

TA/TL/2022/1407

TUGAS AKHIR

**POTENSI JAMUR *INDIGENOUS* DENGAN BAHAN
PEMBENAH TANAH UNTUK RESTORASI LAHAN
GAMBUT TERBAKAR: Percobaan Skala Rumah Kaca**

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



DWI SEPTARI

17513189

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

2022

TUGAS AKHIR
POTENSI JAMUR *INDIGENOUS* DENGAN BAHAN
PEMBENAH TANAH UNTUK RESTORASI LAHAN GAMBUT
TERBAKAR: Percobaan Skala Rumah Kaca

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



DWI SEPTARI

17513189

Disetujui,

Dosen Pembimbing:

Dr. Ir. Kasam, M.T.

NIK. 925110102

Tanggal: 10 Januari 2022

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

NIK. 185130401

Tanggal: 10 Januari 2022

Mengetahui

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Eko Siswono, S.T., M.Sc.ES., Ph. D

NIK. 025100406

Tanggal: 26 Januari 2022

HALAMAN PENGESAHAN

**POTENSI JAMUR *INDIGENOUS* DENGAN BAHAN
PEMBENAH TANAH UNTUK RESTORASI LAHAN
GAMBUT TERBAKAR: Percobaan Skala Rumah Kaca**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Senin

Tanggal: 24 Januari 2022

Disusun Oleh:

DWI SEPTARI

17513189

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, 18 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



Dwi Septari

NIM: 17513189

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak maret 2021 ini ialah Potensi Jamur *Indigenous* Dengan Bahan Pembenh Tanah Untuk Restorasi Lahan Gambut Terbakar: Percobaan Skala Rumah Kaca

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dewi Wulandari, S. Hut., M.Agr., Ph.D. selaku pembimbing 2, serta Bapak Dr. Ir. Kasam., M.T. selaku pembimbing 1 yang telah banyak memberi saran. Di samping itu, ungkapan terima kasih penulis sampaikan kepada pengampu beserta staf Laboratorium dan terimakasih juga disampaikan kepada bapak, ibu, dan yuk ika atas segala doa dan kasih sayangnya. Serta ungkapan terima kasih juga kepada teman-teman saya yang telah membantu dan memberi dukungan penuh dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 18 Januari 2022

Dwi Septari

ABSTRAK

DWI SEPTARI. Potensi Jamur *Indigenous* Dengan Bahan Pembenh Tanah Untuk Restorasi Lahan Gambut Terbakar: Percobaan Skala Rumah Kaca. Dibimbing oleh Dewi Wulandari, S. Hut., M.Agr., Ph.D. dan Dr. Ir. Kasam., M.T.

Kebakaran lahan gambut akan mengurangi unsur hara, kandungan organik serta terjadi peningkatan logam berat dalam tanah sehingga perlu dilakukan kegiatan restorasi lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi jamur *indigenous* dengan bahan pembenh tanah Kitosan, Asam Humat dan SROP terhadap pertumbuhan tanaman *M. leucandendra*, mendegradasi logam berat Besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn) pada tanah dan perbaikan pH serta Fosfat di lahan gambut bekas terbakar sehingga mengurangi pencemaran tanah yang dilakukan dalam skala rumah kaca dan pengujian lanjut di laboratorium. Didapatkan hasil dengan penggunaan *fungi indigenous* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman *Melaleuca leucandendra* dengan optimal baik tinggi, diameter dan biomassa. Pertumbuhan tanaman mempengaruhi kemampuan dalam mengakumulasikan logam berat dari tanah ke tanaman. Dengan bahan pembenh tanah Asam humat tanaman *Melaleuca leucandendra* menjadi akumulator yang sangat baik untuk logam Mangan (Mn) dan Seng (Zn). Selain itu, Asam humat dapat mendegradasi/menurunkan kadar logam berat Zn dalam tanah sebesar 29% dari kondisi tanah awal. Karena adanya reduksi logam dalam tanah dan akumulasi logam ke tanaman maka terjadi peningkatan pH tanah sebesar 30% dari kondisi awal pH H₂O dan 18% dari kondisi awal pH KCl. Fosfat-tersedia (P₂O₅) dalam pembenh tanah kitosan meningkat 5,7% dan kadar fosfat total yang terserap oleh jaringan batang sebesar 0,022-0,036% dari fosfat tersedia dalam tanah setelah perlakuan.

Kata kunci: *indigenous* fungi, *Melaleuca Leucadendra*, Gambut.

ABSTRACT

DWI SEPTARI. *Potential Applications of Indigenous Jamur and Soil Amendment Materials for Restoration in Fires Peatlands: Greenhouse Scale Experiments. Supervised by, Dewi Wulandari, S. Hut., M.Agr., Ph.D. and Dr. Ir. Kasam., M.T.*

*Peatland fires will reduce nutrients, organic content and increase heavy metals in the soil, so land restoration activities need to be carried out. This study aims to determine the potential of indigenous fungi with chitosan, humic acid and SROP as a soil amendment on the growth of *M. leucandendra* plants, degrading heavy metals iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn) in fires peat soil, increasing soil acidity (pH) and phosphate to reduce pollution of peat soil carried out in greenhouse scale and further testing in the laboratory. The results obtained with the use of indigenous fungi can increase the growth of *M. leucandendra* plants with optimal height, diameter, and biomass. Plant growth affects the ability to accumulate heavy metals from soil to plants. With humic acid as a soil amendment, *M. leucandendra* plant becomes an excellent accumulator for Manganese (Mn) and Zinc (Zn). In addition, humic acid can degrade/reduce the heavy metal content of Zn in the soil by 29% from the initial soil condition. Due to the reduction of metals in the soil and the accumulation of metals into plants, there was an increase in soil pH by 30% from the initial conditions of pH H₂O and 18% from the initial conditions of pH KCl. Phosphate-available (P₂O₅) in Chitosan soil amendment increased by 5.7% and the total phosphate content absorbed by stem tissue was 0,022-0,036% of the available phosphate in the soil after treatment.*

Keywords: *fungi indigenous, Melaleuca Leucadendra, Peatland.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Ruang Lingkup.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Lahan Gambut dan Restorasi Lahan.....	5
2.2. Tanaman Uji.....	7
2.3. Jamur Tanah.....	9
2.4. Bahan Pembenah Tanah.....	12
2.5. Penelitian Terdahulu.....	13
BAB III.....	16
METODE PENELITIAN.....	16
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16

3.2. Tahapan Penelitian	16
3.3. Karakterisasi Tanah.....	18
3.4. Persiapan Semai	18
3.4. Persiapan Inokulum Jamur	18
3.5. Persiapan Media Tanam.....	19
3.6. Penanaman Semai Pada Media Tanam	20
3.7. Sub-kultur dan Inokulasi Jamur	20
3.8. Pengamatan dan Pemanenan	22
3.9. Prosedur Analisa Data.....	22
BAB IV	25
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.....	25
4.1. Pengaruh Inokulasi Jamur dengan Pembunuh Tanah dalam Pertumbuhan Tanaman <i>M. Leucadendra</i>	25
4.2. Pengaruh Inokulasi Jamur dengan Pembunuh Tanah Terhadap pH Tanah Tanaman <i>M. Leucadendra</i>	30
4.3. Pengaruh Inokulasi Jamur dengan Pembunuh Tanah Terhadap Kadar Fosfat Tanaman <i>M. Leucadendra</i>	32
4.4. Pengaruh Inokulasi Jamur dengan Pembunuh Tanah dalam Penyerapan Logam Berat pada Tanaman <i>M. Leucadendra</i>	34
4.4.1. Reduksi Logam Fe	35
4.4.2. Reduksi Logam Mn.....	37
4.4.3. Reduksi Logam Zn.....	41
BAB V.....	44
SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Simpulan	44
5.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46

LAMPIRAN.....	56
RIWAYAT HIDUP.....	63



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tinjauan Penelitian Sebelumnya	13
Tabel 3.1. Karakteristik Awal Tanah Gambut Terbakar	18
Tabel 3.2. Perhitungan Populasi Jamur dengan Metode TPC	22
Tabel 3.3. Kandungan Unsur Hara Tanah dan Tanaman	24
Tabel 3.4. Konsentrasi Logam Berat dalam Tanah dan Tanaman	24



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2. Tanaman <i>M. Leucadendra</i>	9
Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian.....	17
Gambar 3.2. Alur Pembuatan Inokulum Jamur	19
Gambar 3.3. Tahapan Sub-kultur Jamur Tanah.....	21
Gambar 4.1. Grafik Analisa Data Ketinggian Tanaman <i>M. leucadendra</i>	26
Gambar 4.2. Grafik Analisa Data Diameter Tanaman <i>M. leucadendra</i>	27
Gambar 4.3. Grafik Analisa Data Jumlah Daun Tanaman <i>M. leucadendra</i>	28
Gambar 4.4. Grafik Berat Basah Tanaman <i>M. leucadendra</i>	29
Gambar 4.5. Grafik Berat Kering Tanaman <i>M. leucadendra</i>	30
Gambar 4.6. Grafik Analisa Data pH H ₂ O pada Tanah Tanaman <i>M. leucadendra</i>	31
Gambar 4.7. Grafik Analisa Data pH KCL pada Tanah Tanaman <i>M. leucadendra</i>	31
Gambar 4.8. Grafik Konsentrasi Fosfat-Tersedia dalam Tanah Tanaman <i>M. leucadendra</i>	33
Gambar 4.9. Grafik Konsentrasi Fosfat total (%) dalam Jaringan Batang Tanaman <i>M. leucadendra</i>	34
Gambar 4.10. Grafik Konsentrasi Fe dalam Tanah Tanaman <i>M. leucadendra</i> ... 35	
Gambar 4.11. Grafik Konsentrasi Fe dalam Jaringan Batang Tanaman <i>M. leucadendra</i>	36
Gambar 4.12. Grafik Konsentrasi Fe dalam Jaringan Akar Tanaman <i>M. leucadendra</i>	36
Gambar 4.13. Grafik Konsentrasi Mn dalam Tanah Tanaman <i>M. leucadendra</i> . 38	
Gambar 4.14. Grafik Konsentrasi Mn dalam Jaringan Batang Tanaman <i>M. leucadendra</i>	39

Gambar 4.15. Grafik Konsentrasi Mn dalam Jaringan Akar Tanaman <i>M. leucadendra</i>	40
Gambar 4.16. Grafik Konsentrasi Zn dalam Tanah Tanaman <i>M. leucadendra</i> ..	41
Gambar 4.17. Grafik Konsentrasi Zn dalam Jaringan Batang Tanaman <i>M. leucadendra</i>	42
Gambar 4.18. Grafik Konsentrasi Zn dalam Jaringan Akar Tanaman <i>M. leucadendra</i>	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Alat Dalam Penelitian	56
Lampiran 2: Bahan Dalam Penelitian	58
Lampiran 3: Preparasi Sampel	59
Lampiran 4: Dokumentasi.....	61



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah gambut terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati (organik), baik yang sudah lapuk maupun belum (Sukarman, 2015). Data 2011 menunjukkan luas lahan gambut di Indonesia sekitar 14,905 juta ha yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Papua (Subardja *dkk.*, 2014) dengan luas lahan tersebut berpotensi menjadi lahan pertanian. Untuk tanah gambut di Indonesia mempunyai pH berkisar 2,8 - 4,5 dan kemasaman potensial >5 cmol/kg, untuk ketersediaan unsur-unsur makro N, P, K, serta jumlah unsur mikro pada umumnya rendah (Nurhayati, Razali dan Zuraida, 2014). Sebagian besar pembuka lahan menerapkan sistem pembakaran lahan agar lebih mudah. Namun kebakaran lahan gambut dapat mempengaruhi unsur hara, kandungan organik dan logam berat yang terkandung dalam tanah gambut (Hanifah, 2019). Tanah Gambut mengandung unsur hara makro (P, K, Ca, Mg) dan unsur hara mikro (Cu, Zn, Mn, Fe) yang rendah dan jika terjadi kebakaran lahan maka akan mengurangi unsur hara yang terkandung dalam tanah gambut tersebut dan terjadi peningkatan kandungan logam berat (Pertanian, 2016).

Lahan gambut memiliki vegetasi tergantung jenis lahan tropis atau subtropis. Pada lahan tropis didominasi oleh pohon hutan rawa gambut karena spesies termasuk spesies pembentuk utama gambut. Sedangkan pada lahan subtropis lebih banyak lumut dan rerumputan. Sehingga pada gambut tropis memiliki konduktivitas hidraulik lebih tinggi. Untuk subtropis memiliki pori lebih besar dan lebih terbuka karena berasal dari serat pohon serta sisa-sisa hemik (Page *dkk.*, 2009). Jenis vegetasi pada lahan gambut secara umum seperti Ramin (*Gonystylus bancanus*), Jelutung (*Dyera lowii*) dan Meranti (*Shorea spp*). Selain itu ada Tanaman seperti *M. Leucadendra* yang juga dapat tumbuh pada lahan gambut karena mempunyai daur biologis yang panjang serta cepat tumbuh bahkan subur pada tanah dengan kondisi drainase yang baik maupun

tidak dan dengan tanah yang memiliki kadar garam tinggi maupun asam (Malau dan Hadi Utomo, 2017).

Upaya dalam memperbaharui lahan gambut yg terbakar salah satunya dengan restorasi lahan. Restorasi merupakan suatu pencegahan ancaman atau memperkuat faktor-faktor pendukung konservasi tanah (Ardillah, Leksono dan Hakim, 2014). Kegiatan restorasi kebakaran lahan tidak terlepas dari upaya penanaman dengan beragam jenis tumbuhan, penggunaan mikroba dan peran pembenah tanah. Restorasi lahan gambut berfungsi sebagai program pengurangan emisi dan sekaligus mengembalikan fungsi ekologis lahan gambut (Arifudin *dkk.*, 2019). Selain itu dalam restorasi perlu ditambahkan bahan pembenah tanah sebagai pendukung pertumbuhan tanaman secara maksimal serta meningkatkan daya serap logam berat dalam tanah gambut terbakar (Nurhayati, Razali dan Zuraida, 2014). Pembenah tanah berasal dari bahan organik yang dapat meningkatkan produktivitas tanah melalui daur hidup biologis dari suatu tanaman salah satunya tanaman *M. Leucadendra*. Bahan organik akan membantu proses akumulasi dalam tanah dengan jangka waktu tertentu yang dapat menyebabkan tanah menjadi lebih lembab dan menurunkan tingkat intensitas cahaya dalam tanah, mengurangi kepadatan tanah dan meningkatkan jumlah pori, sehingga air dan udara mudah masuk bahkan dapat meningkatkan permeabilitas pada tanah (Malau dan Hadi Utomo, 2017). Dalam merestorasi lahan juga dapat dilakukan dengan penggunaan jamur *Indigenous*. Jamur dapat mendegradasi logam berat yang tidak larut dengan melakukan pembentukan oksalat dan bisorpsi (Baldrian, 2003). Jamur asal atau *indigenous* dari tanah berperan sebagai biogen remediasi efektif dalam melakukan remediasi tanah tercemar yang mengandung logam berat tinggi karena dapat beradaptasi di kondisi lahan tercemar (Santi *dkk.*, 2015).

Penelitian mengenai lahan gambut terbakar masih jarang dilakukan di Indonesia. Maka dari itu penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai referensi bagi penelitian berkelanjutan. Dalam penelitian ini dilakukan dalam skala penelitian rumah kaca dan berlanjut dengan pengujian laboratorium. Kegiatan dengan mengukur potensi dari kemampuan jamur tanah dalam

merestorasi lahan gambut yang terbakar dan menganalisis kemampuan jamur dalam mendorong pertumbuhan tanaman uji dalam mendegradasi logam berat, meningkatkan pH dan fosfat pada tanah gambut terbakar.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh inokulasi jamur *indigenous* dan pembenah tanah Kitosan, Asam Humat dan SROP terhadap pertumbuhan tanaman *M. leucandendra*?
2. Bagaimana pengaruh inokulasi jamur *indigenous* dan pembenah tanah Kitosan, Asam Humat dan SROP terhadap serapan logam berat Besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), dan perbaikan pH serta Fosfat di lahan gambut bekas terbakar?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui potensi jamur *indigenous* dengan bahan pembenah tanah Kitosan, Asam Humat dan SROP yang menguntungkan terhadap pertumbuhan tanaman *M. leucandendra*.
2. Untuk mengetahui potensi jamur *indigenous* dengan bahan pembenah tanah Kitosan, Asam Humat dan SROP yang menguntungkan dalam mendegradasi logam berat Besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn) pada tanah dan perbaikan pH serta Fosfat di lahan gambut bekas terbakar.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai implementasi jamur *indigenous* dengan bahan pembenah tanah Kitosan, Asam Humat dan SROP dalam upaya restorasi tanah di lahan gambut bekas terbakar (*fi red peatland*).
2. Memberikan informasi mengenai implementasi Tanaman *M. Leucadendra* dalam upaya restorasi tanah di lahan gambut bekas terbakar (*fi red peatland*).
3. Menjadi bahan acuan dalam melakukan restorasi pada area lahan gambut bekas terbakar (*fi red peatland*) untuk penelitian serupa.

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Persiapan, penanaman, pengamatan pertumbuhan dan pemanenan tanaman *M. Leucadendra* dilakukan dalam skala rumah kaca di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.
2. Pembuatan inokulum jamur *indigenous* dilakukan di Laboratorium Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.
3. Pengujian logam berat Besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), Fosfat dan pH pada tanah gambut dan jaringan tanaman setelah dilakukan inokulasi jamur *indigenous* dan penambahan bahan pembenah tanah Kitosan, Asam Humat dan SROP dalam kondisi sebelum dan sesudah perlakuan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lahan Gambut dan Restorasi Lahan

Lahan gambut merupakan sumberdaya yang memiliki fungsi produksi dan lingkungan serta fungsi sebagai ekonomi bagi masyarakat, pemerintah dan negara. Bahkan lahan gambut dapat menjadi lapangan pekerjaan/sumber mata pencaharian bagi masyarakat sekitar. Sehingga dapat memberikan pendapatan bagi masyarakat dengan mengolah lahan gambut menjadi sektor perkebunan salah satunya sawit dan karet (Wahyunto, Nugroho dan Fahmuddin, 2014). Dalam proses pembentukan tanah gambut memiliki beberapa faktor seperti iklim (basah), organisme (vegetasi), topografi (datar-cekung), bahan induk (bahan mineral sebagai substratum) dan waktu dalam proses pembentukan. Dimulai dengan kondisi anaerob dan dibawah kondisi iklim tropis dan lembab dengan evaporasi yang cukup tinggi memungkinkan untuk tanah gambut terbentuk. Dengan tumpukan bahan organik yang sedikit demi sedikit kemudian menebal yang akan mencapai ketebalan sebagai tanah gambut minimal 50 cm dengan bahan organik minimal 12% (Sukarman, 2015).

