

TA/TL/2020/

**TUGAS AKHIR**

**POTENSI APLIKASI FUNGI TANAH DAN BAKTERI  
ENDOFIT DENGAN CENDAWAN TANAH GAMBUT  
UNTUK RESTORASI LAHAN GAMBUT: Percobaan  
Skala Rumah Kaca**

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



**SOULTAN SIMAMORA  
16513144**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
(2020)**



## TUGAS AKHIR


# POTENSI APLIKASI FUNGI TANAH DAN BAKTERI ENDOFIT DENGAN CENDAWAN TANAH GAMBUT UNTUK RESTORASI LAHAN GAMBUT : Percobaan Skala Rumah Kaca


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



SOULTAN SIMAMORA  
16513144

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

  
Dosen Pembimbing 1  
Dr. Andik Yulianto., S.T., M.T.  
NIK: 02510047  
Tanggal:

  
Dosen Pembimbing 2  
Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr, Ph.D.  
NIK: 185130401  
Tanggal:

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES. Ph.D  
NIK: 025100406  
Tanggal:



## HALAMAN PENGESAHAN

# POTENSI APLIKASI FUNGI TANAH DAN BAKTERI ENDOFIT DENGAN CENDAWAN TANAH GAMBUT UNTUK RESTORASI LAHAN GAMBUT : Percobaan Skala Rumah Kaca

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari:

Tanggal:

Disusun Oleh:

SOULTAN SIMAMORA

16513144

Tim Penguji:

Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.

(  )

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

(  )

Annisa Nur Lathifah S.Si., M.Biotech., Ph.D.

(  )



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian penulis sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain di dalamnya, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis serta dimasukkan ke dalam daftar pustaka.
4. Program *software computer* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.

Demikian pernyataan ini penulis buat secara sadar dan dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Oktober 2020  
Yang membuat pernyataan



**Soultan Simamora**  
NIM: 16513144





## PRAKATA


Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala*, atas berkah rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Potensi Aplikasi Fungi Tanah dan Bakteri Endofit Untuk Restorasi di Lahan Gambut : Percobaan Skala Rumah Kaca”** ini yang dilaksanakan terhitung mulai Agustus 2020.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah *subhanahu wa ta'ala*, yang karena berkat nikmat sehat, kekuatan, dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas ini.
2. Keluarga penulis terutama orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan secara moril dan materil mulai dari perencanaan dan pelaksanaan penelitian hingga pada penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Andik Yulianto, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing I atas bimbingan dan arahan mulai dari perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan dan memberi semangat dalam mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
4. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., PhD. Sebagai dosen pembimbing II atas bimbingan dan arahan mulai dari perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu laboran di Laboratorium Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan atas dampingan dan bimbingannya selama melakukan penelitian di laboratorium.
6. Teman-teman yang turut membantu dalam penelitian ini yaitu Nindy, Dinda, Zehan, dan Aim, dan atas kerja keras, kesetiaan, dan selalu memberi semangat.
7. Teman-teman yang tergabung dalam aliansi Satu Darah Nenek yang tidak dapat aku sebutkan namanya satu persatu atas kerjasama baik moril maupun materil bahkan canda tawa yang dapat melepaskan penat dengan beban tugas akhir ini
8. Teman-teman lulu-lulu squad ( Ogek, Ikom, Iwan, Rakmat ) yang menemani saya dalam proses petualangan liar jaman dahulu kala
9. Teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2016 atas doa dan dukungannya selama ini.
10. Semua pihak yang telah membantu sampai pada saat ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi menjadikan laporan tugas akhir ini lebih baik. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat dijadikan sebagai referensi penelitian berikutnya.

Yogyakarta, Oktober 2020

  
Soultan Simamora



## ABSTRAK

SOULTAN SIMAMORA. Potensi Aplikasi Fungi Tanah dan Bakteri Endofit Untuk Restorasi di Lahan Gambut : Percobaan Skala Rumah Kaca. Dibimbing oleh Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. dan Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

Degradasi lahan gambut disebabkan oleh kebakaran lahan berakibat hilangnya unsur hara dan menurunnya pH tanah diikuti dengan kenaikan konsentrasi logam berat pada tanah. Oleh karena itu, perlu dilakukan restorasi dalam upaya meningkatkan produktivitas lahan dan mereduksi konsentrasi unsur logam pada tanah gambut. Restorasi dapat dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme pembenah seperti fungi tanah dan bakteri endofit. Penelitian ini dilakukan dalam skala rumah kaca bertujuan untuk mengetahui potensi inokulasi fungi tanah dan bakteri endofit terhadap pertumbuhan tanaman Jelutung (*Dyera costulata*) dan Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra*), serta kemampuan mereduksi zat-zat logam pada tanah serta kemampuan mikroba pembenah dalam menaikkan derajat keasaman (pH) tanah. Metode keberhasilan penelitian dilakukan dengan analisa tendensi data tinggi, diameter, biomassa, pH dan konsentrasi logam pada tanaman uji. Didapatkan hasil pertumbuhan tanaman yang signifikan dibanding kontrol dengan isolat Fungi 4 menunjukkan tendensi paling optimal, kenaikan pH dari 5,4-7 untuk isolat Fungi 4, serta konsentrasi logam yang berhasil direduksi dengan hasil isolat konsortium Fungi 9 menunjukkan tendensi paling optimal sesuai dengan analisis data dari serapan AAS.

**Kata kunci:** fungi tanah, bakteri endofit, *Dyera costulata*, *Melaleuca leucadendra*

## ABSTRACT

SOULTAN SIMAMORA. *Potential Applications of Soil Fungi and Endophytic Bacteria for Restoration in Peatlands: Greenhouse Scale Experiments. Supervised by Dr. Andik Yulianto, ST, MT and Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.*

*Peatland degradation is caused by land fires resulting in loss of nutrients and a decrease in soil pH followed by an increase in heavy metal concentrations in the soil. Therefore, restoration is necessary in an effort to increase land productivity and reduce the concentration of metal elements in peat soils. Restoration can be done by using microorganisms such as soil fungi and endophytic bacteria. This research was conducted on a greenhouse scale and aimed to determine the potential for inoculation of soil fungi and endophytic bacteria on the growth of Jelutung (*Dyera costulata*) and eucalyptus (*Melaleuca leucadendra*) plants, as well as the ability to reduce metal substances in the soil and the ability of microbial repairers to increase acidity. (pH) of soil. The success of the research can be seen based on the analysis of the tendency of height, diameter, biomass, pH and metal concentration in the test plants. Significant plant growth results were obtained compared to controls with Fungi 4 isolate showing the most optimal tendency, an increase in pH from 5.4-7 for Fungi 4 isolates, and metal concentrations that were successfully reduced with the results of Fungi 9 consortium isolate showing the most optimal tendency according to data analysis of AAS uptake.*

