran preparasi sampel sebelum diuji dengan metode AAS.
16. **Botol vial**, sebagai wadah sampel sebelum diuji dengan metode AAS.

17. **AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)**, alat yang digunakan untuk pembacaan unsur-unsur logam pada tanah dan jaringan tanaman.
18. **Shaker**, berfungsi untuk mengaduk campuran larutan agar homogen dengan gerakan satu arah.
19. **Oven**, digunakan untuk memanaskan atau mengeringkan tanaman hasil panen untuk mengukur kadar air.
20. **Aluminium foil**, digunakan untuk menutup gelas kimia saat memanaskan suatu larutan atau selepas di sterilisasi.
21. **Amplop coklat**, untuk meletakkan jaringan akar dan jaringan atas tanaman hasil panen.
22. **Sarung tangan safety anti panas**, untuk melindungi tangan dari kontak langsung dengan benda panas terutama setelah disterilisasi.
23. **Pipet ukur**, digunakan untuk memindahkan suatu cairan sesuai volume yang diinginkan dari satu tempat ke tempat lainnya.

Lampiran 2: BAHAN DALAM PENELITIAN

Berikut merupakan bahan yang digunakan dalam penelitian

1. **Bibit *Melaleuca leucadendra* (Kayu Putih)**, berumur 3 bulan digunakan sebagai tanaman uji sebagai vegetasi penguji dalam penelitian.
2. **Tanah gambut telah terbakar yang sudah disterilisasi**, digunakan sebagai media tanam dan media yang diujikan dalam remediasi lahan gambut.
3. ***Acaulo sp***, CAM yang digunakan untuk diinokulasikan ke tanah.
4. **HNO_3** , digunakan untuk melarutkan sampel sebelum diuji dengan metode AAS.
5. ***Aquadest***, digunakan untuk melarutkan bahan-bahan kimia.



Lampiran 3: PREPARASI SAMPEL

A. Preparasi Sampel Tanah dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)

1. Sampel tanah dari masing-masing jenis dan kode tanaman dikering anginkan selama 2 hari (48 jam)
2. Tanah digerus dan diayak dengan ukuran 50 mesh
3. Tanah yang sudah halus ditimbang 1gram dan dimasukkan ke Erlenmeyer kemudian ditambahkan aquadest 50 ml dan diaduk
4. Ditambahkan 5 ml HNO₃ dan didestruksi di lemari asam sampai tersisa 10 ml
5. Disaring menggunakan kertas saring Whatman
6. Diencerkan dengan aquades sampai tanda batas memakai labu ukur ukuran 50 ml lalu dikocok hingga homogen.
7. Masukkan ke botol vial.