Tanah gambut dimanfaatkan sebagai perkebunan kelapa sawit, pertanian tanaman pangan, bekas pertambangan serta sisanya semak belukar. Berdasarkan hasil Kajian tahun 2013 oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP) melalui kegiatan *Indonesian Climate Change Trust Fund (ICCTF)* menyatakan bahwa 6,6 juta ha lahan telah terbuka sisanya 8,3 juta ha lahan gambut tidak terdegradasi dan masih berupa hutan alami dan hutan primer. Pemanfaatan yang tinggi untuk berbagai kebutuhan yang tidak sesuai dengan peruntukan akan menyebabkan lahan menjadi terdegradasi. Lahan yang terdegradasi ditandai dengan penurunan fungsi hidrologi, produksi dan ekologi akibat aktivitas manusia seperti adanya saluran, penebangan pohon, jalan logging, bekas kebakaran dan penambangan baik kondisi kering ataupun tergenang air (Pertanian, 2016). Gambut yang terbakar akan mengalami perubahan sifat hidrofilik menjadi hidrofobik karena adanya gugus non-polar seperti etil, metil dan senyawa

aromatik ketika terbakar. Sehingga tidak lagi mempunyai kemampuan untuk menyerap air seperti kondisi awal gambut dan mengalami penurunan kemampuan dalam menyerap air sebanyak 50% dari kondisi sebelum terbakar (Noor, Masganti dan Agus, 2016). Lahan gambut yang terdegradasi akibat dari kebakaran menurunkan kadar-N total dan populasi mikroorganism. Hal ini menyebabkan proses pembebasan kadar N dalam tanah terhambat sehingga sulit untuk diserap oleh tanaman (Masganti *dkk.*, 2014). Jika lahan terdegradasi perlu dilakukan penanganan lebih lanjut agar menjadi produktif dan tidak menjadi sumber emisi GRK (Gas Rumah Kaca).

Restorasi merupakan salah satu program untuk pengurangan emisi dan bertujuan untuk mengembalikan ekologis lahan gambut yang mengalami perubahan akibat terbakar. Dalam BRG (Badan Restorasi Gambut) Perpres No. 1 Tahun 2016 dalam melakukan restorasi lahan terdapat beberapa cara seperti pembangunan sekat kanal, pembangunan sumur bor, penimbunan kanal, pembuatan embung dan kanal tali air (bagian *Rewetting*). Pada revegetasi dengan kegiatan pembibitan, penanaman dan pemeliharaan. Pada revitalisasi ekonomi masyarakat dengan bantuan ekonomi produktif dan desa peduli gambut. Sistem kanal bertujuan untuk mencegah terjadi kebakaran lahan gambut dengan menjaga lahan gambut agar tetap basah (sebagai penanggulangan) (Yuliani, 2017). Selain itu kegiatan revegetasi sebagai tindakan pemulihan tutupan lahan pada ekosistem gambut melalui kegiatan penanaman kembali di lahan gambut dengan tanaman serta melibatkan peran masyarakat. Tujuan akhir dari revegetasi ini yaitu berapa banyak tanaman yang dapat bertahan hidup dalam menyerap komponen berbahaya di dalam lahan gambut tersebut (Syahza *dkk.*, 2020).

Dalam melakukan restorasi lahan terdapat beberapa langkah umum yang dilakukan. Pertama, melakukan pemetaan hutan dan lahan gambut untuk menentukan lokasi gambut yang menyusut dan tipe gambut serta kedalaman tanah. Tahapan ini dapat mengurangi terjadinya pengurangan area lahan akibat konversi lahan dengan kebijakan yang tepat guna berlandaskan kajian lahan. Kedua, menentukan jenis restorasi sesuai kondisi lahan, pelaksana dan rentang waktu dalam pelaksanaan restorasi ini. Ketiga, melakukan *rewetting/*

pembasahan lahan gambut agar lahan tetap lembab dan terjaga komponennya sehingga mengurangi resiko terbakar. Keempat, melakukan penanaman kembali/revegetasi dengan tanaman yang sudah teruji kemampuannya dalam mendegradasi logam berat dan meningkatkan kembali kesuburan/ kualitas tanah gambut. Terakhir, dengan memberdayakan ekonomi masyarakat lokal agar tercipta SDM yang baik untuk menjadi SDA yang sudah di restorasi sehingga kegiatan pemulihan ini dapat berjangka panjang (Tacconi, 2003).

2.2. Tanaman Uji

Dalam penelitian ini menggunakan tanaman *M. leucandendra* sebagai tanaman uji. Tanaman ini berasal dari famili *Myrtaceae* dengan tinggi mencapai 10-20 m, kulit batang yang berlapis-lapis dan berwarna putih keabu-abuan. Selain itu, tanaman ini mampu tumbuh di tanah yang tandus, panas dan bertunas kembali meskipun terjadi kebakaran (Malau dan Hadi Utomo, 2017). Mempunyai daur biologis yang panjang, cepat tumbuh, dapat tumbuh di tanah yg baik maupun buruk pada kadar garam yang tinggi ataupun rendah (asam). Selain itu *M. Leucadendra* masuk dalam kategori *Fast Growing Species* (FGS) yang berfungsi untuk mempercepat proses suksesi pada lahan karst dan restorasi pada lahan gambut (Page dkk., 2009). Sehingga *M. Leucadendra* dikembangkan sebagai tanaman untuk proses remediasi pada lahan yang mengalami kerusakan komposisi atau terkontaminasi (Mohd dkk., 2013). Remediasi menggunakan tanaman untuk menghilangkan polutan dari dalam tanah atau perairan yang terkontaminasi biasa disebut fitoremediasi dimana mekanisme penyerapan polutan oleh akar tanaman kemudian di akumulasikan ke bagian tubuh tanaman baik di akar, batang maupun daun (Novandi, Hayati dan Zahara, 2014). Tanaman *M. leucandendra* dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah dan konfigurasi datar serta dengan kondisi kering atau tergenang air (Sudaryono, 2016). Selain itu kandungan bahan organik dan pH tanah yang masam juga merupakan salah satu kriteria tanaman *M. Leucadendra* untuk tumbuh dengan baik (Dibia, 2015).

Faktor yang berpengaruh terhadap diameter *M. Leucadendra* yaitu fraksi pasir, suhu tanah, kedalaman efektif dan ketinggian tempat dan pada tinggi *M.*

Leucadendra dipengaruhi oleh fraksi pasir, *bulk density* dan kedalaman efektif. Dengan tanah pasir yang memiliki pori kasar lebih banyak dari tanah liat maka dengan banyaknya pori-pori kasar tersebut sulit untuk menahan air sehingga tanaman cepat kering. Untuk kedalaman akar yang dangkal akan menyebabkan terhambatnya perkembangan akar tanaman. Sehingga dibutuhkan tanah yang memiliki kedalaman efektif serta memiliki pori-pori kasar yang sedikit agar pertumbuhan tanaman *M. Leucadendra* ini maksimal (Wedhana, Idris dan Silamon, 2018). Untuk mikroba tanah akan mempengaruhi kemampuan akar dalam mendegradasi sisa-sisa tumbuhan yang menghasilkan senyawa organik dalam akar tersebut. Tanaman akan menyeleksi mikroba sesuai dengan tujuan dari tanaman dalam asosiasi dengan mensekresikan senyawa eksudat tertentu dalam akar (Widyati, 2017). Akar *M. Leucadendra* terdiri dari akar tunggang, akar lateral, serta akar sekunder. Akar tunggang lurus dan tumbuh ke bawah, akar lateral tumbuh pada leher akar, serta akar sekunder dapat menyebar dengan kedalaman ± 20 cm di bawah permukaan tanah (Priswantoro *dkk.*, 2021). Dalam menyerap logam berat, tanaman mengakumulasi logam dari satu tempat ke tempat lain yang merupakan mekanisme *uptake*. Contohnya logam berat berada dalam tanah kemudian diserap oleh akar kemudian di distribusikan ke batang dan daun, serta dapat mengendap di akar, batang daun bahkan mengalami penguapan di daun ke udara dengan kadar logam berat yang rendah yang dinamakan proses *Phytovolatilization*. (Putra, 2018)



Sumber: Data Primer

Gambar 2.2. Tanaman *M. Leucadendra*

2.3. Jamur Tanah

Lahan gambut yang terbakar menyebabkan sebagian besar mikroorganisme didalam tanah terdegradasi sehingga aktivitas mikroorganisme kurang efektif, karena mikroorganisme juga berperan dalam melarutkan kadar fosfat dalam tanah (Masganti *dkk.*, 2014). Didalam penelitian ini jamur tanah yang digunakan merupakan mikroorganisme pembenah yang berasal dari hasil *reculture* atau pengembangbiakan jamur dari tanah gambut terbakar yang kemudian di inokulasi ke tanaman uji. Hasil *reculture* jamur tanah sudah melewati proses *screening* dari berbagai variasi jamur yang di isolat di penelitian sebelumnya dan didapatkan yang paling bertendensi menyerap nutrisi dalam media agar yaitu jamur *indigenous* dari tanah gambut yang terbakar. Hal ini dapat menyatakan bahwa semakin banyak nutrisi yang terserap maka kemampuan jamur dalam bekerja semakin baik dibandingkan dengan fungi dari tanah gambut biasa. Jamur tanah berfungsi untuk mendegradasi logam berat (Wengel *dkk.*, 2006) kemudian hasil degradasi menjadi sumber nutrisi untuk proses metabolisme dan kebutuhan hidup jamur tanah (Raju *dkk.*, 2007). Jamur tanah memiliki beberapa kelebihan dimana

dapat mengurangi kadar logam pada tanah yang bersifat mendetoks logam berat dalam tanah. Logam yang mampu didegradasi berupa logam yang tidak larut dalam pembentukan bisorpsi dan oksalat (Baldrian, 2003). Penggunaan jamur tanah juga memiliki kelebihan seperti murah dan ramah lingkungan sehingga tidak menimbulkan efek samping serta bersifat berkelanjutan (Jami'a, 2014).

Jamur pribumi/alami yang berasal dari tanah itu sendiri merupakan jamur *indigenous*. Jamur *indigenous* dapat sebagai biogen remediasi efektif dalam melakukan remediasi tanah dengan kandungan logam berat tinggi sehingga dapat beradaptasi dengan baik di kondisi lahan tercemar (Santi dkk., 2015). Sedangkan jamur dari lokasi lain kemudian diinokulasikan ke tanah yang akan di restorasi disebut *nonindigenous*. Jika dibandingkan dengan *nonindigenous*, jamur *indigenous* lebih tinggi efektifitasnya dalam mereduksi logam berat karena jika jamur *indigenous* yang digunakan berasal dari daerah tanah dengan konsentrasi logam berat yang tinggi maka jamur tersebut sudah beradaptasi dengan kondisi yang sama dengan tanah yang akan di restorasi (Hernahadini, 2021). Bioremediasi oleh mikroorganisme dengan mendetoksifikasi dianggap tidak memiliki efek samping berupa residu. Bahkan lahan tercemar logam berat dapat dipulihkan dengan proses bioremediasi dengan memanfaatkan jamur/bakteri setempat (*indigenous*) dalam melakukan proses pemulihan lahan (Saraswati dan Sumarno, 2008). Peranan jamur dalam tanah selain mendegradasi logam berat juga dapat menjaga ketersediaan unsur karbon dalam tanah yang digunakan untuk sumber makanan bagi jamur ataupun organisme lain dalam tanah (Darliana dan Wilujeng, 2020).

Jamur tanah yang paling dikenal yaitu *Penicillium*, *Mucor*, *Trichoderma* dan *Aspergillus*. Jamur tanah memiliki berbagai kelebihan seperti dapat berkembang dengan baik dengan kondisi tanah asam (2,7-5) , netral maupun alkali. (Buckman dan Brady, 1982). *Penicillium* dapat berperan sebagai penghasil senyawa penisilin yang berfungsi untuk menghentikan pertumbuhan mikroba patogen serta memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim karbohidrase dari gambut untuk dikembangkan karena kaya akan selulosa dan sisa serangga sehingga dapat bermanfaat bagi tanaman (Nurulita dkk., 2020).

Jamur *Trichoderma sp* berperan dalam penyerapan logam tembaga, seng dan kadmium bahkan mampu bertahan dengan konsentrasi logam berat yang tinggi. Kemampuan dalam penyerapan logam dapat dilakukan dengan mengukur pertumbuhan diameter miselium jamur pada media padat dan berat kering miselium pada media padat atau cair (A.G dkk., 2015). Selain itu *Trichoderma sp* dapat menghasilkan enzim kitinase yang berperan dalam mengurangi patogen sehingga cocok digunakan saat mengelola lahan bekas pertambangan serta penggunaan *Trichoderma sp*. lebih murah dibandingkan dengan menggunakan pupuk kimia (Sari dkk., 2007). Jamur *Aspergillus sp* berperan dalam mendegradasi limbah dengan kandungan senyawa organik yang tinggi salah satunya lignin dengan mengeluarkan enzim ekstraseluler berupa ligninase dimana lignin akan menjadi senyawa karbon yang lebih sederhana dan dapat digunakan sebagai energi untuk membentuk karbon oleh mikroba dalam tanah (Darliana dan Wilujeng, 2020). Untuk fungi *Mucor sp* dapat tumbuh dengan baik pada pH rendah dan suhu 5-20°C yang merupakan spesies kosmopolit atau spesies dengan daerah penyebaran yang sangat luas. Lokasi pertumbuhan *mucor sp* terletak pada gambut dengan kematangan fibrik dan hemik. Kondisi gambut mentah disebut fibrik dengan kondisi ini dapat mempengaruhi penurunan permukaan gambut yang di reklamasi karena terjadi perubahan anaerob menjadi aerob. Sedangkan hemik merupakan setengah matang yang mengalami penurunan volume serat dari kondisi fibrik. Pertumbuhan koloni *mucor sp* termasuk kategori cepat dengan rerata pertumbuhan 2 cm per harinya. Sehingga menjadikan fungi ini dominan ketika bersaing menyerap nutrisi dengan fungi lain di dalam tanah. (Jami'a, 2014). Marga *mucor* termasuk kelas *zygomycetes* atau perkembangbiakannya secara seksual dengan zygospora dengan spora yang diproduksi oleh sporangium dan masuk ordo *mucorales* serta famili *mucoraceae*. Dalam pengamatan makroskopis atau secara morfologi *mucor* memiliki miselium seperti kapas berwarna putih dan mikroskopis atau pengamatan dengan mikroskop tidak memiliki rhizoid dengan sporangiofor lebih pendek dibanding *rizhopus sp* (Purwantisari dan Hastuti, 2012). Penelitian untuk restorasi tanah dengan penambahan fungi dapat membantu meningkatkan nutrisi yang berguna untuk

pertumbuhan tanaman. Fungi *Penicillium* dan *Aspergillus sp* dapat menghasilkan glukosa oksidase yang meningkatkan karbohidrat laju pertumbuhan sel-sel baru sehingga pertumbuhan tanaman seperti diameter batang ikut meningkat serta melarutkan kadar fosfat dalam tanah. Selain itu fungi juga membantu tanaman dalam proses penyerapan unsur hara sebagai nutrisi untuk pertumbuhan daun tanaman sehingga mempengaruhi berat kering yang dihasilkan (Sari *dkk.*, 2007).

2.4. Bahan Pembenh Tanah

Tindakan untuk peningkatan produktivitas tanah yaitu dengan perbaikan tanah (ameliorasi), pemupukan dan pemberian bahan organik (Malau dan Hadi Utomo, 2017). Bahan organik berperan dalam merekatkan partikel tanah sehingga ruang pori lebih besar dan menyebabkan air serta unsur hara mudah diserap oleh akar (Holilullah, Afandi dan Novpriansyah, 2015). Pada penelitian ini menggunakan *Slow Release Organic Paramagnetic* (SROP) dimana sebagai pembenh tanah yang berasal dari hasil reaksi pirolisis biochar dari biomassa dengan kandungan lignin dan hidrokarbon dari proses PHTC (*Partial Hydrothermal Carbonization*) didalam kompos (Agus *dkk.*, 2020). Berdasarkan Penelitian (Agus, 2019) SROP memiliki kandungan karbon 39,99%, kadar oksigen 16,31%, total nitrogen 19,29%, total fosfat 2,84% dan total kalium 2,76%(Agus *dkk.*, 2019).

Bahan pembenh tanah yang kedua yaitu kitosan yang merupakan turunan chitin, suatu amino polisakarida yang mengalami asetilasi, biasanya kitosan terdapat di kulit arthropoda (cangkang udang, kepiting, insekta) (Isdadiyanto, Biologi dan Diponegoro, 2016). Berdasarkan penelitian (Cahyono, 2018) karakteristik kitosan yang berasal dari cangkang udang mengandung rendemen 14%, kadar air 12,29%, kadar abu 0,99%, total nitrogen 2,20%, kadar lemak 3,13%, dan karbohidrat 81,39%(Cahyono, 2018). Berdasarkan penelitian (Isa *dkk.*, 2012) didapatkan chitosan dari cangkang udang dengan karakteristik 2,71% nitrogen, 16,23% karbon, kadar abu 6,41% dan kadar protein 6,16% kadar serat 8,74% dan kadar air 5,24%(Isa *dkk.*, 2012). Kitosan berfungsi sebagai adsorben terhadap logam berat seperti Cu dan Pb karena mempunyai

gugus amino bebas dan hidroksil yang berfungsi sebagai ikatan koordinasi ion logam sebagai pembentuk *chelate* (Ahmad, Ahmed dan Ikram, 2015). Bahkan kitosan mampu mengikat ion logam 5-6 kali lebih besar dari kitin (Muhaemin, 2005).

Selain itu penggunaan asam humat juga berperan sebagai bahan pembenah tanah. Senyawa humat berasal dari hasil biodegradasi lanjutan lignin yang terjadi karena adanya pengaruh dari aktivitas bakteri (Mohadi *dkk.*, 2008). Kandungan dalam asam humat terdiri dari 0-0,3% fosfor, 1-2% sulfur, 1-4% nitrogen, 30-50% oksigen, dan 40-60% karbon (Gaffney, Marley dan Clark, 1996). Asam humat atau *humic acid* memiliki peran mengatur siklus karbon dan merupakan komponen bahan organik utama dan stabil sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Petrus *dkk.*, 2009). Adanya asam humat dalam tanah gambut dapat memicu tanah gambut untuk penemuan mikroba yang menghasilkan metabolit sekunder sebagai antimikroba. Proses metabolisme mikroba dari kondisi ekstrim akan menghasilkan senyawa antimikroba yang tahan akan kondisi ekstrim juga sehingga berperan dalam menjaga pertahanan tanaman terhadap hama atau penyakit (Dwi dan Yusnawan, 2017). Untuk mengetahui perbedaan kinerja dari masing-masing pembenah tanah ditambahkan sampel kontrol yang terdiri dari tanah gambut terbakar dengan fungsi *indigenous* tanpa bahan pembenah tanah.