**Keywords:** soil fungi, endophytic bacteria, *Dyera costulata*, *Melaleuca leucadendra*



## DAFTAR ISI

|   |    |
|---|----|
| DAFTAR ISI .....  | 1  |
| DAFTAR TABEL .....  | 4  |
| DAFTAR GAMBAR.....  | 6  |
| BAB I PENDAHULUAN .....   | 8  |
| 1.1 Latar Belakang.....   | 8  |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                                     | 9  |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                     | 9  |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                    | 9  |
| 1.5 Ruang Lingkup.....  | 9  |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                   | 10 |
| 2.1 Gambut dan Restorasi Lahan .....                            | 10 |
| 2.3 Tanaman Uji.....  | 11 |
| 2.3.1 <i>Melaleuca leucadendra</i> (Kayu Putih).....            | 11 |
| 2.3.1 <i>Dyera costaluta</i> (Jelutung) .....                   | 11 |
| 2.4 Mikroorganisme Pembengah .....                              | 12 |
| 2.4.1 Fungi Tanah.....  | 12 |
| 2.4.2 Bakteri Endofit .....                                     | 13 |
| 2.5 Penelitian Terdahulu .....                                  | 14 |
| BAB III METODE PENELITIAN .....                                 | 17 |
| 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....                           | 17 |
| 3.2 Tahapan Penelitian.....                                     | 17 |
| 3.2.1 Karakterisasi Tanah (Uji Parameter Awal) .....            | 18 |
| 3.2.2 Isolasi dan Sub-kultur Fungi dan Bakteri Endofit.....     | 18 |
| 3.2.3 Persiapan Media Tanam dan Penanaman.....                  | 20 |
| 3.2.4 Inokulasi Fungi.....                                      | 20 |
| 3.2.5 Penyiraman dan Pengukuran Tanaman .....                   | 21 |
| 3.2.6 Proses Panen dan Pengambilan Sampel .....                 | 21 |
| 3.2.7 Analisa Logam Berat dalam Jaringan Tanaman dan Tanah..... | 22 |
| 3.3 Prosedur Analisa Data.....                                  | 22 |
| BAB IV .....  | 23 |
| 4.1 Hasil dan Analisis Parameter dalam Penelitian .....         | 23 |

|   |    |
|---|----|
| 4.1.1 Pengaruh Inokulasi Fungi dan Konsortium antara Fungi Endofit (Konsortium FE) dalam Pertumbuhan Tanaman Jelutung .....                                 | 23 |
| 4.1.2 Pengaruh Inokulasi Fungi dan Konsortium Fungi dalam Pertumbuhan Tanaman Kayu Putih.....   | 25 |
| 4.2 Hasil Pengujian Sampel pH Tanah .....   | 29 |
| 4.2.1 Hasil Pengujian pH Sampel Tanah Tanaman.....  | 29 |
| 4.3 Pengaruh Inokulasi Konsorsium Fungi dan Konsorsium Fungi Endofit terhadap Reduksi Logam pada Tanaman Uji Jelutung ( <i>Native Plant Species</i> ) ..... | 30 |
| 4.3.1 Reduksi Logam Fe .....  | 30 |
| 4.3.2 Reduksi Logam Pb .....  | 31 |
| 4.3.3 Reduksi Logam Zn.....   | 32 |
| 4.3.4 Reduksi Logam K .....   | 33 |
| 4.4 Pengaruh Inokulasi Fungi dan Konsorsium Fungi terhadap Reduksi Logam pada Tanaman Uji Kayu Putih ( <i>Introduce Plant Species</i> ) .....               | 34 |
| 4.4.1 Reduksi Logam Fe .....  | 34 |
| 4.4.2 Reduksi Logam Pb .....  | 36 |
| 4.4.3 Reduksi Logam Zn.....   | 38 |
| 4.4.4 Reduksi Logam K .....   | 40 |
| BAB V .....   | 43 |
| 5.1 Kesimpulan.....   | 43 |
| 5.2 Saran .....   | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA.....   | 44 |
| LAMPIRAN .....  | 46 |
| RIWAYAT HIDUP.....  | 51 |



## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Daftar penelitian terdahulu.....                        | 14 |
| Tabel 3.1 Karakteristik awal tanah gambut terbakar.....           | 18 |
| Tabel 3.2 Populasi Fungi yang akan diinokulasikan per 1mL .....   | 21 |
| Tabel 3.3 Baku Mutu Logam Berat pada Tanah dan Tumbuhan .....     | 22 |
| Tabel 4.1 Analisa data perubahan pH tanah setelah perlakuan ..... | 29 |







## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Lahan Gambut .....   | 10 |
| Gambar 2.2 Tanaman Kayu Putih .....   | 11 |
| Gambar 2.3 Tanaman Jelutung.....  | 12 |
| Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....   | 17 |
| Gambar 3.2 Tahapan Isolasi Fungi Tanah.....   | 19 |
| Gambar 3.3 Tahapan Isolasi Bakteri Endofit .....  | 19 |
| Gambar 3.4 Tahapan Sub-kultur Fungi Tanah .....   | 20 |
| <br>  |    |
| Gambar 4.1 1 Grafik Analisa Data Diameter Tanaman Jelutung.....   | 23 |
| Gambar 4.1 2 Grafik Analisa Data Ketinggian Tanaman Jelutung.....                                       | 24 |
| Gambar 4.1 3 Grafik Analisa Data Biomassa Tanaman Jelutung .....  | 24 |
| Gambar 4.1 4 Grafik Analisa Data Ketinggian Kayu Putih Isolat Fungi.....                                | 25 |
| Gambar 4.1 5 Grafik Analisa Data Diameter Kayu Putih Isolat Fungi.....                                  | 25 |
| Gambar 4.1 6 Grafik Analisa Data Diameter Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi.....                       | 26 |
| Gambar 4.1 7 Grafik Analisa Ketinggian Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi .....                         | 26 |
| Gambar 4.1 8 Grafik Analisa Data Biomassa Kayu Putih Isolat Fungi .....                                 | 27 |
| Gambar 4.1 9 Grafik Analisa Data Biomassa Tanaman Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi.....               | 28 |
| <br>  |    |
| Gambar 4.3 2 Grafik Analisa Konsentrasi Fe Tanah Awal-Jelutung Konsortium F dan FE .....                | 30 |
| Gambar 4.3 1 Grafik Analisa Konsentrasi Fe Jelutung Konsortium F dan FE .....                           | 30 |
| Gambar 4.3 4 Grafik Analisa Konsentrasi Pb Tanah Awal-Jelutung Konsortium F dan FE .....                | 31 |
| Gambar 4.3 3 Grafik Analisa Konsentrasi Pb Jelutung Konsortium F dan FE.....                            | 31 |
| Gambar 4.3 5 Grafik Analisa Konsentrasi Zn Jelutung Isolat Konsortium F dan FE.....                     | 32 |
| Gambar 4.3 6 Grafik Analisa Konsentrasi Zn Tanah Awal-Jelutung Konsortium F dan FE .....                | 32 |
| Gambar 4.3 7 Grafik Analisa Konsentrasi K Jelutung Isolat Konsortium F dan FE .....                     | 33 |
| <br>  |    |
| Gambar 4.4 1 Grafik Analisa Konsentrasi Fe Kayu Putih Isoat Fungi .....                                 | 34 |
| Gambar 4.4 2 Grafik Analisa Konsentrasi Fe Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi .....                     | 35 |
| Gambar 4.4 3 Grafik Analisa Konsentrasi Fe Tanah Awal-Kayu Putih Isolat Fungi dan Konsortium Fungi..... | 35 |
| Gambar 4.4 4 Grafik Analisa Konsentrasi Pb Kayu Putih Isoat Fungi.....                                  | 36 |
| Gambar 4.4 5 Grafik Analisa Konsentrasi Pb Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi.....                      | 37 |
| Gambar 4.4 6 Grafik Analisa Konsentrasi Pb Tanah Awal-Kayu Putih Isolat Fungi dan Konsortium Fungi..... | 37 |
| Gambar 4.4 7 Grafik Analisa Konsentrasi Zn Kayu Putih Isoat Fungi.....                                  | 38 |
| Gambar 4.4 8 Grafik Analisa Konsentrasi Zn Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi.....                      | 39 |
| Gambar 4.4 9 Grafik Analisa Konsentrasi Zn Tanah Awal-Kayu Putih Isolat Fungi dan Konsortium Fungi..... | 39 |
| Gambar 4.4 10 Grafik Analisa Konsentrasi K Kayu Putih Isoat Fungi .....                                 | 40 |
| Gambar 4.4 11 Grafik Analisa Konsentrasi K Tanah Awal-Kayu Putih Isolat Fungi dan Konsortium Fungi..... | 41 |
| Gambar 4.4 12 Grafik Analisa Konsentrasi K Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi .....                     | 41 |



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Gambut adalah jenis tanah yang terbentuk dari akumulasi sisa-sisa dekomposisi tumbuhan yang tidak sempurna oleh sebab itu kandungan bahan organiknya tinggi (Nurdin, 2011). Luas lahan gambut di Indonesia diperkirakan sebesar 20,6 juta Ha, lahan gambut yang cukup luas tersebut merupakan alternatif yang menjanjikan untuk dimanfaatkan dalam budidaya pertanian. Permasalahan yang sering terjadi adalah kebakaran lahan yang terjadi pada musim kemarau, baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Namun, biasanya pada musim kemarau pemilik lahan akan melakukan aktivitas pembukaan dan pembersihan lahan gambut (*land clearing*) dengan cara membakar lahan (Yuliani, 2018). Kebakaran lahan gambut dapat mempengaruhi unsur hara, kandungan organik dan logam berat yang terkandung di tanah gambut. Sehingga mempengaruhi kemampuan tanah gambut yang terbakar (*fired peat*) untuk dilakukan penanaman (Hanifah, 2019). Unsur hara tanah dibagi menjadi makro dan mikro. Unsur hara tanah dibagi dua yaitu makro (N, P, K, S, Ca dan Mg) dan mikro (Cl, Fe, Mn, Cu, Zn, B dan Mo). Akan tetapi, unsur hara yang mutlak harus tersedia untuk kelangsungan hidup tanaman adalah Nitrogen dan Fosfor. (Simanungkalit et al., 2006).

Upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan restorasi ekologi. Restorasi ekologi bertujuan untuk memulihkan fungsi, produktivitas, struktur, dan unsur hara seperti nitrogen dan fosfat (Gunawan et al., 2011). Unsur nitrogen banyak berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman sedangkan unsur fosfat berperan penting dalam proses fotosintesis dan perkembangan akar (Simanungkalit et al., 2006). Penambahan bahan pembenah tanah merupakan solusi yang dapat dilakukan agar tanah gambut dapat dilakukan penanaman seperti kompos, karbon aktif, kapur, lumpur laut dan beberapa jenis mikroba tanah (Nurhayati et al., 2014). Penambahan mikroorganisme yang dimaksud adalah dengan menggunakan isolat-mikroorganisme sebagai pupuk hayati yang mampu menyuplai nutrisi-nutrisi primer yang dibutuhkan bagi tanaman (Nurhidayati, 2014). Beberapa jenis tanaman dapat melakukan hubungan simbiosis dengan mikroorganisme, sehingga diharapkan tanaman dapat tumbuh dengan optimal walaupun berada di tanah yang kurang mendukung (Gemayel, 2009).

Mikroba tanah berperan sangat penting dalam menentukan kelarutan, mobilitas, dan ketersediaan logam bagi tumbuhan melalui perubahan pH di lingkungan mikro tanah, spesiasi logam, dan pengeluaran (*excretion*) senyawa pengkhalat logam (Gadd, 2010). Contoh mikroba tanah yang dimaksud adalah antara lain fungi, *Azotobacter* sp, dan *Endhophytic* sp (Nurhidayati, 2014). Jenis tanaman yang dimaksud dalam hal ini adalah tanaman *Melaleucea leucandendra* (Kayu Putih). Tanaman ini termasuk jenis tanaman tingkat tinggi dan tidak memiliki syarat tumbuh yang spesifik. Mampu bertahan hidup ditempat kering, di tanah berair dan mampu bersimbiosis dengan jenis mikroorganisme tanah serta memiliki waktu tumbuh yang tidak terlalu lama (Lutony, 1994).