2.5. Penelitian Terdahulu

Berikut penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dalam pengerjaan penelitian ini:

Tabel 2.1. Tinjauan Penelitian Sebelumnya

No.	Nama Peneliti, Tahun	Hasil Penelitian Secara Umum
1.	(Dibia, 2015)	pH tanah pada daerah penelitian yang netral agak menghambat pertumbuhan <i>M. Leucadendra</i> sedangkan tanah dengan pH asam tanaman cepat tumbuh. Untuk kandungan bahan organik yang rendah akan menghambat pertumbuhan <i>M. Leucadendra</i> sehingga dibutuhkan bahan organik tinggi (Dibia, 2015)

2.	(Nurhayati, Razali dan Zuraida, 2014)	Pemberian jenis bahan pembenah tanah seperti beberapa jenis mikroorganisme, kapur dan lumpur laut sangat nyata dalam mempengaruhi peningkatan pH pada tanah (Nurhayati, Razali dan Zuraida, 2014)
3.	(A.G dkk., 2015)	Kondisi ph, konsentrasi logam awal, waktu pemaparan, dan konsentrasi biomassa merupakan beberapa kondisi yang berpengaruh terhadap serapan logam. Pada kondisi ini jamur <i>indigenous</i> memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menyerap logam dibandingkan dengan aplikasi biomassa pada air limbah tambang (A.G dkk., 2015)
4.	(Santi dkk., 2015)	Inokulasi jamur dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman pada kondisi kelebihan Zn dibandingkan tanpa inokulan. Karena logam Zn dapat menyebabkan populasi mikroba tanah menjadi rendah dan menghambat pertumbuhan tanaman (Santi dkk., 2015)
5.	(Iriana, Sedjati dan Yulianto, 2018)	Kemampuan kitosan dengan konsentrasi sebanyak 2% memiliki daya serap logam timbal sebesar 94,97% dan kapasitas adsorpsi tertinggi sebesar 5,36 mg/gr pada konsentrasi kitosan sebesar 0,5% (Iriana, Sedjati dan Yulianto, 2018)
6.	(Agus dkk., 2020)	Dalam penggunaan SROP 10 ton/ha dinyatakan dapat meningkat 0,36% untuk bahan organik dalam tanah. Untuk KTK (Kapasitas Tukar Kation) 8,71 me (miliekvalen)/100gr dan ditambah dengan penerapan SROP 10-30% dapat meningkatkan nilai KTK dan kadar K, N serta P. Tetapi jika dosis ditingkatkan menjadi 20-30% kandungan akan turun kembali sehingga optimum dalam penggunaan dosis SROP sebesar 10-30% (Agus dkk., 2020).
7.	(Yuliyati dan Natanael, 2016)	Asam humat adalah suatu zat organik makromolekul polielektroli yang memiliki kemampuan untuk adsorpsi dan desorpsi logam berat. Ion-ion yang ada pada asam humat akan berikatan dengan logam Fe (II). Penyerapan logam Fe (II) dengan presentase 3,77% sampai dengan 34,78% (Yuliyati dan Natanael, 2016).

8.	(Dwi Hartatik, Nuriyah dan Iswarin, 2014)	Dalam penelitian penggunaan kitosan diharapkan dapat membuat bioplastik lebih tahan lama dan mudah terdegradasi. Tanpa pemanasan dengan kitosan 1% dan dengan pemanasan 45 ⁰ C dengan kitosan 3% dapat mencapai nilai kuat tarik optimum serta bioplastik dapat terdegradasi 75% dalam waktu 15 hari.
9	(Ma'mun, Theresa dan Alfimona, 2016)	Kitosan dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam Cr di limbah industri penyamakan kulit. Dengan penggunaan membran kitosan sebanyak 2% dapat menyerap logam Cr sebanyak 98% dalam 15 mL sampel limbah.
10	(Mindari <i>dkk.</i> , 2018)	Penggunaan asam humat dari pupuk kandungan atau kompos sekitar 1-1,5 gr/kg dapat meningkatkan kimia dan fisika dalam tanah serta pertumbuhan dan serapan tanaman dibandingkan dengan asam humat dari batubara. Dengan campuran urea, zeolit dan asam humat 1% dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi.
11	(Istiqomah, Budi dan Wulandari, 2017)	Dalam penelitian penggunaan asam humat terhadap pertumbuhan Balsa pada tanah yang terkontaminasi timbal dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 22.87% dan diameter 24.87% lebih baik dibandingkan tanpa asam humat (Istiqomah, Budi dan Wulandari, 2017)

BAB III

METODE PENELITIAN

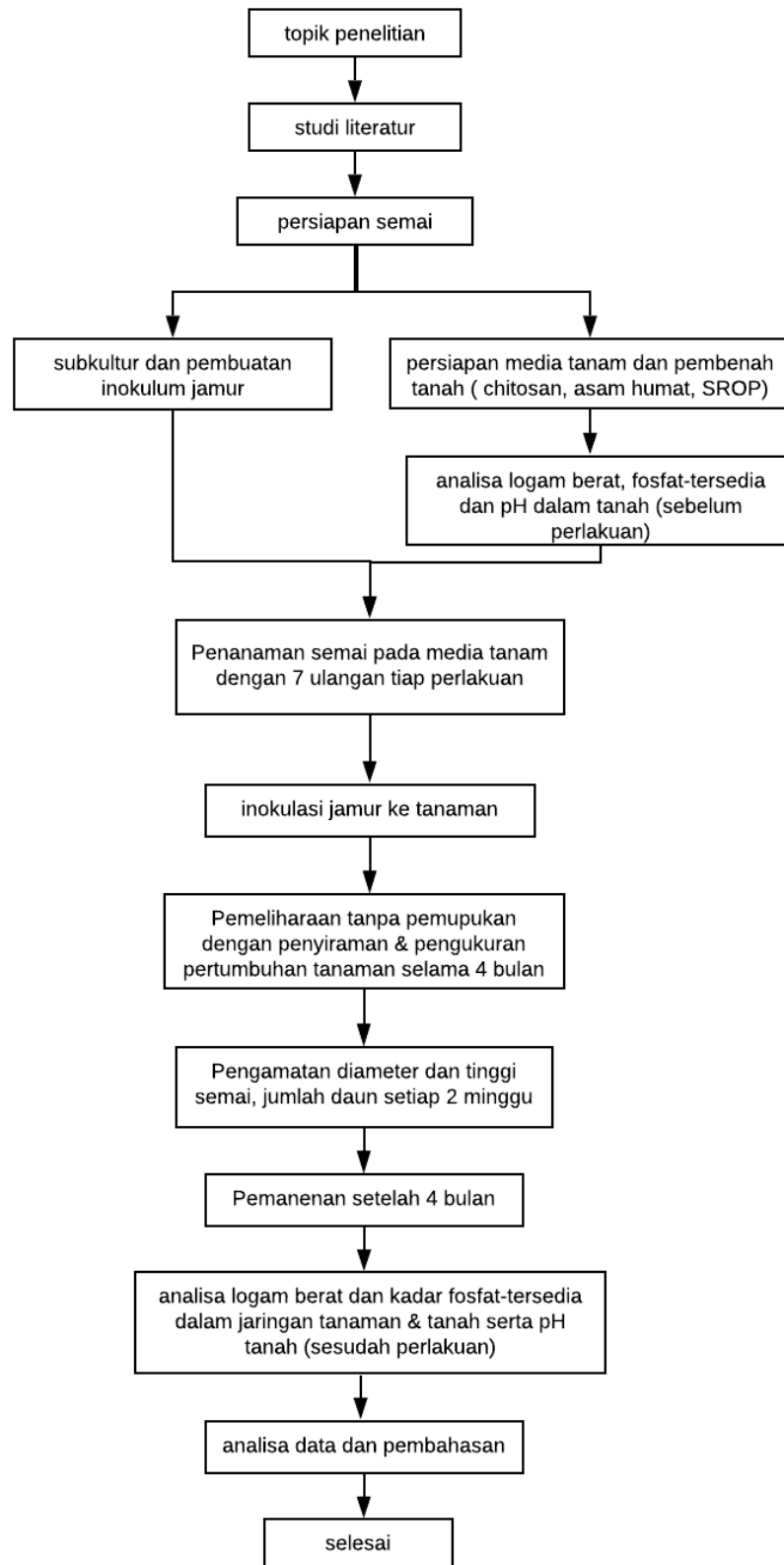
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dalam skala rumah kaca dimulai dari tahapan persiapan media tanam, penanaman *M. Leucandendra*, pengambilan data, pemanenan *M. Leucandendra*. Pada kegiatan ini dilakukan tepatnya di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini dimulai dari bulan Maret 2021 hingga September 2021.

Tanah gambut yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari KHDTK (Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus) Tumbang Nusa Palangkaraya Kalimantan Tengah. Untuk analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan. Dalam penelitian pertumbuhan mikroorganisme jamur dianalisis di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

3.2. Tahapan Penelitian

Secara umum alur tahapan dalam penelitian ini akan dilakukan seperti berikut:



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

3.3. Karakterisasi Tanah

Untuk mengetahui perubahan yang terjadi sebelum dan sesudah penelitian, maka dilakukan pengujian parameter awal pada tanah. Parameter yang diujikan meliputi kandungan logam besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Fosfat-Tersedia dan pH pada tanah. Berikut hasil pengujian dari karakteristik tanah awal adalah:

Tabel 3.1. Karakteristik Awal Tanah Gambut Terbakar

No	Parameter Tanah	Satuan	Konsentrasi
1	Fe	ppm	920
2	Mn	ppm	12
3	Zn	ppm	18
4	Fosfat-tersedia	ppm	69,92
5	pH awal H ₂ O	-	3,620
6	pH awal KCl	-	2,589

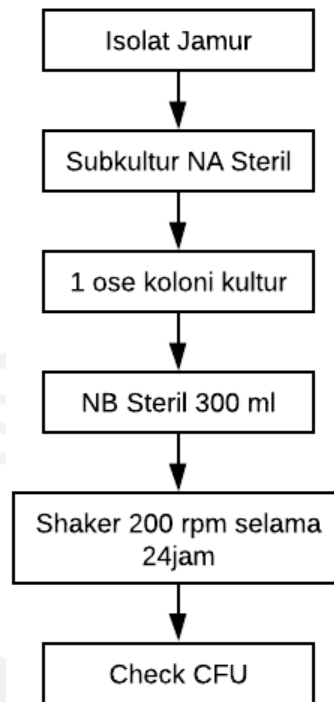
Sumber: Data Primer

3.4. Persiapan Semai

Persiapan semai yaitu dengan penyediaan bibit tanaman *M. leucadendra* pada polybag kecil dengan tanah. Perlakuan tanaman dengan penyiraman air setiap dua hari sekali. Pemeliharaan semai dilakukan selama 2 bulan di rumah kaca yang berada di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

3.4. Persiapan Inokulum Jamur

Media subkultur jamur menggunakan NA (*Nutrient Agar*) sebagai media isolat jamur. Kemudian dari media NA steril di ambil sebanyak 1 oce koloni kultur dari isolat jamur ke media NB (*Nutrient Broth*) Steril 250 ml untuk memperbanyak jamur dalam media cair sehingga lebih mudah untuk di inokulasikan. Kemudian dilakukan shaker kecepatan 200 rpm selama 24 jam dan di check CFU (*Colony Forming Unit*) atau jumlah sekumpulan sel (unit) yang tumbuh dalam cawan.



Gambar 3.2. Alur Pembuatan Inokulum Jamur

3.5. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanah gambut asli bekas terbakar yang berasal dari KHDTK (Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus) di Tumbang Nusa Palangkaraya Kalimantan Tengah kemudian disemaikan Tanaman *M. leucadendra* kedalam polybag. Kebakaran lahan gambut dapat mempengaruhi unsur hara, kandungan organik serta kandungan logam berat dalam tanah. Sehingga dapat dinyatakan bahwa di dalam sampel tanah gambut terdapat logam berat akibat kebakaran lahan dan bukan termasuk logam berat yang ditambahkan (artifisial). Logam berat dapat menurunkan kualitas tanah sehingga perlu dilakukan pengelolaan lebih lanjut untuk mengurangi kadar logam berat tersebut. Kemudian dilakukan penambahan bahan pembenah tanah (kitosan, asam humat dan SROP) serta jamur *indigenus*. Selanjutnya akan dilakukan pengujian dan perbandingan antara kondisi awal sebelum dilakukan penambahan bahan pembenah tanah dan jamur dengan kondisi akhir setelah perlakuan.

Bahan pembenah tanah yang digunakan dalam penelitian yaitu kitosan, asam humat, dan SROP serta disiapkan media kontrol. Dalam persiapan ini dibuat 7

ulangan untuk masing-masing bahan pembenah tanah yang sudah ditanami oleh tanaman *M. leucadendra* dengan umur 2 bulan. Bahan pembenah tanah untuk kitosan dan asam humat digunakan sebanyak 2,5% dari total tanah gambut per polibag dengan perbandingan kitosan: gambut sebesar 1: 40, begitu juga untuk asam humat. Untuk SROP digunakan sebanyak 10% dari total tanah gambut per polibag dengan perbandingan SROP: gambut sebesar 1: 10. Setelah bahan pembenah tanah siap maka akan dicampur dengan media tanam dan disemaikan tanaman *M. leucadendra*.

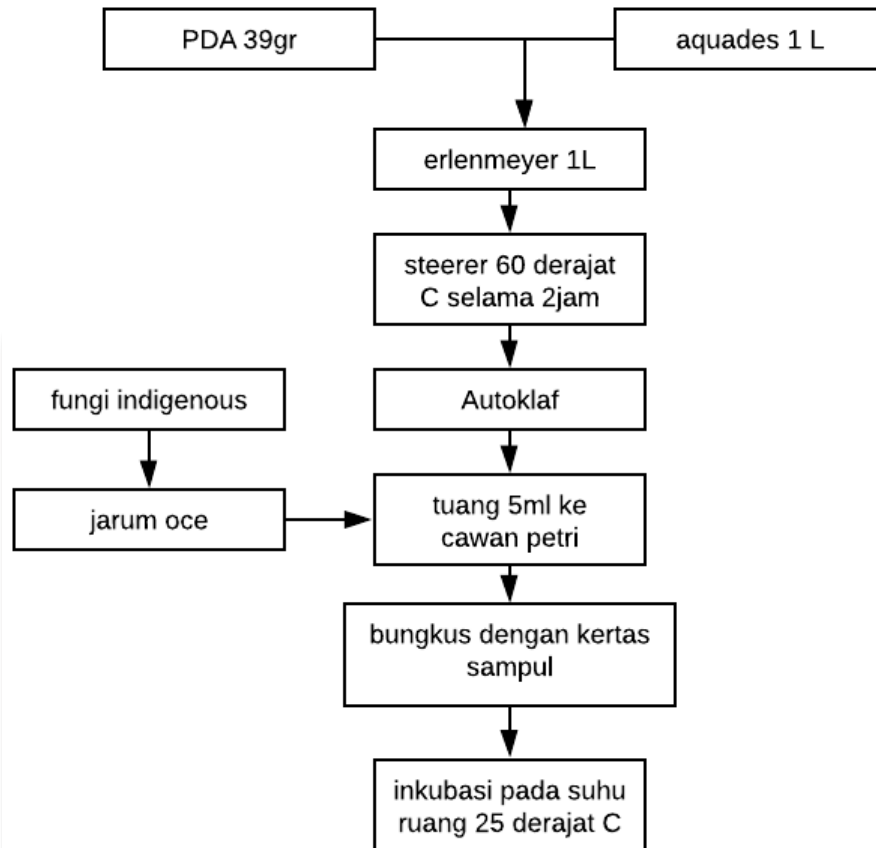
3.6. Penanaman Semai Pada Media Tanam

Setelah penyemaian 2 bulan, kemudian dilakukan penanaman semai ke dalam media tanam. Penanaman dilakukan sebanyak 7 ulangan pada setiap perlakuan dengan bahan pembenah tanah yang berbeda. Tujuan pengulangan untuk mengurangi bias pada masa pertumbuhan tanaman. Penanaman dilakukan di skala rumah kaca yang berlangsung selama 4 bulan sebelum panen. Pemeliharaan tanaman dilakukan tanpa pemupukan dengan penyiraman air setiap dua hari sekali dan saat cuaca panas dilakukan penyiraman sehari sekali.

3.7. Sub-kultur dan Inokulasi Jamur

Jamur *indigenus* yang digunakan dalam penelitian merupakan spesies *mucor sp* dari tanah gambut terbakar yang disubkultur dalam media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Tujuan dalam melakukan sub-kultur yaitu untuk memperbanyak biakan dari jamur yang akan digunakan. Untuk mencegah kontaminan masuk kedalam media PDA, maka sub-kultur ini dilakukan di *Laminer Airflow* yang merupakan tempat steril untuk melakukan proses subkultur fungi dimana *laminer Airflow* merupakan salah satu faktor untuk mencapai keberhasilan dalam uji inokulasi (Harjanto dan Raharjo, 2017). Kemudian dilanjutkan inokulasi jamur dengan memindahkan inokulum jamur dari media lama ke media tanam yang ditanami dengan *M. leucadendra*. Disediakan media tanpa perlakuan uji sebagai kontrol. Untuk pelaksanaan inokulasi dilakukan dengan melubangi permukaan media tanam polybag dengan kedalaman $\pm 4-5$ cm, kemudian inokulum jamur diinjeksikan dengan

pipetment 3 ml pada setiap media tanam dengan bahan pembenah tanah yang berbeda.



Gambar 3.3. Tahapan Sub-kultur Jamur Tanah

Dalam kondisi awal proses inokulasi fungi akan adaptasi sehingga kemungkinan populasi awal akan terpengaruh dan terjadi penurunan, setelah adaptasi dengan kondisi tanah maka perlahan akan kembali normal bahkan mengalami peningkatan jumlah fungi. Ketersediaan bahan organik sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan metabolisme fungi, semakin banyak bahan organik maka proses pertumbuhan fungi semakin pesat karena kebutuhannya terpenuhi (Pati *dkk.*, 2016). Untuk data koloni jamur yang diinokulasikan pada tanaman uji per 1 ml. Kultur murni dari jamur diinokulasikan ke dalam media cair *Nutrient Broth* kemudian di ambil 1 ml inokulum untuk dilakukan penghitungan jumlah koloni dengan pengenceran sebanyak 3 kali yaitu 10^{-1} , 10^{-2} dan 10^{-3} . Koloni di analisa dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Untuk data disajikan dalam tabel 3.2. sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi} = \frac{(\text{jumlah koloni} \times 10^{\text{banyaknya pengenceran}})}{1 \text{ ml}} \text{cfu}$$

Tabel 3.2. Perhitungan Populasi Jamur dengan Metode TPC

Fungi	Jumlah koloni	Pengenceran	Perhitungan TPC (cfu/ml)	rerata TPC (cfu/ml)
F.10 ⁻¹ A	237	10	2370	2335
F.10 ⁻¹ B	230	10	2300	
F.10 ⁻² A	166	100	16600	15300
F.10 ⁻² B	140	100	14000	
F.10 ⁻³ A	108	1000	108000	101000
F.10 ⁻³ B	94	1000	94000	

Sumber: Data Primer

3.8. Pengamatan dan Pemanenan

Pada tahapan pengamatan parameter yang diamati dalam pertumbuhan tanaman meliputi diameter batang (mm), tinggi tanaman (cm), dan jumlah daun (helai) pada tanaman setiap 2 minggu sekali. Untuk tahapan pemanenan dilakukan setelah 4 bulan setelah pengamatan. Proses pemanenan dengan memisahkan tanah, jaringan batang dan jaringan akar tanaman. Setelah tahapan pemanenan, selanjutnya dilakukan pengukuran biomassa basah dan kering tanaman untuk menganalisis logam berat. Pengukuran biomassa basah menggunakan timbangan analitik kemudian masing-masing sampel jaringan batang dan jaringan akar dimasukkan ke dalam amplop cokelat dengan identitas kode tanaman. Untuk sampel tanah dari tanaman dimasukkan kedalam plastik klip agar udara tidak masuk dan diberi identitas kode tanaman untuk memudahkan proses pendataan. Pengukuran biomassa kering dilakukan dengan memasukan jaringan tanaman ke dalam oven dengan suhu 70°C selama 72jam dan setelah kering dilakukan penimbangan kembali di timbangan analitik (ketelitian 0,001gram).