Penelitian mengenai restorasi lahan gambut sedikit dilaporkan di berbagai sumber jurnal nasional di Indonesia. Penelitian ini berguna sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya terlebih lagi dapat diaplikasikan secara langsung di lapangan. Penelitian ini dilakukan dalam skala rumah kaca dan hanya mengukur potensi dari tendensi mikroorganisme fungi dan bakteri endofit dalam merestorasi lahan gambut yang terbakar. Selain itu dianalisa juga kemampuan fungi tanah dan bakteri endofit dalam menstimulasi pertumbuhan tanaman dan juga dalam mendegradasi pH tanah tanaman uji

## 1.2 Perumusan Masalah

Rehabilitasi lahan gambut terbakar (*fired peatland*) menjadi masalah yang belum terselesaikan, sehingga dibutuhkan solusi berupa restorasi awal yang membantu dalam penyelesaian masalah, antara lain:

1. Bagaimana pengaruh inokulasi fungi dari lahan gambut dan bakteri endofit menguntungkan terhadap pertumbuhan tanaman *Melaleuca leucandendra* (Kayu Putih) dan *Dyera costaluta* (Jelutung) terhadap pertumbuhan tanaman?
2. Bagaimana pengaruh inokulasi fungi dan mikroba tanah menguntungkan terhadap serapan logam dan pH di lahan gambut bekas terbakar?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Investigasi potensi fungi dan bakteri endofit menguntungkan terhadap pertumbuhan tanaman *Melaleuca leucandendra* (Kayu Putih) dan *Dyera costaluta* (Jelutung).
2. Investigasi pengaruh inokulasi fungi dan bakteri endofit menguntungkan dalam mereduksi serapan logam dan pH di lahan gambut bekas terbakar?

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi mengenai implemementasi mikroba dalam upaya restorasi tanah di lahan gambut bekas terbakar (*fired peatland*).
2. Menjadi bahan acuan dalam melakukan restorasi pada area lahan gambut bekas terbakar (*fired peatland*) dengan metode yang sama dan dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian serupa.

## 1.5 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Isolasi fungi dari tanah lahan gambut dan bakteri endofit dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Pengujian serapan logam dan pH pada tanah gambut dari lahan gambut bekas terbakar.
3. Pengujian kadar air, logam berat, dan pH pada jaringan tanaman maupun tanah gambut setelah dilakukan inokulasi fungi dan bakteri endofit.
4. Penelitian, pengamatan dan pelaksanaan dilakukan dalam skala rumah kaca.

Pelaksanaan penelitian ini difokuskan tanah gambut yang telah terbakar. Media remediasi yang digunakan adalah fungi dari tanah di lahan gambut bekas terbakar bakteri endofit menguntungkan dari akar tanaman tumih. Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gambut dan Restorasi Lahan**

Gambut di Indonesia luasnya diperkirakan mencapai 15,4 juta hektar, diantaranya tersebar di Sumatera, Kalimantan, Irian Jaya dan sebagian kecil di Sulawesi (Widjaya-Adhi et al., 1992). Lahan gambut merupakan lahan yang rapuh (Sarwani & Noor, 2004). Kerusakan ekosistem pada hutan lahan gambut akan menyebabkan terganggunya fungsi tanah gambut sebagai pendukung sistem kehidupan manusia, akibatnya semua makhluk hidup yang ada di dalamnya ikut terganggu juga karena habitatnya ikut terganggu (Agus, 2008). Tanah gambut di Indonesia mempunyai pH berkisar antara 2,8 - 4,5 dan kemasaman potensial mencapai >5 cmol/kg, ketersediaan unsur-unsur makro N, P, K, serta jumlah unsur mikro pada umumnya juga rendah. (Nurhayati et al., 2014). Tanah gambut mengandung bahan organik yang tinggi tetapi sangat bertolak belakang dengan kandungan unsur hara tanahnya. Hal ini disebabkan proses dekomposisi bahan organik belum sempurna, sehingga status hara tanah gambut sangat miskin (Joshi & Nair, 1960).

Restorasi ekologis adalah upaya untuk membangun kembali struktur, produktivitas, fungsi, dan keanekaragaman serta dinamika dari ekosistem terkait dalam hal ini lahan gambut (Lamb, 2017). Pengetahuan tentang komposisi, struktur, dan fungsi dari hutan alami, begitu juga nilai rata-rata dan variasi kisaran, sangat diperlukan untuk menetapkan tujuan restorasi dan untuk mengevaluasi keberhasilan suatu kegiatan restorasi (Kuuluvainen et al., 2002). Oleh karena itu, maka dalam kegiatan restorasi ekologi diperlukan adanya suatu ekosistem acuan yang dapat digunakan untuk menetapkan tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan restorasi. Tujuan restorasi ekologi dapat ditentukan hanya melalui penetapan kondisi-kondisi acuan (Kamada, 2005). SER – IUCN (2004) mendefinisikan ekosistem acuan sebagai ekosistem yang sesungguhnya atau model konseptual dari suatu ekosistem yang digunakan untuk menetapkan tujuan dan perencanaan dari suatu proyek restorasi, serta evaluasinya



Sumber: pantaugambut.id

**Gambar 2.1 Lahan Gambut**

## 2.3 Tanaman Uji

Penelitian ini menggunakan dua jenis tanaman yang akan diberi perlakuan berupa inokulasi mikroorganisme menguntungkan. Tanaman uji ini akan ditanam pada media tanah gambut bekar terbakar bersumber dari Palangkaraya. Berikut jenis tanaman gambut yang digunakan:

### 2.3.1 *Melaleuca leucadendra* (Kayu Putih)

Tumbuhan kayuputih *Melaleuca leucadendra* (Kayu Putih) merupakan tumbuhan perdu yang mempunyai batang pohon kecil dengan banyak anak cabang yang menggantung ke bawah. Daunnya berbentuk lancip dengan tulang daun yang sejajar. Bunga kayuputih berwarna merah, sedangkan kulit batang kayunya berlapis-lapis dengan permukaan terkelupas. Keistimewaan tanaman ini adalah mampu bertahan hidup di tempat yang kering, di tanah yang berair, atau di daerah yang banyak memperoleh guncangan angin atau sentuhan air laut. Tanaman ini tumbuh liar di daerah berhawa panas. Tanaman kayuputih tidak memerlukan syarat tumbuh yang spesifik. Pohon kayuputih dapat mencapai ketinggian 45 kaki. Dari ketinggian antara 5 - 450 m di atas permukaan laut, terbukti bahwa tanaman yang satu ini memiliki toleransi yang cukup baik untuk berkembang (Lutony, 1994).