3.9. Prosedur Analisa Data

Dalam melakukan analisa data menggunakan analisa statistik yang bertujuan untuk membandingkan hasil dari kinerja dalam inokulasi jamur pada setiap

tanaman uji dengan bentuk grafik batang. Kemudian dilakukan perbandingan kinerja tumbuhan dalam penyerapan logam berat, fosfat dan pH serta hasil penelitian ditambahkan dengan standar error. Standar error merupakan standar deviasi dari distribusi sampling suatu statistik untuk menghitung suatu nilai estimator (Arieska dan Pusponogoro, 2017). Data yang digunakan dalam bentuk primer berupa data yang terkait dengan kandungan logam berat, fosfat dan pH yang terdapat didalam sampel tanah gambut terbakar yang diteliti (tanah, jaringan batang dan jaringan akar tanaman).

Penelitian di skala rumah kaca dilakukan untuk mengetahui diameter, tinggi semai dan jumlah daun pada tanaman *M. leucadendra* yang tumbuh pada tanah gambut terbakar dan potensi jamur pada tanah tersebut. Pada sampel tanah dilakukan analisis logam berat, fosfat-tersedia dan pH, sedangkan pada sampel jaringan batang dan akar tanaman dilakukan analisis logam berat dan fosfat total. Untuk uji pH pada tanah menggunakan H₂O dan KCL dengan pH meter. Untuk analisis logam berat Fe, Mn dan Zn menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), dan dilakukan preparasi sampel di sebelum di uji. Untuk analisis fosfat-tersedia menggunakan metode Bray dengan sampel tanah dan fosfat-total jaringan batang dengan Spektrofotometric UV-Vis. Uji parameter dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Untuk mengetahui kemampuan Tanaman *M. leucadendra* dalam meremediasi tanah tercemar logam Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Seng (Zn) maka dilakukan analisa dengan menghitung nilai BCF. *Bioconcentration Factor* atau BCF ini menunjukkan perbandingan konsentrasi logam berat yang terdapat dalam tanaman dengan tanah (Lorestani, Cheraghi dan Yousefi, 2011) Tanaman dengan kemampuan akumulator tinggi memiliki nilai BCF (1-10), akumulator sedang (0,1-1) akumulator rendah (0,01-0,1) dan tanaman nonakumulator (<0,01). Semakin tinggi nilai BCF maka semakin besar kemampuan tanaman dalam mengakumulasikan logam berat dari tanah ke tanaman.

Tabel 3.3. Kandungan Unsur Hara Tanah dan Tanaman

Parameter	Tanah	Tanaman	Keterangan
pH H ₂ O (1:5)	4 ¹ -8,5 ¹	-	sangat masam < 4,5 ⁴ masam 4,5-5,5 ⁴
P ₂ O ₅ Bray I (ppm)	17,9 ² -71,8 ²	-	-
P total (%)	-	0,1 ³ -0,4 ³	-

Sumber:

1. (Subhan dan R. Benung, 2020)
2. (Masganti, Anwar dan Susanti, 2017)
3. (Zewide dan Reta, 2021)
4. (Pertanian, 2005)

Tabel 3.4. Konsentrasi Logam Berat dalam Tanah dan Tanaman

No	Parameter	Tanah (ppm)	Tanaman (ppm)
1	Fe	100 ¹	112 ¹
2	Mn	50 ¹	55 ¹ - 495 ³
3	Zn	20 ¹ - 62 ²	19,6 ¹ - 110 ⁴

Sumber:

1. (Schulze *dkk.*, 2019)
2. (de Vries *dkk.*, 2013)
3. (Reichman *dkk.*, 2004)
4. (Reichman *dkk.*, 2001)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

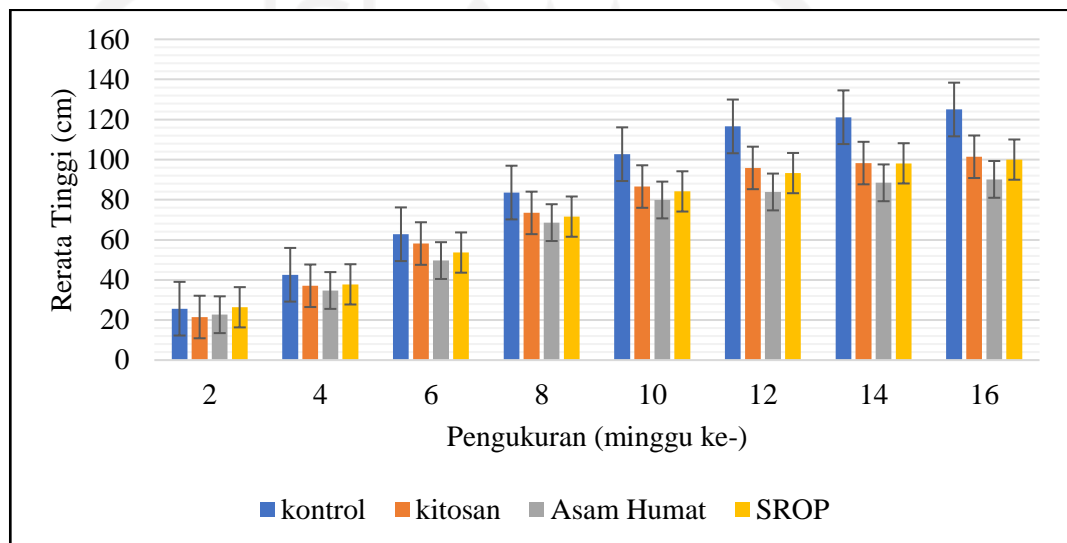
4.1. Pengaruh Inokulasi Jamur dengan Pembenh Tanah dalam Pertumbuhan Tanaman *M. Leucadendra*

Pengamatan pertumbuhan tanaman uji *M. leucadendra* dilakukan setiap 2 minggu sekali dalam jangka waktu 16 minggu atau 4 bulan. Parameter yang diamati berupa diameter batang, ketinggian, jumlah daun tanaman dengan analisis *time series* serta berat basah dan berat kering tanaman setelah perlakuan. Pengukuran tinggi, diameter tanaman dan jumlah daun bertujuan untuk mengetahui pengaruh lingkungan atau perlakuan dalam penambahan jamur dengan pembenh tanah terhadap pertumbuhan tanaman. Menurut penelitian (Malau dan Hadi Utomo, 2017) bahwa semakin lama umur tanaman maka tekstur tanah akan semakin beragam dengan mengalami peningkatan jumlah pasir dalam tanah dan penurunan partikel debu. Tanah yang didominasi oleh pasir akan mempunyai pori-pori makro dan mempermudah sirkulasi air dan udara. Hal ini menyebabkan akar tanaman lebih mudah menyerap unsur hara serta air dalam tanah yang akan mempengaruhi tinggi tanaman, diameter batang serta jumlah daun yang tumbuh pada tanaman *M. leucadendra*. Selain itu seiring lamanya umur tanaman *M. Leucadendra* pada tanah akan meningkatkan pH dalam tanah (Tambunan, 2008).

a. Tinggi Tanaman

Berdasarkan data pada Gambar 4.1. didapatkan perbedaan ketinggian tanaman uji antar pembenh tanah. Tinggi tanaman setiap 2 minggu meningkat namun dengan selisih pertumbuhan yang rendah dari 2 minggu sebelumnya. Hal ini terjadi dimulai pada minggu ke-8. Secara keseluruhan dalam pengamatan perubahan tinggi Tanaman *M. leucadendra* bahwa tanaman uji lebih cepat tumbuh hanya dengan inokulasi jamur (Kontrol) dibandingkan dengan penambahan pembenh tanah baik Kitosan, SROP, maupun Asam Humat. Hal ini dapat disimpulkan bahwa jamur *indigenous* berkontribusi lebih baik dibandingkan dengan SROP, Kitosan dan Asam Humat dalam pertumbuhan tinggi pada tanaman *M. leucadendra*. Hal ini dapat terjadi karena fungsi

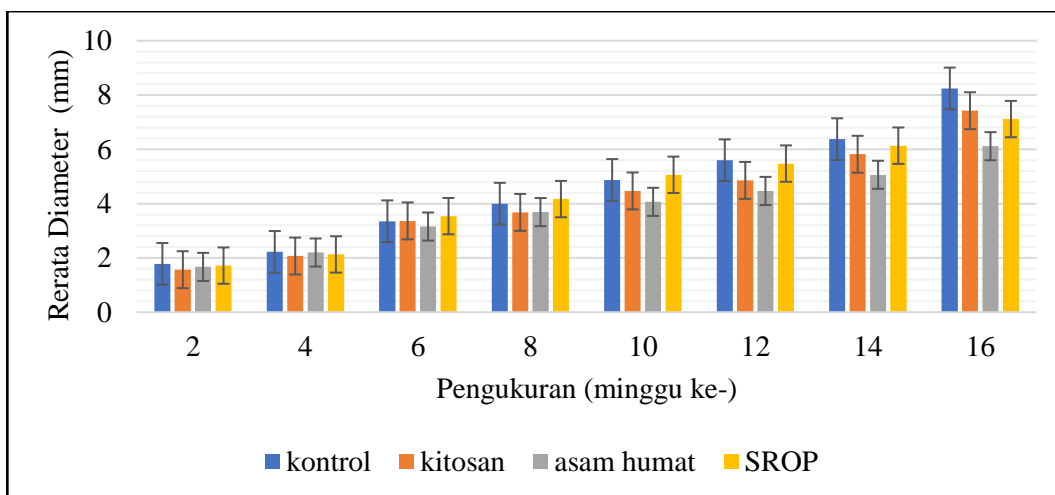
indigenous merupakan fungi yang berasal dari tanah gambut terbakar yang digunakan sebagai media tanam dalam penelitian ini, sehingga ketika dilakukan penambahan bahan pembenah tanah Kitosan, Asam Humat dan SROP maka fungi akan melakukan adaptasi ulang karena perubahan kondisi tanah. Karena itu fungi akan mengalami penurunan kinerja dalam proses pertumbuhan tanaman dan dapat bekerja optimal pada media kontrol tanpa adanya bahan pembenah tanah.



Gambar 4.1. Grafik Analisa Data Ketinggian Tanaman *M. leucadendra*

b. Diameter Tanaman

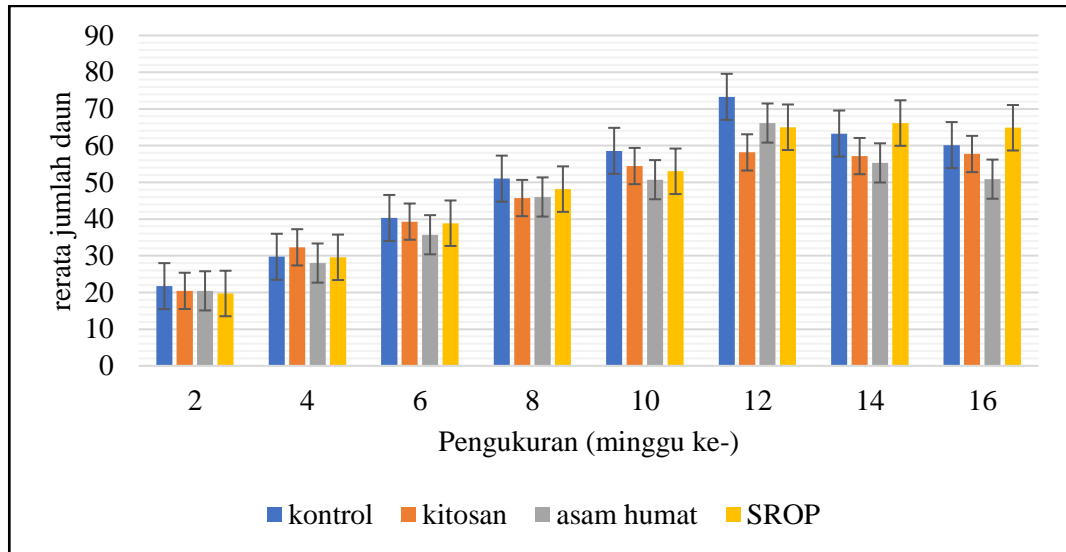
Berdasarkan data pada Gambar 4.2. didapatkan data diameter yang fluktuatif setiap 2 minggunya. Pada minggu ke 4 rata-rata diameter tanaman tumbuh sebesar 28% dari kondisi 2 minggu setelah proses semai dan 56% pada minggu ke 6. Pada minggu ke 8-14 diameter bertambah namun persentase selisih tumbuhnya dibandingkan dengan 2 minggu sebelumnya mengalami naik turun dan meningkat kembali pada minggu ke-16 saat akan panen. Diameter terbesar terdapat pada tanaman dengan pembenah tanah kontrol sebesar 8,24 mm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semua pembenah tanah dapat meningkatkan diameter tanaman dan kontrol dapat berkontribusi lebih baik dibandingkan dengan SROP, Kitosan dan Asam Humat dalam pertumbuhan diameter batang tanaman *M. leucadendra*.



Gambar 4.2. Grafik Analisa Data Diamater Tanaman *M. leucadendra*

c. Daun Tanaman

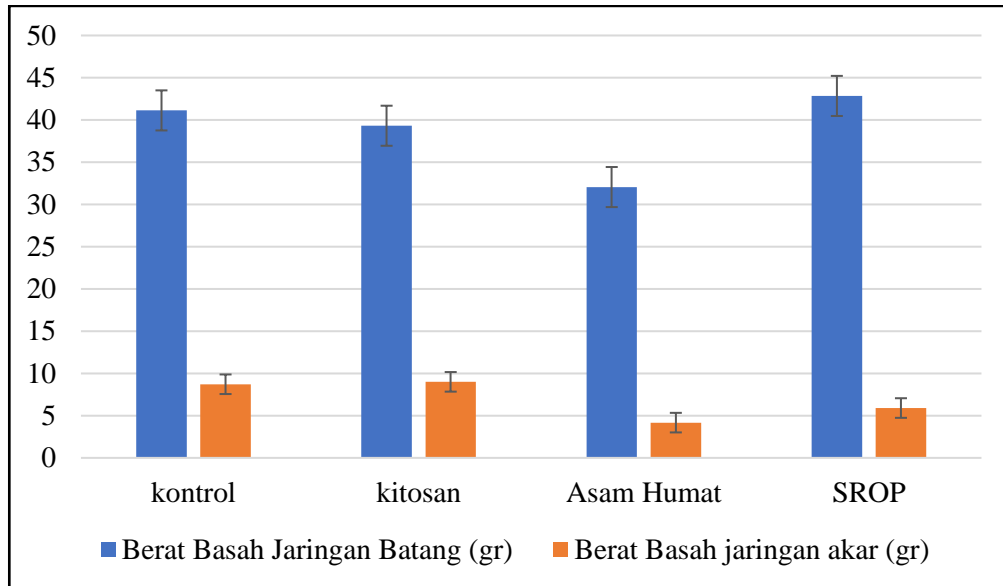
Pertumbuhan daun melalui proses pembelahan dan pemanjangan sel aktif di daerah meristem yang juga mempengaruhi tinggi dan diameter batang dengan memanfaatkan unsur hara N dan P yang diserap oleh tanaman (Serdani dan Widiatmanta, 2019). Berdasarkan data pada Gambar 4.3. didapatkan data yang beragam dari jumlah daun tanaman uji antar pembenah tanah. Pada minggu ke-2 hingga minggu ke-12 jumlah daun yang dihasilkan dari pertumbuhan tanaman mengalami peningkatan baik pada media Kontrol, Kitosan, SROP maupun Asam Humat. Namun, pada minggu ke-14 hingga masa panen daun banyak yang mati. Hal ini terjadi karena ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi seperti serangan hama, patogen atau bahkan defisiensi unsur hara dalam tanah (Sari, 2015). Sehingga daun yang dihasilkan menjadi berkurang karena layu/mati. Terjadinya proses translokasi logam berat dari akar ke daun juga menyebabkan daun mati dan tumbuh daun baru, hal ini karena logam berat dapat merusak jaringan daun. Akar tanaman tidak cepat rusak karena akar memiliki kemampuan tumbuh di tanah masam sehingga secara keseluruhan tanaman tetap hidup dengan terjadinya pergantian daun (Nicholls dan Mal, 2003).



Gambar 4.3. Grafik Analisa Data Jumlah Daun Tanaman *M. leucadendra*

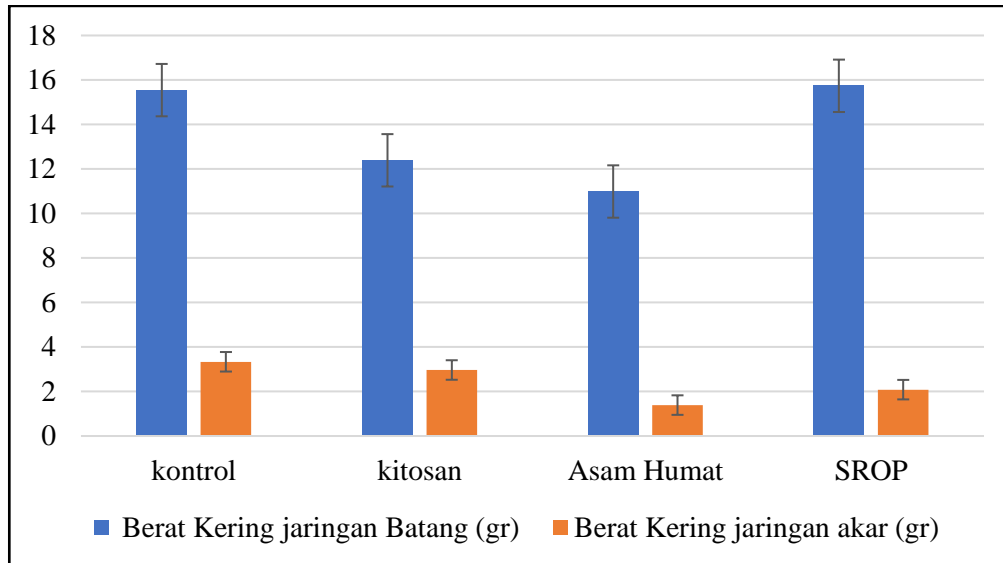
d. Biomassa Tanaman

Salah satu faktor yang mempengaruhi berat kering adalah tinggi tanaman (Edy dan Ibrahim, 2016). Hal ini menunjukkan ketersediaan fosfat dalam tanah akan mempermudah proses penyerapan unsur hara yang akan digunakan oleh tanaman untuk proses pertumbuhan. Berdasarkan data pada Gambar 4.4. didapatkan data bahwa berat basah jaringan batang tertinggi pada pembenah tanah SROP 42,84gram dan jaringan akar tertinggi pada pembenah tanah Kitosan sebesar 9 gram. Hal ini dapat disimpulkan bahwa lebih dominan pembenah tanah SROP dalam mempengaruhi pertumbuhan jaringan batang sedangkan pembenah tanah Kitosan paling baik dibandingkan pembenah tanah lain dalam pertumbuhan akar. Penyerapan unsur hara dan kadar air dapat mempengaruhi berat basah tanaman.



Gambar 4.4. Grafik Berat Basah Tanaman *M. leucadendra*

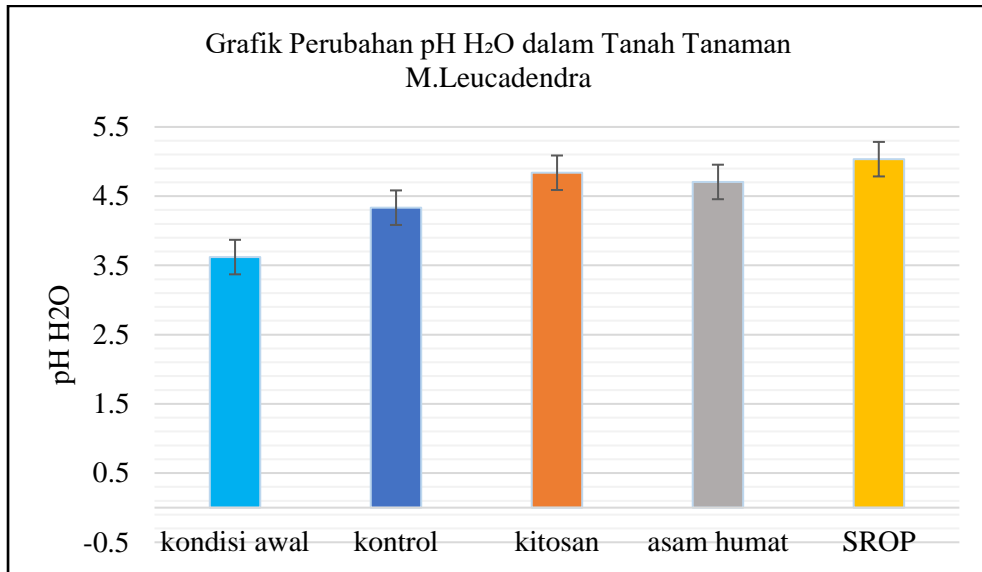
Berdasarkan Gambar 4.5. berat kering jaringan batang tertinggi pada pembenah tanah SROP sebesar 15,74gram. Untuk jaringan akar pada pembenah tanah kontrol sebesar 3,33 gram. Semakin tinggi berat kering yang dimiliki tanaman menandakan bahwa tanaman mendapatkan unsur hara dan air yang cukup dari tanah untuk digunakan dalam proses pertumbuhan tanaman (La Habi *dkk.*, 2018). Unsur hara yang cukup didapat dari salah satu parameter yang diuji yaitu Fosfat-tersedia (P_2O_5). Bahan organik yang tinggi pada tanaman *M. Leucadendra* dapat menjadikan tanaman lebih sukulen atau mengandung banyak kadar air sehingga ketika dilakukan pengurangan kadar air dengan oven, berat kering tanaman menjadi semakin rendah. Pengurangan kadar air dari proses pengovenan $70^{\circ}C$ selama 72 jam yang bertujuan untuk mengetahui kadar unsur hara yang di serap oleh tanaman serta logam yang terakumulasi ke dalam tanaman. Sehingga hal ini dapat menyebabkan perbedaan antara berat basah dengan berat kering tanaman.



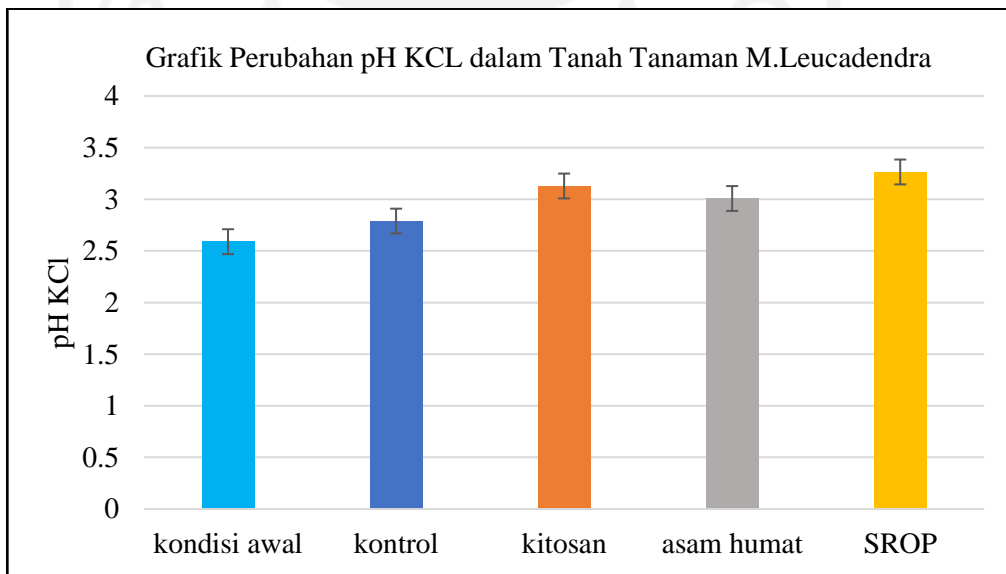
Gambar 4.5. Grafik Berat Kering Tanaman *M. leucadendra*

4.2. Pengaruh Inokulasi Jamur dengan Pembenh Tanah Terhadap pH Tanah Tanaman *M. Leucadendra*

Dalam penentuan pH tanah dilakukan dengan 2 metode. Tanah dengan air (H_2O) dan tanah dengan larutan KCl yang bertujuan untuk mengekstrak ion H^+ yang ada didalam tanah uji (Ayu, Fadillah dan Enriyani, 2018). Tanah dicampurkan dengan masing-masing larutan kemudian di shake 30 menit dengan tujuan agar proses ekstrasi H^+ optimal kemudian disaring dan di ukur menggunakan pH meter. Berdasarkan Gambar 4.6. dan 4.7. sebelum perlakuan pH tanah sebesar 3,62 untuk H_2O dan 2,589 untuk KCL baik kontrol, pembenh Kitosan, Asam Humat dan SROP semua mengalami peningkatan yang variatif setelah perlakuan. pH tertinggi terdapat pada pembenh tanah SROP sebesar 5,034 untuk pH H_2O atau meningkat sebesar 30% dari kondisi pH awal tanah dan 3,264 untuk pH KCl atau meningkat sebesar 18% dari kondisi pH awal tanah dibandingkan dengan pembenh tanah lainnya. Berdasarkan penelitian (Priswantoro *dkk.*, 2021) tanaman *M. Leucadendra* lebih cepat tumbuh dengan pH rendah karena jika pH tinggi atau netral pertumbuhan tanaman akan terhambat. Berikut grafik analisa perubahan data pH pada tanah.



Gambar 4.6. Grafik Analisa Data pH H₂O pada Tanah Tanaman *M. leucadendra*

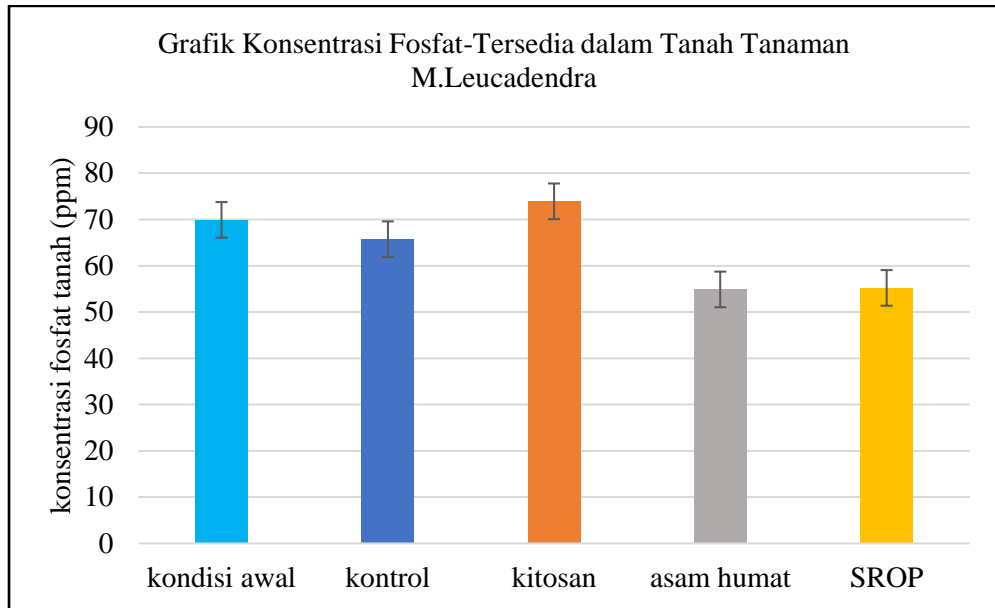


Gambar 4.7. Grafik Analisa Data pH KCL pada Tanah Tanaman *M. leucadendra*

4.3. Pengaruh Inokulasi Jamur dengan Pembenh Tanah Terhadap Kadar Fosfat Tanaman *M. Leucadendra*

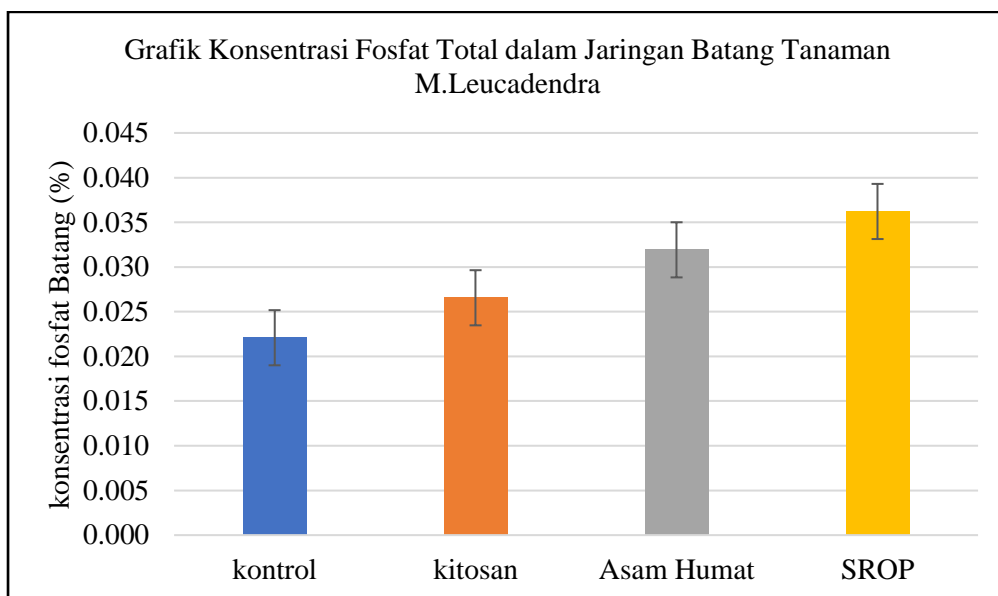
Jika tanah dalam kondisi masam maka akan bersenyawa dalam bentuk Al-P dan Fe-P serta sebagian besar bentuk P-terikat di dalam tanah. Hal ini menyebabkan fosfat menjadi tidak tersedia untuk digunakan tanaman dalam proses pertumbuhan (Ginting, Saraswati dan Husen, 2006). Fosfat tersedia dibutuhkan untuk perbaikan perakaran, fase pertumbuhan dan reproduksi termasuk memperbesar diameter buah yang dihasilkan tanaman. Sehingga diperlukan penambahan salah satunya dengan bahan pembenh tanah agar terdapat fosfat tersedia dalam tanah (Sharma *dkk.*, 2013). Semakin banyak fosfat yang tersedia untuk diserap tanaman maka kebutuhan tanaman terpenuhi dan dapat mempengaruhi peningkatan pH dalam tanah (Musfal, 2010). Berdasarkan data dari uji parameter pH tanah didapatkan pH < 5,5 sehingga metode yang digunakan dalam uji fosfat-terseada adalah metode Bray I (Umaternate, Abidjulu dan Wuntu, 2014). Fosfat tersedia merupakan unsur fosfor yang tersedia dalam tanah dan dimanfaatkan untuk proses metabolisme tanaman. Fosfat tersedia (P_2O_5) dalam tanah dapat di ekstraksi oleh asam sitrat dan air (Manurung, 2015).

Berdasarkan Gambar 4.8. kondisi awal tanah memiliki kadar fosfat-terseada sebesar 69,9 ppm kemudian dengan ditambah jamur *indigenus* (kontrol) kadar fosfat-terseada menurun menjadi 65,7 ppm, pada SROP sebesar 55,21 ppm dan Asam Humat sebesar 54,88 ppm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kontrol, SROP dan Asam Humat tidak dapat meningkatkan kadar fosfat dalam tanah namun jika ditambah pembenh tanah Kitosan kadar fosfat-terseada meningkat menjadi 73,9 ppm atau sekitar 5,7% peningkatan kadar fosfat setelah perlakuan.



Gambar 4.8. Grafik Konsentrasi Fosfat-Tersedia dalam Tanah Tanaman *M. leucadendra*

Untuk fosfat total (%) dalam tanaman secara umum berkisar 0,1-0,4% (Zewide dan Reta, 2021). Berdasarkan Gambar 4.9. didapatkan bahwa pada kontrol 0,022 %; Kitosan 0,027%; asam humat 0,032% dan SROP 0,036%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fosfat total yang diakumulasikan oleh tanaman dari tanah belum efektif. Hal ini dapat terjadi karena salah satu faktornya seperti kelarutan unsur hara pada tanaman *M.Leucadendra* berada dalam keadaan optimum ketika pH tanah agak masam hingga netral (5,6-7,5) (Sudaryono, 2016). Sedangkan dari data penelitian ini untuk pH H₂O (4,33-4,69) dan pH KCl (2,788-3,264). Pengikatan unsur fosfat dapat terhambat dan menyebabkan kadar fosfat total dalam tanaman rendah. Selain itu proses akumulasi fosfat dari akar ke batang tanaman disertai dengan peran fungi dimana fungi membutuhkan waktu dalam proses penetrasi hingga kolonisasi sehingga dapat mempengaruhi proses pengikatan unsur fosfat (Serdani dan Widiatmanta, 2019).



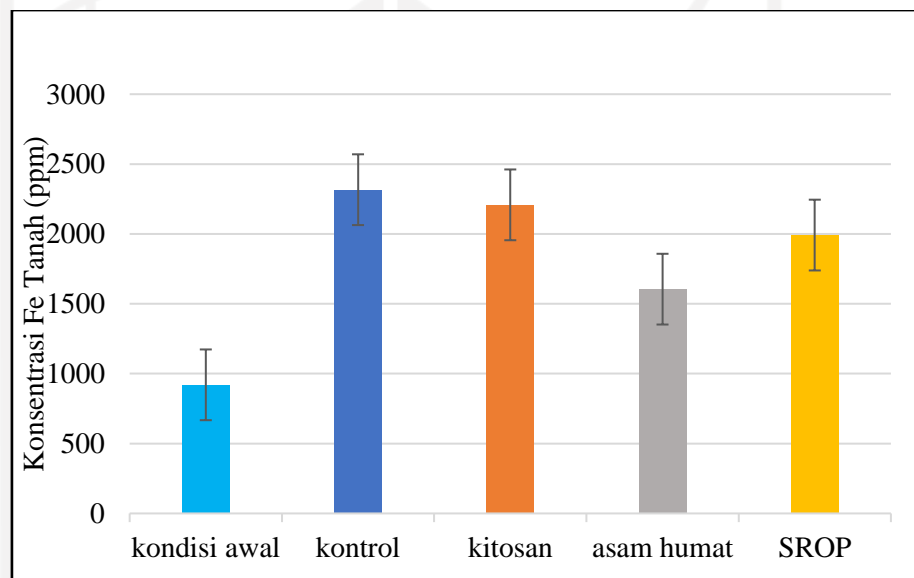
Gambar 4.9. Grafik Konsentrasi Fosfat total (%) dalam Jaringan Batang Tanaman *M. leucadendra*

4.4. Pengaruh Inokulasi Jamur dengan Pembenh Tanah dalam Penyerapan Logam Berat pada Tanaman *M. Leucadendra*

Kemampuan tanah dalam mereduksi logam berat dapat dipengaruhi beberapa faktor salah satunya daya adsorpsi tanah dalam mengubah humus menjadi bentuk kompleks dan senyawa tidak larut dalam tanah dalam kondisi reduksi sehingga daya adsorpsi tanah menjadi lebih besar dan mudah dalam proses adsorpsi logam berat dalam tanah (Iimura *dkk.*, 1981). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses akumulasi logam dari tanah ke tanaman seperti tekstur tanah, kandungan organik dalam tanah serta jenis tanaman yang digunakan dalam proses akumulasi (Kabata Pendias dan Pendias, 2000). Selain itu, pH tanah serta ketersediaan unsur Zn dan unsur lain yang masuk ke dalam tanah juga termasuk salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan tanaman dalam mengakumulasi logam berat (Juarsah *dkk.*, 2004).