Sumber: Data Primer

**Gambar 2.2 Tanaman Kayu Putih**

### 2.3.1 *Dyera costaluta* (Jelutung)

Jelutung merupakan jenis tumbuhan berhabitat di hutan daratan rendah maupun lahan-lahan basah (rawa/gambut). Di hutan daratan rendah jelutung dapat tumbuh secara sporadis tersebar dan daerah perbukitan yang tidak terlalu tinggi, yaitu sekitar 300-400 mdpl. Pertumbuhan awal bibit jelutung tergolong lambat, namun setelah sistem perakaran berkembang dengan baik pertumbuhannya akan menjadi lebih cepat. Banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan awal jelutung antara lain (fase pertumbuhan semai) saat transplant dari persemaian ke polybag, edia tanam maupun efisiensi penyerapan unsur hara oleh bibit (Wikan, 2009)

Jelutung mempunyai nilai ekonomi tinggi dan prospek yang cukup baik, terdapat pada kayu dan getahnya. Kayu jelutung banyak dimanfaatkan untuk industri kayu lapis,

pensil, peti kemasan, kelom, papan gambar, papan dll (Associação Brasileira de Produtores de Maçã ABPM, 2013). Getah jelutung biasanya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan permen karet. Getah Jelutung mengandung 20% zat kaucuk dan 80% damar. Pasar ekspor kayu jelutung terutama Jepang, Taiwan, dan Itali. Sedangkan ekspor getah Jelutung terutama ke Jepang, Singapura, dan Hongkong (Wikan, 2009).



Sumber: Data Primer

**Gambar 2.3 Tanaman Jelutung**

## **2.4 Mikroorganisme Pembenh**

Mikroorganisme pembenh merupakan hasil dari *reculture* dan pengembangbiakan mikroorganisme yang bersumber dari tanah gambut dan akar tanaman endemic dilahan gambut. Setelah di kembangbiakkan kemudian di inokulasikan ke tanaman, berikut mikroorganisme yang digunakan:

### **2.4.1 Fungi Tanah**

Mikroorganisme seperti jamur dapat mempengaruhi mobilisasi logam berat dan transfer antara spesiasi organik dan anorganik. Sejauh mana mobilisasi dan transfer terjadi tergantung pada bentuk kimiawi logam berat dan pada sifat fisik dan kimia situs (Wengel et al., 2006).

Penggunaan Jamur dalam remediasi tanah menyediakan beberapa keuntungan, terkait dengan kemampuannya dalam peran di alam. Fungi menunjukkan kemampuan tinggi untuk melumpuhkan logam beracun, terutama logam yang tidak larut pembentukan oksalat atau bisorpsi (Baldrian, 2003). Akibatnya, mereka dapat mentolerir lingkungan yang mengandung racun logam (Sayer dan Gadd, 1999) dan dapat berkontribusi detoksifikasi. Fungi memiliki pengurai utama biopolymer dan enzim ligninolitik yang dapat menurunkan lignin pada kayu pada tanaman kayu. Organisme ini dapat mengembangkan mekanisme degradasi berbasis radikal non-spesifik yang terjadi di lingkungan ekstraseluler, akibatnya mereka dapat menjangkau dan menguras polutan dengan ketersediaan yang rendah (D'Annibale et al., 2005).



#### 2.4.2 Bakteri Endofit

Bakteri endofit memberikan kontribusi pada pertumbuhan tanaman inang dengan memproduksi zat pengatur tumbuh tanaman, meningkatkan induksi resistensi tanaman inang terhadap patogen dan parasit, membantu fiksasi nitrogen, dan menghasilkan antibiotik (Bhore et al. 2010). Endofit dapat melindungi tanaman dengan melawan patogen melalui mekanisme induksi pertahanan tanaman, sekresi zat yang bersifat antagonis terhadap patogen atau melalui kompetisi untuk memperoleh nutrisi dan ruang untuk melakukan kolonisasi (Reinhold-Hurek & Hurek, 2011)

Mikroba endofit hidup bersimbiosis dengan tanaman di dalam jaringan tanaman, apabila mikroba tersebut mampu menghasilkan suatu agen biologis yang dapat memerangi penyakit tanaman maka secara langsung tanaman akan terhindar dari penyakit yang juga disebabkan oleh mikroba lain (Melliawati et al., 2006). Hallman dan Berg, (2006) menyebutkan bahwa keunggulan bakteri endofit sebagai agen pengendali hayati, beberapa diantaranya juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dikenal dengan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), karena mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi, menghasilkan hormon pertumbuhan serta dapat menginduksi ketahanan tanaman yang dikenal dengan induced systemic resistance (ISR).

Bakteri endofit dapat diisolasi dari bagian bunga, buah, daun, batang, akar, dan benih dari berbagai spesies tanaman. Umumnya bakteri endofit yang ditemukan pada berbagai tumbuhan berasal dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Enterobacter*, dan *Agrobacterium* (Hallman et al. 1997). Beberapa spesies bakteri *Pantoea*, *Enterobacter*, *Methylobacterium*, *Agrobacterium*, dan *Bacillus* banyak dilaporkan sebagai bakteri endofit pada tumbuhan yang dibudidayakan (Dwi N Susilowati, Nurul Hidayatun, 2013)

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berguna untuk sebagai referensi dan pembandingan terhadap penelitian ini. Berikut penelitian daftar penelitian terdahulu:

**Tabel 2.1** Daftar penelitian terdahulu

| No. | Penulis   | Tema Penelitian   | Hasil   |
|-----|---|---|---|
| 1   | Dwi N Susilowati, Nurul Hidayatun, Tasliah dan K Mulya (2013) | Kemampuan dan keragaman bakteri endofitik dalam pengikatan polipeptida fleksibel ke protein merupakan tugas penting yang berada di luar domain penerapan sebagian besar molekul kecil dan alat penyambung protein-protein | Enzim RsaI dan Hae III mampu menghasilkan sejumlah besar karakter pembeda antar isolat dan dapat digunakan untuk analisis keragaman dan kekerabatan bakteri endofitik. Enzim Rsa I menghasilkan 11 pola pita; sedangkan enzim HaeIII menghasilkan 14 pola pita. Secara keseluruhan isolat terbagi menjadi 29 kelompok. Banyaknya kelompok yang terbentuk memperlihatkan bahwa bakteri endofit memiliki keragaman yang cukup tinggi. Pada koefisien similaritas 75% isolat yang diteliti terbagi menjadi 4 kelompok kekerabatan. Tidak ada kecenderungan pengelompokan berdasarkan pada tanaman inangnya akan tetapi terdapat kecenderungan pengelompokan berdasarkan jenisnya yang terbagi ke dalam jenis <i>Staphylococcus</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Agrobacterium</i> , <i>Serratia</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Acidovorax</i> dan <i>Pseudomonas</i> |