4.4.1. Reduksi Logam Fe

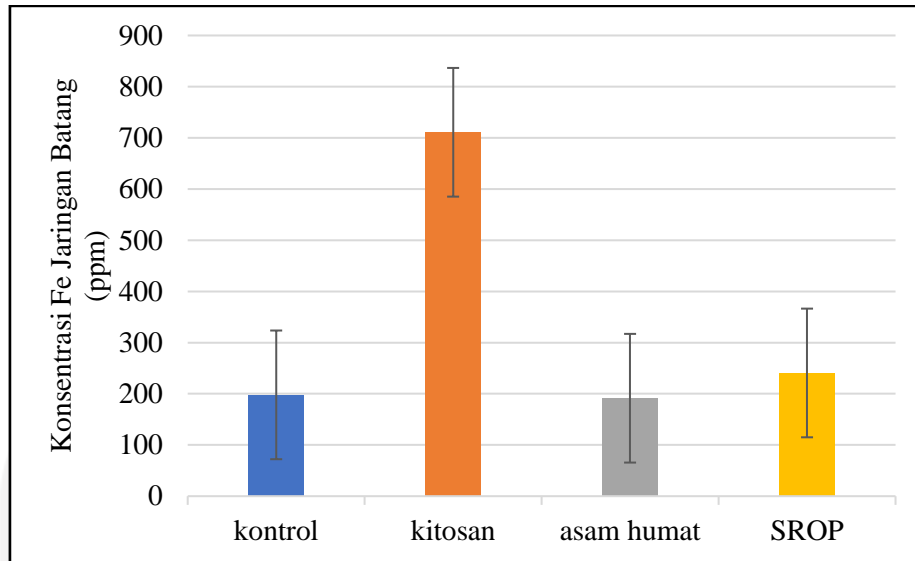
Secara umum kadar Fe dalam tanah 100 ppm (Schulze *dkk.*, 2019). Berdasarkan Gambar 4.10. disajikan data yang menunjukkan kenaikan kadar Fe tanah awal sebesar 920 ppm menjadi 2317 ppm untuk tanah kontrol, 2208 ppm untuk tanah kitosan, 1992 ppm untuk tanah SROP dan paling sedikit kenaikan dibandingkan dengan pembenah lain adalah kadar Fe pada pembenah tanah Asam Humat menjadi 1605 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa semua pembenah tanah meningkatkan konsentrasi Fe dengan asam humat yang mengalami kenaikan paling sedikit dari Fe tanah awal dibandingkan dengan pembenah tanah lain.



Gambar 4.10. Grafik Konsentrasi Fe dalam Tanah Tanaman *M.*

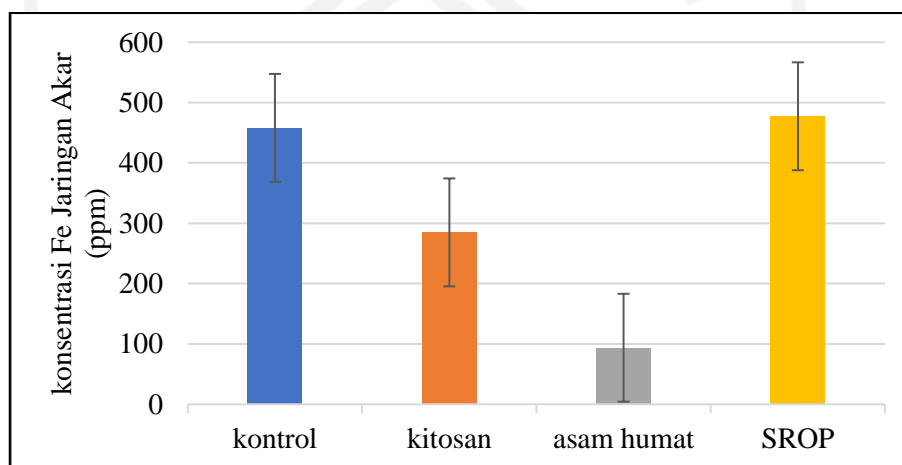
leucadendra

Untuk konsentrasi Fe dalam jaringan batang berdasarkan analisa data dari Gambar 4.11 didapatkan konsentrasi Fe tertinggi pada pembenah tanah Kitosan sebesar 711 ppm, sedangkan pada SROP sebesar 241 ppm, Kontrol sebesar 198 ppm dan pada Asam Humat sebesar 191 ppm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa Kitosan paling besar dalam mengakumulasi unsur logam Fe pada jaringan batang tanaman uji.



Gambar 4.11. Grafik Konsentrasi Fe dalam Jaringan Batang Tanaman *M. leucadendra*

Jika di jaringan batang pada pembenah tanah Kitosan paling besar dalam menyerap logam Fe, dibandingkan dengan jaringan akar pada gambar 4.12 didapatkan analisa data bahwa SROP paling besar dalam menyerap logam Fe sebesar 477 ppm, sedangkan pada kontrol sebesar 458 ppm, untuk Kitosan sebesar 285 dan untuk Asam Humat sebesar 94 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jaringan akar tanaman dengan pembenah tanah SROP paling besar dalam menyerap logam Fe dibandingkan dengan pembenah lainnya.

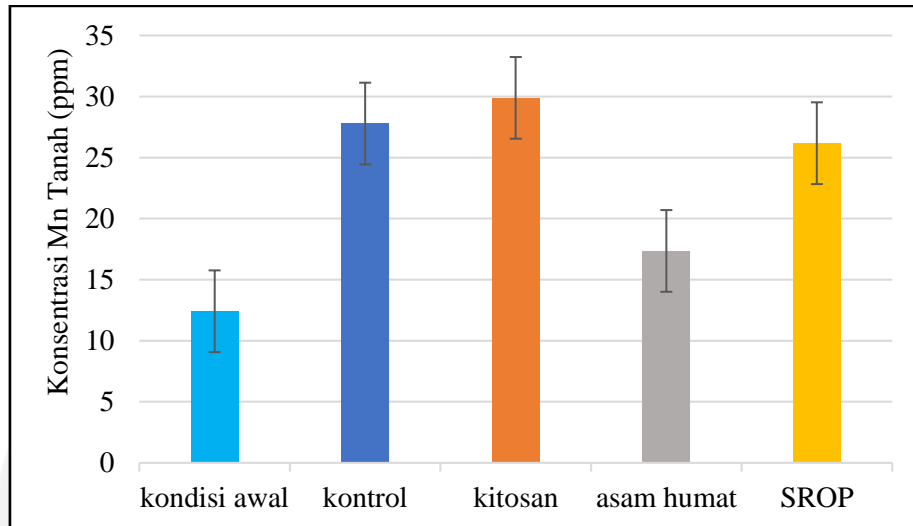


Gambar 4.12. Grafik Konsentrasi Fe dalam Jaringan Akar Tanaman *M. leucadendra*

Kadar Fe tanaman dari jaringan batang dan jaringan akar sebesar 996 ppm untuk Kitosan, 718 ppm untuk SROP, 656 ppm untuk Kontrol dan 285 ppm untuk Asam Humat. Kadar Fe pada tanaman secara umum sebesar 112 ppm (Schulze *dkk.*, 2019). Untuk mengetahui kemampuan Tanaman *M. leucadendra* dalam mengakumulasi logam Fe dari tanah maka dilakukan analisa dengan menghitung nilai BCF. Berdasarkan analisa data nilai BCF pada Kontrol (0,28), Kitosan (0,45), Asam Humat (0,18) dan SROP (0,36). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semua pembenah tanah memiliki nilai BCF 0,1-1 dan tanaman *M. leucadendra* baik Kontrol, Kitosan, Asam Humat dan SROP dapat mengakumulasi logam berat Fe dengan kategori rendah.

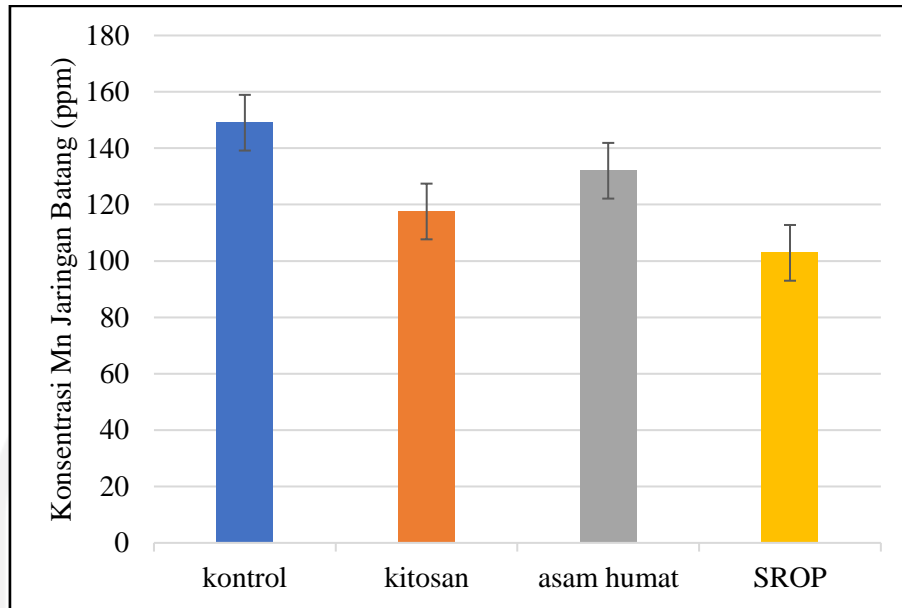
4.4.2. Reduksi Logam Mn

Berdasarkan Gambar 4.13. disajikan data yang menunjukkan kenaikan kadar Mn tanah awal sebesar 12 ppm menjadi 17 ppm untuk Asam Humat, 26 ppm untuk tanah SROP, 28 ppm untuk tanah kontrol dan paling besar kenaikan kadar Mn terjadi pada pembenah tanah Kitosan menjadi 30 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa semua pembenah tanah meningkatkan konsentrasi Mn dari kondisi tanah awal. Tanah dapat mengalami defisiensi Mn jika konsentrasi < 20 ppm dan akan keracunan jika >3000 ppm. Sehingga untuk pembenah tanah Asam Humat mengalami defisiensi Mn dan untuk kontrol, SROP dan Kitosan kebutuhan unsur mikro berupa logam Mn terpenuhi untuk proses pertumbuhan tanaman seperti fotosintesis, respirasi serta metabolisme nitrogen (Suhariyono dan Menry, 2005).



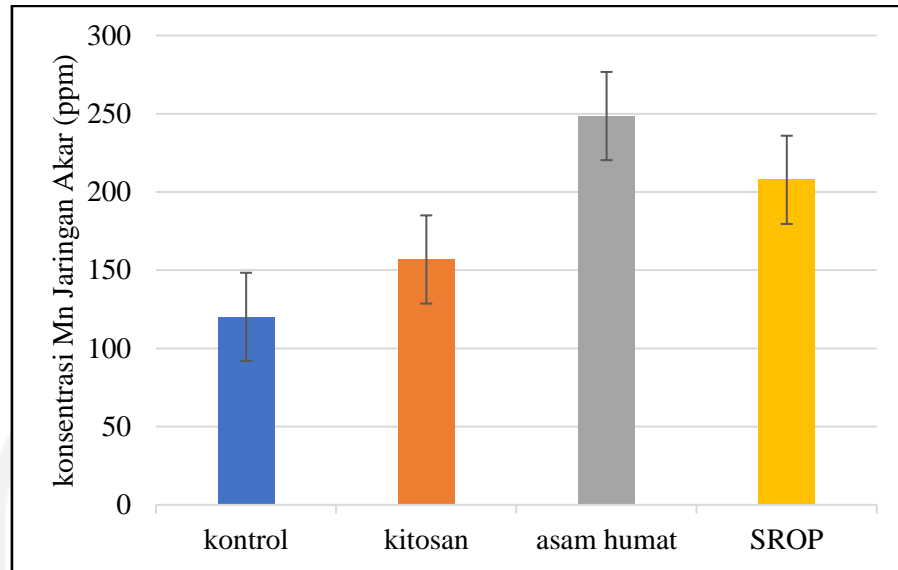
Gambar 4.13. Grafik Konsentrasi Mn dalam Tanah Tanaman *M. leucadendra*

Mangan (Mn) termasuk unsur mikro yang diperlukan oleh tanaman untuk membantu kerja enzim walaupun kebutuhannya relatif sedikit $\leq 0,01\%$ atau 100 ppm (Seran, 2017). Secara umum kadar Mn tanaman berkisar 55-495 ppm dan sebagian besar dari sampel tanaman masuk dalam rentang kadar mn tersebut (Reichman *dkk.*, 2004). Setelah perlakuan, logam Mn di jaringan batang tanaman dalam Gambar 4.14 didapatkan data bahwa konsentrasi Mn di jaringan batang tanaman terbesar pada Kontrol 149 ppm, sedangkan pada Asam Humat sebesar 132 ppm, Kitosan sebesar 118 ppm dan pada SROP sebesar 103 ppm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kontrol yang terdiri dari jamur *indigenous* dengan tanpa pembenah tanah dapat menyerap logam Mn ke jaringan batang tanaman lebih banyak dibandingkan dengan pembenah tanah lainnya.



Gambar 4.14. Grafik Konsentrasi Mn dalam Jaringan Batang Tanaman *M. leucadendra*

Jika Kontrol paling banyak dalam menyerap logam Mn ke jaringan batang, dibandingkan dengan gambar 4.15 didapatkan analisa data bahwa Asam Humat paling banyak dalam menyerap logam Mn ke jaringan akar sebesar 249 ppm, sedangkan pada SROP sebesar 208 ppm, untuk Kitosan sebesar 157 ppm dan untuk kontrol sebesar 120 ppm. Maka untuk kontrol paling besar menyerap logam Mn ke jaringan batang namun paling sedikit ke jaringan akar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan tanaman paling banyak menyerap logam Mn ke jaringan akar jika ditambahkan dengan pembenah tanah Asam Humat di ikuti dengan SROP kemudian Kitosan dan kontrol.

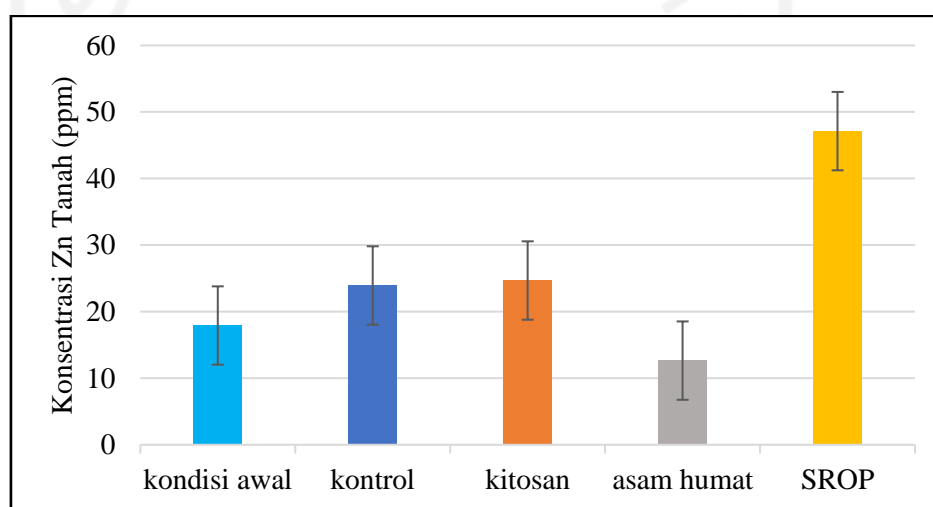


Gambar 4.15. Grafik Konsentrasi Mn dalam Jaringan Akar Tanaman *M. leucadendra*

Kadar Mn tanaman dari jaringan batang dan jaringan akar sebesar 381 ppm pada asam humat, 311 ppm pada SROP, 274 ppm pada kitosan dan 269 pada kontrol. Kadar Mn pada tanaman secara umum sebesar 55 ppm (Schulze *dkk.*, 2019) hingga 495 ppm (Reichman *dkk.*, 2004). Untuk mengetahui kemampuan Tanaman *M. leucadendra* dalam meremediasi tanah tercemar logam Mangan (Mn) maka dilakukan analisa dengan menghitung nilai BCF. Berdasarkan analisa data nilai BCF pada Kontrol (9,69), Kitosan (9,18), Asam Humat (21,93) dan SROP (11,87). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembenah tanah Kontrol dan Kitosan memiliki nilai BCF 1-10 dan pembenah tanah Asam Humat dan SROP memiliki nilai BCF >10 dimana kemampuan tanaman *M. leucadendra* dalam mengakumulasi logam berat Mn termasuk tinggi.

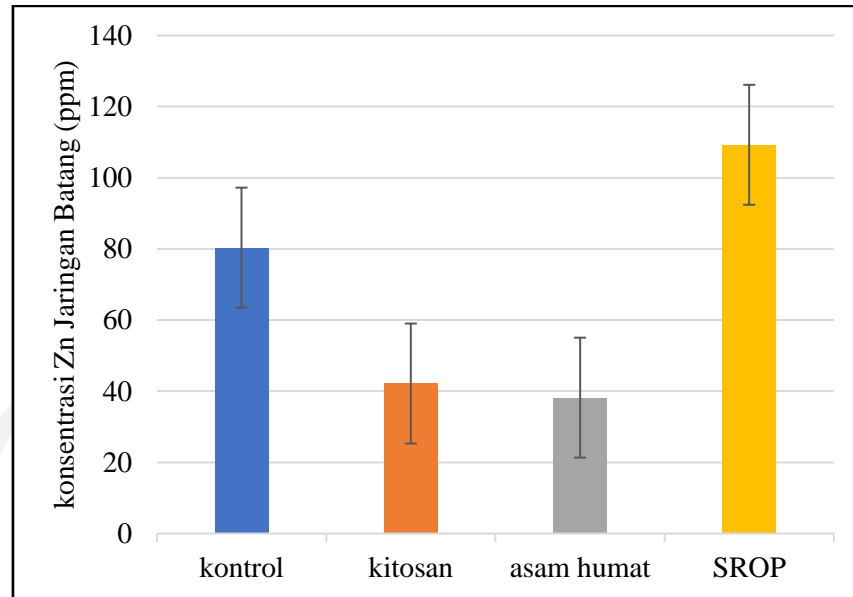
4.4.3. Reduksi Logam Zn

Berdasarkan Gambar 4.16. disajikan data yang menunjukkan kenaikan kadar Zn dari tanah awal sebesar 18 ppm menjadi 47 ppm untuk tanah SROP, 25 ppm untuk tanah Kitosan, 24 ppm untuk tanah kontrol dan pembenah tanah Asam Humat mengalami penurunan kadar Fe menjadi 13 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa pembenah tanah Kontrol, Kitosan dan SROP dapat meningkatkan konsentrasi Zn dalam tanah dan asam humat merupakan pembenah tanah yang baik dalam menurunkan konsentrasi Zn sebesar 29% dari kondisi Zn pada tanah awal.



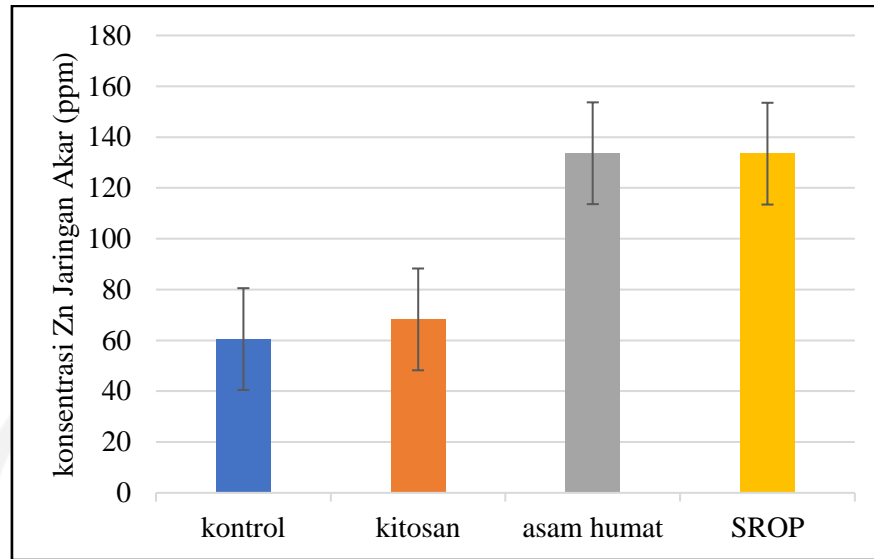
Gambar 4.16. Grafik Konsentrasi Zn dalam Tanah Tanaman *M. leucadendra*

Berdasarkan Gambar 4.17. didapatkan analisa data mengenai konsentrasi Zn di jaringan batang tanaman terbesar pada SROP 109 ppm, sedangkan pada Kontrol sebesar 80 ppm, Kitosan sebesar 42 ppm dan pada Asam Humat sebesar 38 ppm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa SROP dapat menyerap logam Zn lebih banyak ke jaringan batang tanaman dibandingkan dengan pembenah lain.



Gambar 4.17. Grafik Konsentrasi Zn dalam Jaringan Batang Tanaman *M. leucadendra*

Jika SROP paling banyak dalam menyerap logam Zn ke jaringan batang, dibandingkan dengan gambar 4.18 didapatkan analisa data bahwa Asam Humat paling banyak dalam menyerap logam Zn ke jaringan akar sebesar 134 ppm, sedangkan pada SROP sebesar 133 ppm, untuk Kitosan sebesar 68 ppm dan untuk kontrol sebesar 61 ppm. kemampuan Asam Humat dalam menyerap Zn sebesar 134 ppm selisih 1 ppm dengan SROP 133 ppm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan tanaman paling banyak menyerap logam Zn ke jaringan akar jika ditambahkan dengan pembenah tanah Asam Humat di ikuti dengan SROP kemudian Kitosan dan kontrol.



Gambar 4.18. Grafik Konsentrasi Zn dalam Jaringan Akar Tanaman *M. leucadendra*

Kadar Zn tanaman dari jaringan batang dan jaringan akar sebesar 243 ppm pada SROP, 172 ppm pada asam humat, 141 ppm pada kontrol dan 110 ppm pada kitosan. Secara umum kadar Zn pada tanaman sebesar 19,66 ppm (Schulze *dkk.*, 2019) hingga 110 ppm (Reichman *dkk.*, 2001). Berdasarkan analisa data nilai BCF dengan perbandingan Zn dalam tanah dengan Zn dalam tanama maka pada Kontrol (5,89), Kitosan (4,47), Asam Humat (13,59) dan SROP (5,15). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembenah tanah Kontrol, Kitosan dan SROP memiliki nilai BCF 1-10 dan pembenah tanah Asam Humat memiliki nilai BCF >10 dimana kemampuan tanaman *M. leucadendra* dalam mengakumulasikan logam berat Zn termasuk tinggi bahkan sangat tinggi untuk Asam Humat.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan data penelitian yang telah diperoleh potensi jamur *indigenus* dengan bahan pembenah tanah dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semua bahan pembenah tanah dengan inokulasi jamur *indigenus* terbukti berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman *M. leucandendra* baik tinggi, diameter batang maupun jumlah daun. **Kontrol** yang terdiri dari jamur *indigenus* tanpa pembenah tanah paling besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan pembenah tanah lain.
2. Peran jamur *indigenus* dengan penambahan pembenah tanah dapat meningkatkan pH tanah dengan kondisi awal pH H₂O 3,62 menjadi 4,3-5,03 atau sekitar 30% meningkat dari kondisi pH awal dan untuk pH KCl 2,59 menjadi 2,8-3,15 atau meningkat sebesar 18% dari kondisi pH awal dengan pembenah tanah **SROP** yang paling besar dalam meningkatkan pH tanah.
3. Fosfat-tersedia dalam tanah 69,92 ppm meningkat pada pembenah tanah **Kitosan** 73,93 ppm. Namun menurun pada pembenah tanah kontrol, SROP dan Asam Humat secara berturut-turut sebesar, 65,74 ppm, 55,21 ppm dan 54,88 ppm. Jaringan batang mampu menyerap fosfat total sebesar 0,022-0,036% dari fosfat tersedia dalam tanah dengan **SROP** yang paling dominan.
4. Kemampuan tanaman yang paling optimal dalam mengakumulasi logam berat dari tanah yaitu pembenah tanah **Asam Humat** untuk logam Berat Mn dan Zn. Dalam mendegradasi logam berat Zn dalam tanah, pembenah tanah **Asam Humat** dapat menurunkan kadar Zn sebesar 29% dari kondisi tanah awal.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dalam jangka lebih panjang dari penelitian ini (> 4 bulan) dengan umur semai tanaman *M. Leucadendra* > 2 bulan agar dapat diketahui secara optimal potensi jamur *indigenous* dengan bahan pembenah tanah Kitosan, Asam Humat dan SROP terhadap pertumbuhan tanaman *M. leucadendra*, mendegradasi logam berat Besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn) pada tanah dan perbaikan pH serta Fosfat pada lahan gambut terbakar.



DAFTAR PUSTAKA

- A.G, V., Mathew, B. B., Krishnamurthy, N. B. dan Krishnamurthy, T. P. (2015) "Bioaccumulation of heavy metals by fungi," *International Journal Of Environmental Chemistry & Chromatography*, 1(1), hal. 15–21.
- Agus, C., Hendryan, A., Harianja, V., Faridah, E., Atmanto, W. D., Cahyanti, P. A. B., Wulandari, D., Pertiwinigrum, A., Suhartanto, B., Bantara, I., Hutahaean, B. P., Suparto, B. dan Lestarii, T. (2019) "Role of organic soil amendment of paramagnetic humus and compost for rehabilitation of post tin-mined tropical land," *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 8(5), hal. 556–561. doi: 10.12720/sgce.8.5.556-561.
- Agus, C., Kusuma, M. G. C. A., Faridah, E., Dina, A., Wulandari, D., Bantara, I., Hutahaean, B. P. dan Lestari, T. (2020) "Paramagnetic Humus and Callophyllum inophyllum for Rehabilitation of Tropical Anthropogenic Deserted Tin-mined Soil," 29(7), hal. 2931–2941.
- Ahmad, M., Ahmed, S. dan Ikram, S. (2015) "Adsorption of heavy metal ions: Role of chitosan and cellulose for water treatment," *International Journal of Pharmacognosy*, 2(6), hal. 280–289. doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.2(6).280-89.
- Ardillah, S., Leksono, A. S. dan Hakim, L. (2014) "Diversitas Arthropoda di area Restorasi Ranu Pani Kabupaten Lumajang," *Jurnal Biotropika*, 2(4), hal. 208–213.
- Arieska, I. D. dan Puspongoro, N. H. (2017) "Pendugaan Standar Error dan Confidence Interval Koefisien Gini Dengan Metode Bootstrap : Terapan Pada data Susenas Provinsi Papua Barat tahun 2013," *Jurnal Aplikasi Statistika & Komputasi Statistik*, hal. 57–66.
- Arifudin, Syahza, A., Kozan, O., Mizuno, Kei, Mizuno, Kosuke, Isnaini, Z. L., Iskandar, W., Hadi3, S., Asnawi, Natasya, A. A. dan Hasrullah (2019) "Dinamika Penggunaan , Kebakaran , dan Upaya," 1, hal. 40–45. doi: <https://doi.org/10.31258/unricsagr.1a6> Dinamika.
- Ayu, F. N., Fadillah, G. dan Enriyani, R. (2018) "Pengujian Kualitas Tanah sebagai

Indikator Cemaran,” *Gindonesian Journal of Chemical Analysis*, 01(01), hal. 29–34. Tersedia pada: <https://ijca.uui.ac.id/media/282088-pengujian-kualitas-tanah-sebagai-indikat-51505cfa.pdf>.

Baldrian, P. (2003) “Interactions of heavy metals with white-rot fungi,” *Enzyme and Microbial Technology*, 32(1), hal. 78–91. doi: 10.1016/S0141-0229(02)00245-4.

Buckman, H. O. dan Brady, N. C. (1982) *Ilmu Tanah, PT Bhatara Karya Aksara*. Jakarta.

Cahyono, E. (2018) “Karakteristik Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Windu (*Panaeus monodon*),” *Akuatika Indonesia*, 3(2), hal. 96. doi: 10.24198/jaki.v3i2.23395.

Darlina, I. dan Wilujeng, S. (2020) “Isolasi dan Karakterisasi Jamur Indigenous dan Potensinya untuk Biodelignifikasi,” *Agrotek Indonesia*, 2(5), hal. 275. doi: 10.35393/1730-006-002-014.

Dibia, I. (2015) “Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Tanaman Kayu Putih (*Malaleuca Leucadendra*) Pada Kawasan Hutan Produksi Bali Barat (Kecamatan Grokgak) Kabupaten Buleleng Bali,” *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 5(2), hal. 196–207.

Dwi Hartatik, Y., Nuriyah, L. dan Iswarin (2014) “Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable Bioplastik,” hal. 3–6.

Dwi, S. dan Yusnawan, E. (2017) “Peningkatan Kandungan Metabolit Sekunder Tanaman Aneka Kacang sebagai Respon Cekaman Biotik,” *Iptek Tanaman Pangan*, 11(2), hal. 167–174.

Edy dan Ibrahim, B. (2016) “The Effort to Increase Waxy Corn Production as the Main Ingredient of Corn Rice through the Application of Phosphate Solvent Extraction and Phosphate Fertilizer,” *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. Elsevier Srl, 9, hal. 532–537. doi: 10.1016/j.aaspro.2016.02.173.

Gaffney, J. S., Marley, N. A. dan Clark, S. B. (1996) “Humic/Fulvic Acids And Organic Colloidal Materials In The Environment,” *American Chemical Society*

Symposium, hal. 1–28.

Ginting, R. C. B., Saraswati, R. dan Husen, E. (2006) *Mikroorganisme Pelarut Fosfat*.

La Habi, M., Nendissa, J. I., Marasabessy, D. dan Kalay, A. M. (2018) “Ketersediaan Fosfat, Serapan Fosfat, Dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Kompos Granul Ela Sagu Dengan Pupuk Fosfat Pada Inceptisols,” *Agrologia*, 7(1). doi: 10.30598/a.v7i1.356.

Hanifah, T. A. (2019) “Ketersediaan Unsur Besi, Molibdenum, Aluminium dan C/N Total Pada Lahan Gambut Bekas Terbakar Berulang di Kabupaten Bengkalis,” *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 6(1), hal. 8. doi: 10.31258/dli.6.1.p.8-13.

Harjanto, S. dan Raharjo, R. (2017) “Peran Laminar Air Flow Cabinet Dalam Uji Mikroorganisme Untuk Menunjang Keselamatan Kerja Mahasiswa Di Laboratorium Mikrobiologi,” *Metana*, 13(2), hal. 55. doi: 10.14710/metana.v13i2.18016.

Hernahadini, N. (2021) “Identifikasi Morfologi Isolat Fungi Indigen Lahan Tercemar Logam Berat Untuk Bioremediasi Nikel, Cobalt Dan Krom Vi,” *Journal of Science, Technology and Entrepreneur (2021) 1(1)* 92–96, 1, hal. 92–96.

Holilullah, Afandi dan Novpriansyah, H. (2015) “Karakteristik sifat fisik tanah pada lahan produksi rendah,” *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(2), hal. 278–282.

Imura, O., Kijima, T., Kikuchi, K., Miyama, A., Ando, T., Nakao, T. dan Takigami, Y. (1981) “Studies on the hypotensive effect of high potassium intake in patients with essential hypertension,” *Clinical Science*, 61(Suppl.7), hal. 77–80. doi: 10.1042/cs061077s.

Iriana, D. D., Sedjati, S. dan Yulianto, B. (2018) “Kemampuan Adsorpsi Kitosan Dari Cangkang Udang Terhadap Logam Timbal,” *Marine Research*, 7(4), hal. 303–309.

Isa, M. T., Ameh, A. O., Tijjani, M. dan Adama, K. K. (2012) “Extraction and characterization of chitin and chitosan from Nigerian shrimps,” *Int. J. Biol. Chem. Scientist*, 6(1), hal. 446–453. doi: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i1.40>.

Isdadiyanto, S., Biologi, D. dan Diponegoro, U. (2016) “Endotelium Arteria Coronaria Tikus Putih Sprague Dawley Hiperlipidemia setelah diberi Chitosan Cangkang Udang Laut (*Penaeus monodon* F.),” *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 24(1), hal. 128–135. doi: 10.14710/baf.v24i1.11705.

Istiqomah, F. N., Budi, S. W. dan Wulandari, A. S. (2017) “Peran Fungi Mikoriza Arbuskula (Fma) Dan Asam Humat Terhadap Pertumbuhan Balsa (*Ochroma Bicolor* Rowlee.) Pada Tanah Terkontaminasi Timbal (Pb),” *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(1), hal. 72–78. doi: 10.29244/jpsl.7.1.72-78.

Jami’a, H. (2014) “Enumerasi Dan Identifikasi Jamur Pada Tanah Gambut Di Lahan Percobaan Pertanian Uin Suska Riau.” Tersedia pada: <http://repository.uin-suska.ac.id/5242/>.

Juarsah, I., S, I. A., Budyanto, A. dan Elsanti (2004) “Gangguan logam berat terhadap baku mutu tanah dan optimalisasi produksi kualitas hasil pertanian,” (12), hal. 30–37.

Kabata Pendias, A. dan Pendias, H. (2000) *Trace Elements in Soils and Plants*, *British Medical Journal*. doi: 10.1136/bmj.2.4640.1355-a.

Lorestani, B., Cheraghi, M. dan Yousefi, N. (2011) “Phytoremediation potential of native plants growing on a heavy metals contaminated soil of copper mine in Iran,” *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 77(5), hal. 377–382. doi: 10.5281/zenodo.1056941.

Ma’mun, S., Theresa, M. dan Alifmona, S. (2016) “Penggunaan Membran Kitosan Untuk Menurunkan Kadar Logam Krom Pada Limbah Industri Penyamakan Kulit,” *Teknoin*, 22(5), hal. 367–371. doi: 10.20885/teknoin.vol22.iss5.art6.

Malau, R. S. dan Hadi Utomo, W. (2017) “Kajian Sifat Fisik Tanah Pada Berbagai Umur Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca Cajuputi*) Di Lahan Bekas Tambang Batubara Pt Bukit Asam (Persero),” *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4(2), hal. 525–531. Tersedia pada: <http://jtsl.ub.ac.id>.

Masganti, M., Anwar, K. dan Susanti, M. A. (2017) “Potensi dan Pemanfaatan

Lahan Gambut Dangkal untuk Pertanian (Potential and Utilization of Shallow Peatland for Agriculture),” *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(1), hal. 43–52.

Masganti, Wahyunto, Dariah, A., Nurhayati dan Yusuf, R. (2014) “Karakteristik Dan Potensi Pemanfaatan Lahan Gambut Terdegradasi Di Provinsi Riau,” *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(1), hal. 59–66. doi: 10.2018/jsdl.v8i1.6444.

Mindari, W., Sasongko, P. E., Kusuma, Z., Syekhfani dan Aini, N. (2018) “Efficiency of various sources and doses of humic acid on physical and chemical properties of saline soil and growth and yield of rice,” *AIP Conference Proceedings*, 2019(2018). doi: 10.1063/1.5061854.

Mohadi, R., Hidayati, N., Sri Juari Santosa, S. dan Narsito, N. (2008) “Karakterisasi Asam Humat dari Gambut Indralaya, Ogan Ilir Sumatera Selatan,” *Jurnal Penelitian Sains*.

Mohd, S. N., Muhamad Majid, N., Mohamed Shazili, N. A. dan Abdu, A. (2013) “Growth performance, biomass and phytoextraction efficiency of acacia mangium and Melaleuca cajuputi in remediating heavy metal contaminated soil,” *American Journal of Environmental Sciences*, 9(4), hal. 310–316. doi: 10.3844/ajessp.2013.310.316.

Muhaemin, M. (2005) “Chelating Ability of Crab Shell Particles and Extracted Acetamido Groups (Chitin and Chitosan),” *Coastal Development*, 9(1), hal. 1–7.

Musfal (2010) “Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung,” *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 29(4), hal. 154–158. doi: 10.21082/jp3.v29n4.2010.p154-158.

Nicholls, A. M. dan Mal, T. K. (2003) “Effects of lead and copper exposure on growth of an invasive weed, *Lythrum salicaria* L. (Purple Loosestrife),” *Ohio Journal of Science*, 103(5), hal. 129–133.

Noor, M., Masganti dan Agus, F. (2016) “Pembentukan dan Karakteristik Gambut Tropika Indonesia,” *Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa*, hal. 7–32.

Novandi, Hayati, R. dan Zahara, T. A. (2014) “Remediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus tricolor* L.),”

Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 2(1), hal. 1–10. doi: 10.26418/jtlb.v2i1.5565.

Nurhayati, Razali dan Zuraida (2014) “Peranan Berbagai Jenis Bahan Pembenh Tanah Terhadap Status Hara P Dan Perkembangan Akar Kedelai Pada Tanah Gambut Asal Ajamu Sumatera Utara,” *Peranan Berbagai Jenis Bahan Pembenh Tanah Terhadap Status Hara P Dan Perkembangan Akar Kedelai Pada Tanah Gambut Asal Ajamu Sumatera Utara*, 9(1), hal. 29–38. doi: 10.24815/floratek.v9i1.1374.

Nurulita, Y., Yuharmen, Y., Nenci, N., Mellani, A. O. dan Nugroho, T. T. (2020) “Metabolit Sekunder Sekresi Jamur *Penicillium* spp. Isolat Tanah Gambut Riau sebagai Antijamur *Candida albicans*,” *Chimica et Natura Acta*, 8(3), hal. 133. doi: 10.24198/cna.v8.n3.32452.

Page, S., Hoscilo, A., Wösten, H., Jauhiainen, J., Silviu, M., Rieley, J., Ritzema, H., Tansey, K., Graham, L., Vasander, H. dan Limin, S. (2009) “Restoration ecology of lowland tropical peatlands in Southeast Asia: Current knowledge and future research directions,” *Ecosystems*, 12(6), hal. 888–905. doi: 10.1007/s10021-008-9216-2.

Pati, M. D. I. A., Anwar, S., Widyastuti, R. dan Dadang (2016) “Studi Populasi Mikrob Fungsional pada Tanah Gambut yang Diaplikasikan Dua Jenis Pestisida Study of Funtional Microbes Population in Peat Soil Treated with Two Pesticides,” *Jurnal Sumberdaya HAYATI*, 2(1), hal. 7–12.