|   |                                       |   |   |
|---|---------------------------------------|---|---|
| 2 | SRI WIDAWATI,<br>SULIASIH (2006)      | Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat | <p>Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ketinggian area, pH tanah, vegetasi hutan dan habitat mikroba (rhizosfer dan lantai hutan) yang berbeda bukan merupakan faktor penghambat keanekaragaman jenis BPF dan kemampuan BPF dalam melarutkan P terikat, tetapi cenderung merupakan faktor penghambat bagi pertumbuhan populasi BPF. Populasi tertinggi dijumpai di area rhizosfer tanaman <i>Altingia exelsa</i> Norona dan <i>Schima wallichii</i> (Dc.) Korth (107 sel/g tanah) di Cikaniki pada ketinggian 1100 m dpl. dan di tanah lantai hutan (108 sel/g tanah) di Gunung Botol pada ketinggian 1000 m dpl. Daerah Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa didominasi oleh BPF jenis <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Bacillus megaterium</i>, dan <i>Chromobacterium</i> sp. yang rata-rata mempunyai kemampuan melarutkan P terikat di media Pikovskaya padat dengan diameter sebesar 1,5-2,5 cm</p> |
| 3 | Nurhayati, Razali, dan Zuraida (2014) | Peranan Berbagai Jenis Bahan Pembena Tanah Terhadap Status Hara P Dan Perkembangan Akar Kedelai Pada Tanah Gambut Asal Ajamu Sumatera Utara       | <p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian beberapa jenis bahan pembena tanah (kapur, lumpur laut, dan beberapa jenis mikroorganisme tanah) berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan parameter pH tanah</p>   |

Dari hasil analisis terhadap penelitian terdahulu, didapatkan informasi yang dapat membantu dalam keberhasilan penelitian ini. Beberapa mikroorganisme pembena di tanah didapatkan berdasarkan penelitian terdahulu berhasil dalam peningkatan parameter pH pada tanah. Serta, faktor-faktor penghambat kelancaran proses metabolisme mikroorganisme dalam mendegradasi polutan pada tanah.



## BAB III METODE PENELITIAN

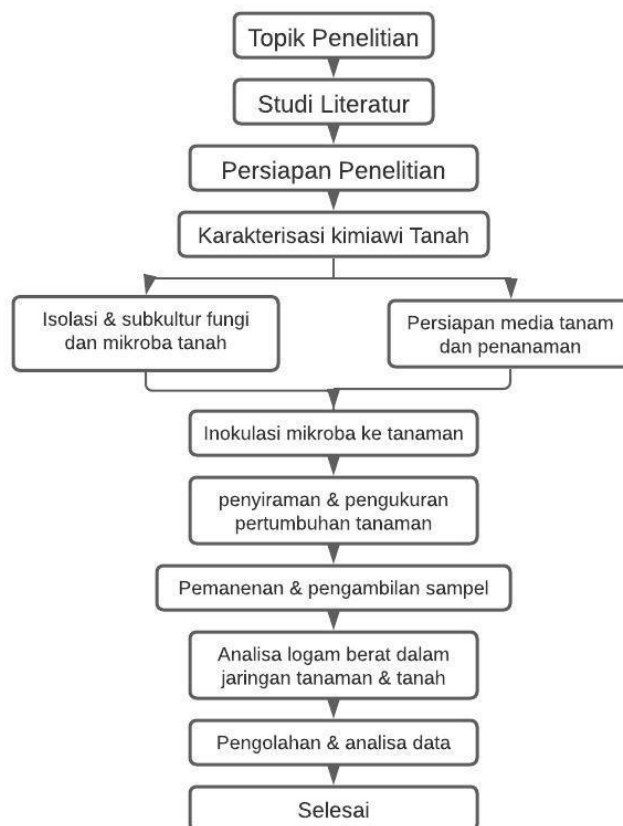
### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam skala rumah kaca. Penelitian dimulai dari pembuatan media tanam, hingga berakhir pada analisis data sampel yang diambil. Pembuatan media tanam, penanaman *Melaleuca leucadendra* (Kayu Putih), pengambilan sampel data, dan pemanenan *Melaleuca leucadendra* (Kayu Putih) dilakukan di rumah kaca. Selanjutnya, analisis data sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Penelitian dimulai pada bulan Februari 2020 sampai dengan bulan September 2020.

Sampel tanah yang digunakan berupa tanah hutan gambut sekunder yang diambil pada 21 Juli 2019 di KHDTK Tumbang Nusa Palangkaraya Kalimantan Tengah. Adapun, penelitian pertumbuhan bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

### 3.2 Tahapan Penelitian

Secara umum, berikut alur tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:



**Gambar 3.1** Bagan Alir Penelitian

### 3.2.1 Karakterisasi Tanah (Uji Parameter Awal)

Sampel tanah gambut diuji parameter kimia, lalu diukur kadar logam berat yang terkandung di dalamnya menggunakan alat laboratorium AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Adapun parameter kimia yang diujikan adalah kandungan logam Fe; Cu; Cd; Ni; Zn; Mn; Pb. Keberadaan logam berat pada tanah awal disebabkan derajat keasaman yang rendah sebesar 5,4.

Adapun hasil pembahasan dari karakteristik tanah awal yang diujikan dengan AAS adalah:

**Tabel 3.1** Karakteristik awal tanah gambut terbakar

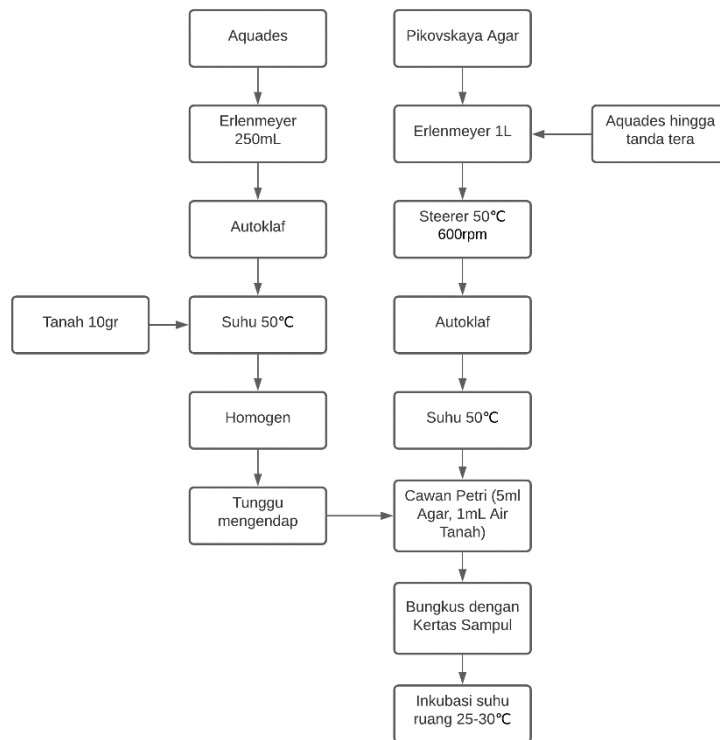
| <i>Fire Forest</i> |           |                    |                  |                   |
|--------------------|-----------|--------------------|------------------|-------------------|
| Parameter          | Pembacaan | Pengenceran (kali) | Pemekatan (kali) | Konsentrasi (ppm) |
| Ni                 | 0,1568    | 10                 | 5                | 15,68             |
| Fe                 | 1,0289    | 100                | 5                | 2057,8            |
| Cd                 | 0,035     | 1                  | 5                | 1,75              |
| Pb                 | 0,04809   | 10                 | 5                | 9,62              |
| Zn                 | 0,1824    | 10                 | 5                | 36,48             |
| Mn                 | 0,248     | 10                 | 5                | 49,6              |
| Cu                 | 0,024     | 10                 | 5                | 4,8               |
| K                  | 0,9976    | 100                | 5                | 1995,2            |

Sumber: Data Primer

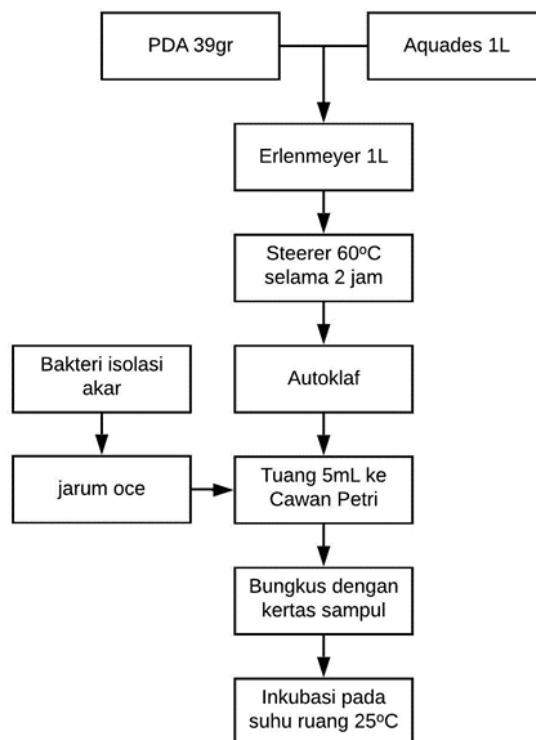
### 3.2.2 Isolasi dan Sub-kultur Fungi dan Bakteri Endofit

Isolasi dilakukan bertujuan untuk menumbuhkan mikroba berupa fungi yang terdapat pada tanah terbakar di lahan gambut sehingga dapat diuji potensinya dalam mendegradasi logam berat. Isolasi dilakukan dengan metode *direct plate* menggunakan media PDA (*Potato Dextrose Agar*). PDA (*Potato Dextrose Agar*) merupakan media yang cocok untuk pertumbuhan mikroba tanah memiliki pH rendah (pH 4,5 – 5,6) dengan suhu optimum untuk pertumbuhan antara 25-30 °C (Cappucino, 2014)

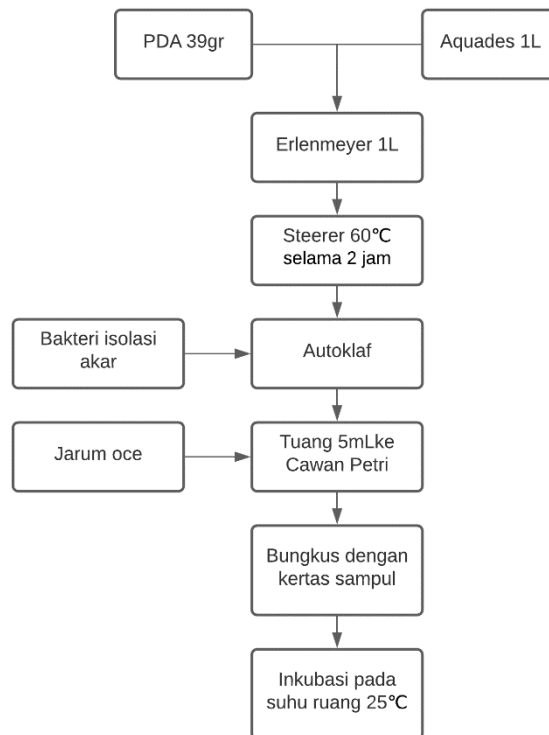
Setelah fungi yang diisolasi tumbuh dan didapatkan isolatnya, dilakukan sub-kultur dengan tujuan memperbanyak cadangan biakan mikroba yang ada. Adapun seluruh kegiatan isolasi dan sub-kultur dilakukan di *Laminer Airflow* guna mencegah masuknya kontaminan pada media tempat tumbuhnya bakteri



**Gambar 3.5 Tahapan Isolasi Fungi Tanah**



**Gambar 3.4 Tahapan Isolasi Bakteri Endofit**



**Gambar 3.6** Tahapan Sub-kultur Fungi Tanah

### 3.2.3 Persiapan Media Tanam dan Penanaman

Media tanam yang digunakan untuk penelitian ini adalah tanah gambut asli bekas terbakar yang berasal dari KHDTK Tumbang Nusa Palangkaraya Kalimantan Tengah yang sudah disterilisasi. Tujuan dari sterilisasi tanah tersebut adalah untuk mengetahui pengaruh inokulasi mikroba tanpa ada pengaruh dari mikroorganisme asli dari tanah gambut yang sudah terbakar tersebut. Tanah gambut sebagai media tanam tersebut dimasukkan ke dalam polybag untuk ditanami tanaman Jelutung (*Dyera costulata*) dan Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra*).

### 3.2.4 Inokulasi Fungi

Setelah tahapan sub-kultur, dilakukan inokulasi Fungi dan bakteri endofit, yaitu pemindahan inokulum mikroba dari media yang lama ke media tanam yang sudah ditanami tanaman Jelutung (*Dyera costulata*) dan Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra*). Disediakan media tanpa perlakuan uji sebagai kontrol.