Pertanian, B. P. dan P. (2016) *Pembentukan, Karakteristik, dan Potensi Mendukung Ketahanan Pangan, Lahan Gambut Indonesia*. Diedit oleh F. Agus, Markus Anda, A. Jamil, dan Masganti. IAARD Press.

Pertanian, B. P. dan P. P. D. (2005) “Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk,” in. doi: 10.30965/9783657766277_011.

Petrus, A. C., Ahmed, O. H., Nik, A. M. M., Nasir, H. M., Jiwan, M. dan Banta, M. G. (2009) “Chemical Characteristics of Compost and Humic Acid from Sago Waste (*Metroxylon sagu*) Hassan Mohammad Nasir , 1 Make Jiwan and 1 Michael Gregory Banta Department of Crop Science , Faculty of Agriculture and Food

Sciences , University Putra Malaysia Bintu,” *American Journal of Applied Sciences*, 6(11), hal. 1880–1884. doi: <https://dx.doi.org/10.3844/ajassp.2009.1880.1884>.

Priswanto, A. A., Sulaksana, N. N., Endyana, C. C. dan Tri Mursito, A. A. (2021) “Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Kayu Putih sebagai Strategi Modifikasi Konservasi dan Kepentingan Nilai Tambah Ekonomi di Desa Cikembang, Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung,” *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), hal. 068–077. doi: 10.29122/jtl.v22i1.4253.

Purwantisari, S.- dan Hastuti, R. B. (2012) “Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang,” *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 11(2), hal. 45. doi: 10.14710/bioma.11.2.45-53.

Putra, R. A. (2018) “Bioakumulasi Logam Berat Pb, Zn , Dan Cu Pada Tanaman Sansevieria Trifasciata Di Universitas Islam Indonesia,” hal. 7.

Raju, N. S., Venkataramana, G. V., Girish, S. T., Raghavendra, V. B. dan Shivashankar, P. (2007) “Isolation and Evaluation of Indegenus Soil Fungi for.Pdf,” hal. 297–301. Tersedia pada: <http://www.scialert.net/abstract/?doi=jas.2007.298.301>.

Reichman, S. M., Asher, C. J., Mulligan, D. R. dan Menzies, N. W. (2001) “Seedling responses of three Australian tree species to toxic concentrations of zinc in solution culture,” *Plant and Soil*, 235(2), hal. 151–158. doi: 10.1023/A:1011903430385.

Reichman, S. M., Menzies, N. W., Asher, C. J. dan Mulligan, D. R. (2004) “Responses of four Australian tree species to toxic concentrations of copper in solution culture,” *Journal of Plant Nutrition*, 29(6), hal. 1127–1141. doi: 10.1080/01904160600689274.

Santi, R., Joy, B., Hindersah, R. dan Nusyamsi, D. D. (2015) “Pengaruh Fungi Indigenous Toleran Zn terhadap Pertumbuhan Bibit Jagung di Media Tailing Steril,” II(1), hal. 1–9.

Saraswati, R. dan Sumarno (2008) "Utilization of soil fertilizer microbes as components of agricultural technology," *Food Crop Science and Technology*, 3(1), hal. 41–58.

Sari, D. M., Utomo, B., Kehutanan, P. S., Pertanian, F., Utara, U. S. dan Ujung, J. T. (2007) "Pemanfaatan Fungi *Aspergillus flavus*, *Aspergillus terreus*, dan *Trichoderma harzianum* Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Ceriops tagal (Utilization of *Aspergillus flavus*, *Aspergillus terreus* and *Trichoderma harzianum* Fungi to Increase the Growth Rate."

Sari, I. P. (2015) "Gangguan Kesehatan Kayu Putih dan Pengaruhnya terhadap Produksi Daun Di KPH Yogyakarta," hal. 1–2.

Schulze, E.-D., Beck, E., Buchmann, N., Clemens, S., Müller-Hohenstein, K. dan Scherer-Lorenzen, M. (2019) *Plant Ecology Second Edition*. Germany : Springer.

Seran, R. (2017) "Pengaruh Mangan Sebagai Unsur Hara Mikro Esensial Terhadap Kesuburan Tanah dan Tanaman," *Jurnal Pendidikan Biologi International Standard of Serial Number*, 2(1), hal. 13–14. Tersedia pada: <http://jurnal.unimor.ac.id/JBE/article/view/518>.

Serdani, A. D. dan Widiatmanta, J. (2019) "Respon Kandungan Logam Berat Dan Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea*) Terhadap Kombinasi Media Tanam Lumpur Lapindo Dan Mikoriza," *Viabel Pertanian Vol. 13 No. 2 Nopember 2019 p-ISSN: 1978-5259 e-ISSN: 2527-3345*, 13(2), hal. 16–25.

Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H. dan Gobi, T. A. (2013) "Phosphate solubilizing microbes: Sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils," *SpringerPlus*, 2(1), hal. 1–14. doi: 10.1186/2193-1801-2-587.

Subardja, D. S., Ritung, S., Anda, M., Sukarman, Suryani, E. dan Subandiono, R. E. (2014) *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Tersedia pada: <http://papers.sae.org/2012-01-0706/>.

Subhan, E. dan R. Benung, M. (2020) "Analisis Kesesuaian Lahan Budidaya Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra*) di Kecamatan Bukit Batu Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah," *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*,

5(2), hal. 83–90. doi: 10.33084/mitl.v5i2.1639.

Sudaryono (2016) “Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Kayu Putih Kabupaten Buru, Provinsi Maluku,” *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 11(1), hal. 105. doi: 10.29122/jtl.v11i1.1228.

Suhariyono, G. dan Menry, Y. (2005) “Analisis karakteristik unsur-unsur dalam tanah di berbagai lokasi dengan menggunakan xrf,” *Ppi-Pdiptn 2005*, hal. 197–206.

Sukarman (2015) “Pembentukan, Sebaran dan Kesesuaian Lahan Pembentukan Tanah Gambut,” *Panduan Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi*, (12), hal. 2–15. Tersedia pada: http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/juknis/panduan_gambut_terdegradasi/02sukarman_pembentukan.pdf.

Syahza, A., Kozan, O., Mizuno, K. dan Hosobuchi, M. (2020) “Restorasi ekologi lahan gambut berbasis kelompok masyarakat melalui revegetasi di Desa Tanjung Leban,” 2, hal. 1–9.

Tacconi, L. (2003) “Kebakaran hutan di Indonesia: penyebab, biaya dan implikasi kebijakan,” *Kebakaran hutan di Indonesia: penyebab, biaya dan implikasi kebijakan*, 38(38). doi: 10.17528/cifor/001200.

Tambunan, W. A. (2008) “Kajian Sifat Fisika dan Kimia Tanah Hubungannya Dengan Produksi Kelasa Sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq) Di Kebun Kwala Sawit PTPN II,” hal. 1–73.

Umaternate, G. R., Abidjulu, J. dan Wuntu, A. D. (2014) “Uji Metode Olsen dan Bray dalam Menganalisis Kandungan Fosfat Tersedia pada Tanah Sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara,” *Jurnal MIPA*, 3(1), hal. 6. doi: 10.35799/jm.3.1.2014.3898.

de Vries, W., Groenenberg, J. E., Lofts, S., Tipping, E. dan Posch, M. (2013) “Critical Loads of Heavy Metals for Soils,” (January), hal. 211–237. doi: 10.1007/978-94-007-4470-7_8.

Wahyunto, Nugroho, K. dan Fahmuddin, A. (2014) “Perkembangan Pemetaan dan Distribusi Lahan Gambut di Indonesia,” *LAHAN GAMBUT INDONESIA*

(*Pembentukan, Karakteristik, dan Potensi Mendukung Ketahanan Pangan*), 2011, hal. 33–60.

Wedhana, I. B., Idris, M. H. dan Silamon, R. F. (2018) “Analisis Pertumbuhan Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca Cajuputi* Sub Sp. *Cajuputi*) Pada Kawasan Hutan Lindung Dusun Malimbu Dan Dusun Badung Resort Malimbu KPHL Rinjani Barat,” *Jurnal Belantara*, 1(1), hal. 35–44. doi: 10.29303/jbl.v1i1.13.

Wengel, M., Kothe, E., Schmidt, C. M., Heide, K. dan Gleixner, G. (2006) “Degradation of organic matter from black shales and charcoal by the wood-rotting fungus *Schizophyllum commune* and release of DOC and heavy metals in the aqueous phase,” *Science of the Total Environment*, 367(1), hal. 383–393. doi: 10.1016/j.scitotenv.2005.12.012.

Widyati, E. (2017) “Memahami Komunikasi Tumbuhan-Tanah dalam Areal Rhizosfir untuk Optimasi Pengelolaan Lahan,” *None*, 11(1), hal. 33–42. doi: 10.2018/jsdl.v11i1.8190.

Yuliani, F. (2017) “Pelaksanaan Cannal Blocking Sebagai Upaya Restorasi Gambut di Kabupaten Meranti Provinsi Riau,” *Spirit Publik*, 12(1), hal. 69–84.

Yuliyati, Y. B. dan Natanael, C. L. (2016) “Isolasi Karakterisasi T Asam Humat dan Penentuan Daya Serapnya Terhadap Ion Logam Pb(II) Cu(II) dan Fe(II),” *Al-Kimia*, 4(1), hal. 43–53. doi: 10.24252/al-kimia.v4i1.1455.

Zewide, I. dan Reta, Y. (2021) “Review on the role of soil macronutrient (NPK) on the improvement and yield and quality of agronomic crops,” *Direct Research Journal of Agriculture and food Science*, 9(1), hal. 7–11. doi: 10.26765/DRJAFS23284767.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Alat Dalam Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. **Timbangan analitik**, untuk mengukur berat dari jaringan akar dan jaringan atas tanaman.
2. **Timbangan digital**, digunakan untuk menimbang bahan kimia yang akan digunakan.
3. **Erlenmeyer**, digunakan sebagai wadah media dan preparasi sampel.
4. **Corong Kaca**, digunakan sebagai penyangga kertas saring dalam proses penyaringan sampel uji.
5. **Pipet volumetric**, digunakan untuk memindahkan suatu cairan sesuai volume yang diinginkan dari satu tempat ke tempat lainnya
6. **Kaca Arloji**, sebagai wadah untuk menimbang sampel tanah dan jaringan sebelum preparasi sampel.
7. **Ayakan 50 mesh**, digunakan untuk menggerus dan menghaluskan sampel tanah agar didapatkan sampel tanah yang halus.
8. **Sendok Sungu**, sebagai alat untuk mengambil sampel tanah dan media untuk ditimbang dari wadahnya.
9. **Tabung reaksi**, digunakan untuk mencampurkan bahan uji Fosfat tanah dan jaringan batang tanaman.
10. **Rak tabung reaksi**, sebagai wadah untuk meletakkan tabung reaksi.
11. **Hotplate**, berfungsi untuk memanaskan larutan atau zat-zat kimia dengan aquadest.
12. **Labu ukur**, sebagai wadah untuk pengenceran preparasi sampel sebelum diuji dengan metode AAS dan Spektrofotometric UV-Vis.
13. **Gelas Beaker**, sebagai wadah untuk menampung sampel dan larutan dalam proses destruksi tanah dan tanaman
14. **Botol vial**, sebagai wadah sampel sebelum diuji dengan metode AAS.
15. **AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)**, alat yang digunakan untuk pembacaan unsur-unsur logam pada tanah dan jaringan tanaman.

16. **Spektrofotometric UV-Vis**, alat yang digunakan untuk pembacaan unsur fosfat pada tanah dan jaringan tanaman.
17. **pH Meter**, alat yang digunakan untuk mengukur pH tanah.
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 pencampuran HNO_3 dan HClO_4 dalam proses destruksi tanaman.
21. **Kertas padi**, digunakan untuk menutup cawan petri sebelum diinkubasi agar mikroorganisme dalam keadaan tertutup atau gelap.
22. **Amplop coklat**, untuk meletakkan jaringan akar dan jaringan atas tanaman hasil panen.
23. **Pipet ukur**, digunakan untuk memindahkan suatu cairan sesuai volume yang diinginkan dari satu tempat ke tempat lainnya.
24. **Pipet Filler**, alat untuk menyedot larutan yang dipasang pada pangkal pipet ukur untuk memindahkan sejumlah volume larutan.
25. **Polybag**, sebagai wadah bagi media tanaman.
26. **Penggaris**, berfungsi untuk mengukur ketinggian tanaman.
27. **Caliper Digital**, digunakan untuk mengukur diameter batang tanaman.
28. **Cawan petri**, merupakan wadah berbentuk bundar untuk pembiakan sel.
29. **Jarum ose**, memindahkan biakan untuk ditanam/ ditumbuhkan ke media baru.
30. **Pipetman**, digunakan untuk menginjeksikan fungi ke dalam media tanaman.

Lampiran 2: Bahan Dalam Penelitian

Berikut merupakan bahan yang digunakan dalam penelitian

1. **Bibit *Melaleuca leucadendra* (Kayu Putih)** berumur 2 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. **Potato Dextrose Agar**, digunakan sebagai media padat untuk menumbuhkan fungi *Indigenous* dari lahan gambut.
4. **Nutrient Broth**, digunakan sebagai media cair untuk menumbuhkan fungi.
5. **HNO₃**, digunakan untuk melarutkan sampel dalam proses destruksi sebelum diuji dengan metode AAS.
6. **HClO₄** digunakan untuk melarutkan sampel dalam proses destruksi sebelum diuji dengan metode AAS.
7. **KCl**, digunakan untuk uji pH tanah dengan pH meter.
8. **Kertas Saring Whatman no.42 dan no.1**, digunakan untuk memisahkan partikel suspensi dari larutan sampel uji saat proses pengenceran.
9. **H₂O (Aquadest)**, digunakan untuk melarutkan bahan-bahan kimia, uji pH dan sterilisasi alat laboratorium.

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 gelas beaker kemudian ditambahkan aquadest 50 ml dan diaduk
4. Ditambahkan 5 ml HNO_3 dan didestruksi di lemari asam dengan hotplate suhu 300°C sampai tersisa 10 ml
5. Disaring menggunakan kertas saring Whatman no.1 dan no.42
6. Diencerkan dengan aquades sampai tanda batas memakai labu ukur ukuran 25 ml lalu dikocok hingga homogen.
7. Masukkan ke botol vial.

B. Preparasi Sampel Jaringan Batang dan Jaringan Akar Tanaman dengan metode Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

1. Sampel tanah dari masing-masing jenis dan kode tanaman dikering anginkan selama 2 hari (48 jam)
2. Tanaman digerus dan diayak dengan ukuran 50 mesh
3. Tanaman yang sudah halus ditimbang 0,5gram dan dimasukkan ke Gelas Beaker 100 ml
4. Ditambahkan 5 ml HNO_3 dan 0,5 ml HClO_4 kemudian di tutup aluminium foil dan di diamkan semalaman agar tanaman teurai dengan larutan.
5. Setelah didiamkan semalaman didestruksi di lemari asam dengan hotplate dengan suhu hingga 200°C secara bertahap sampai tersisa 0,5 ml.
6. Disaring menggunakan kertas saring Whatman no.42
7. Diencerkan dengan aquades sampai tanda batas memakai labu ukur ukuran 25 ml lalu dikocok hingga homogen.
8. Masukkan ke botol vial.

C. Preparasi Sampel Tanah dengan metode Spektrofotometric UV-Vis

1. Tanah yang sudah halus ditimbang 2,5gram dan dimasukkan ke gelas beaker kemudian ditambahkan pengestrak Bray dan Kurst I sebanyak 25 ml.
2. Gelas beaker di shaker selama 5 menit
3. Sampel di saring dengan corong kaca dan erlenmeyer menggunakan kertas saring Whatman no.42 selama maksimal 5 menit.
4. Hasil saringan di ambil sampel 2 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, untuk sisa sampel dimasukkan ke botol vial
5. Ditambahkan 10 ml Pewarna P kedalam tabung reaksi dan diamkan selama 30 menit hingga sampel mengalami perubahan menjadi warna biru bening.
6. Sampel siap uji dengan gelombang 693 nm.

D. Preparasi Sampel Jaringan Batang dengan metode Spektrofotometric UV-Vis

1. Tanaman hasil destruksi di ambil 1 ml kedalam labu ukur 10 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas/
2. Hasil pengenceran sampel di ambil 2 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi.
3. Ditambahkan 10 ml Pewarna P kedalam tabung reaksi dan diamkan selama 30 menit hingga sampel mengalami perubahan menjadi warna bening.
4. Sampel siap uji dengan gelombang 693 nm.

E. Preparasi Sampel Tanah untuk Uji pH meter

1. tanah ditimbang 10gram masing-masing untuk pH H₂O dan pH KCl kedalam gelas beaker 100 ml dan ditambahkan masing-masing larutan 50 ml.
2. shaker gelas beaker selama 30 menit.
3. kalibrasi alat pH meter dengan buffer pH 7 dan 4 kemudian sampel siap di uji.

Lampiran 4: Dokumentasi



Kayu putih umur 2 bulan



Proses persiapan pembenah tanah kontrol, Kitosan, Asam Humat dan SROP



Proses penyemaian kayu putih ke polybag dengan pembenah tanah



Proses pengukuran tinggi, diameter dan jumlah daun tanaman kayu putih



Proses penimbangan berat kering tanaman yang sudah di oven 72jam



Proses pengukuran pH tanah menggunakan pH meter



Proses pengayakan dengan alat ayak laboratorium



Proses destruksi sampel tanah dan jaringan tanaman dengan hotplate



Proses penyaringan dengan kertas saring dari hasil destruksi sampel



Proses uji logam berat dengan menggunakan alat SSA (Spektrofotometri Serapan Atom)



Proses uji kadar fosfat tersedia tanah dan fosfat total jaringan batang menggunakan Spektro UV-Vis

RIWAYAT HIDUP

Dwi Septari dengan panggilan Dwisep lahir di Tanjung Enim, 29 September 1999. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Isnaini Eko Waluyo dan Karmila serta memiliki Saudari Nuridha Ika Aprilia Amd, Keb. Jenjang pendidikan penulis yaitu SDN 24 Lawang Kidul, SMPN 2 Lawang Kidul dan SMAN 1 Unggulan Muara Enim.

Penulis diterima melalui jalur Penelusuran Siswa Berprestasi (PSB) 2017 sebagai Mahasiswa Teknik Lingkungan FTSP UII. Selama menempuh Pendidikan, penulis aktif dalam kegiatan non akademik seperti kepanitiaan, organisasi (HMTL) dan berlembaga LEM FTSP UII. Penulis juga turut serta dalam menjadi asisten dosen mata kuliah Kalkulus I dan Kalkulus II, Metode Numerik dan Asisten Praktikum Kimia Dasar, serta penerima Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) Kemenristekdikti 2018 & 2019.

Pada Oktober 2020, penulis berkesempatan untuk belajar dan ikut serta dalam penelitian yang digagaskan oleh Ibu Dewi Wulandari, S. Hut., M.Agr., Ph.D. Pelaksanakan penelitian di Rumah Kaca dan Laboratorium Kualitas Lingkungan di program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.