Pada table 3.2 disajikan data koloni mikroba yang diinokulasikan pada tanaman uji per 1mL. Pada penelitian ini menggunakan jenis isolate fungi 1, fungi 2, fungi 3, fungi 4, konsorsium fungi, dan konsorsium fungi endofit. Koloni analisa dengan *colony counter* yang selanjutnya di hitung sesuai dengan tahap pengenceran yang dilakukan sebelumnya.



**Tabel 3.2** Populasi Fungi yang akan diinokulasikan per 1mL

| Microbe         | Colony in mL <sup>-1</sup> |
|-----------------|----------------------------|
| Fungi 1         | 1.38E+06                   |
| Fungi 2         | 1.45E+06                   |
| Fungi 3         | 3.41E+04                   |
| Fungi 4         | 4.62E+03                   |
| Bakteri 5       | 9.05E+05                   |
| Endofit 6       | 4.60E+06                   |
| Endofit 7       | 1.68E+06                   |
| Endofit 8       | 7.60E+06                   |
| Con. Fungi 9    | 2.86E+06                   |
| Con. Endofit 10 | 1.39E+07                   |
| Con. All 11     | 1.77E+07                   |
| Con. FE         | 1.67E+07                   |

Sumber: Data Primer

Inokulasi dilakukan dengan melubangi permukaan media tanam dalam polybag sedalam  $\pm 4-5$  cm. Kemudian inokulum fungi diinjeksikan dengan menggunakan pipetmen 1 ml masing-masing pada setiap media tanam. Selanjutnya, lubang yang sudah berisi fungi ditutup kembali. Pada tanaman Jelutung, total keseluruhan polybag yaitu 7 kantong, sebanyak 4 kantong diinjeksikan bakteri endofit sedangkan 3 sisanya tidak diinjeksikan karena akan digunakan sebagai kontrol. Pada tanaman Kayuputih, total keseluruhan polybag yaitu 24 kantong, dengan 3 replikasi diinjeksikan bakteri tanah gambut hutan sekunder, dan 3 kantong diinjeksikan fungi dengan masing-masing kantong memiliki 3 replikasi. Adapun sisanya 3 replikasi diinjeksikan penggabungan fungi dan endofit, dan 3 replikasi lainnya diinjeksikan fungi, bakteri tanah gambut hutan sekunder, dan bakteri endofit.

### 3.2.5 Penyiraman dan Pengukuran Tanaman

Sebagai pemenuhan nutrisi kebutuhan tanaman, dilakukan perawatan berupa penyiraman tanaman menggunakan air setiap hari pada waktu sore hari. Kemudian, untuk mengamati perkembangan tanaman uji, dilakukan pengukuran pertumbuhan tanaman setiap 2 minggu sekali, yaitu dengan mengukur ketinggian (cm) dan diameter batang tanaman (mm) selama 10 minggu atau  $\pm 3$  bulan. Hari ke 0 (pada saat inokulasi) dilakukan pengukuran sebagai inisial data.

### 3.2.6 Proses Panen dan Pengambilan Sampel

Tahap panen dilaksanakan setelah melakukan pengamatan pertumbuhan pada tanaman selama  $\pm 10$  minggu. Panen dilakukan dengan memisahkan antara bagian jaringan atas dengan jaringan bawah (akar). Pemisahan kedua bagian tanaman dilakukan dengan memotong 1 cm diatas jaringan akar tubuh tanaman. Setelah itu, masing-masing jaringan atas dan jaringan akar ditimbang untuk dicatat berat

basahnya. Kemudian, seluruh sampel jaringan atas dan jaringan akar dimasukkan ke dalam masing-masing amplop coklat yang diberi identitas kode tanaman. Adapun untuk tanah, masing-masing dimasukkan ke dalam plastik dengan identitas kode tanaman.

Seluruh jaringan tanaman kemudian dilakukan pengeringan untuk menghitung biomassa berat keringnya dengan cara dimasukkan ke dalam oven pada suhu 70°C selama 36 jam. Setelah kering, masing-masing jaringan ditimbang kembali dengan timbangan analitik dengan ketelitian 0,001 gram.

### 3.2.7 Analisa Logam Berat dalam Jaringan Tanaman dan Tanah

Seluruh sampel jaringan (atas dan akar) tanaman dan sampel tanah, dilakukan analisa logam berat dengan menggunakan alat laboratorium AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Sebelum diuji menggunakan metode AAS, setiap sampel dilakukan preparasi dengan mengeringkan sampel di kering angin, kemudian diayak untuk diambil 1gr sampel halus yang kemudian ditambahkan HNO<sub>3</sub> serta aquades untuk di destruksi dan disaring dengan kertas saring seperti tahapan yang disebutkan dalam lampiran 3. Sampel yang siap diuji dimasukkan di botol vial. Adapun parameter kimia yang diujikan adalah pH, dan kandungan logam berat Fe; Pb; Zn; dan K.

### 3.3 Prosedur Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan membandingkan hasil kinerja dari inokulasi fungi maupun konsortium fungi endofit dengan kontrol di setiap tanaman uji disajikan dalam bentuk grafik. Selain itu dilakukan perbandingan di pertumbuhan, dan serapan logam disetiap jaringan tumbuhan. Hasil akhir dari penelitian untuk melihat jenis isolat yang memiliki tendensi paling besar dengan penambahan standar error dalam melakukan restorasi lahan gambut dengan skala rumah kaca.

**Tabel 3.3** Baku Mutu Logam Berat pada Tanah dan Tumbuhan

| Parameter | Tanah                         | Tumbuhan                      |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|
| Fe        | -                             | 100 ppm <sup>5</sup>          |
| Mn        | -                             | 100ppm <sup>5</sup>           |
| Cu        | 2-100 ppm <sup>3</sup>        | 20-100 ppm <sup>2</sup>       |
| Pb        | 10 - 20 ppm <sup>4</sup>      | 50 ppm <sup>2</sup>           |
| Zn        | 70 ppm <sup>1</sup>           | 100 ppm <sup>5</sup>          |
| K         | butuh 10.000 ppm <sup>5</sup> | butuh 10.000 ppm <sup>5</sup> |

1. Darmono (1995)
2. Ministry of State Population and Environmental of Indonesia, and Dalhouse University, Canada (1992)
3. Pickering (1980)
4. Ferguson (1990)
5. Suhariyono (2005)

## BAB IV HASIL DAN ANALISIS

### 4.1 Hasil dan Analisis Parameter dalam Penelitian

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

#### 4.1.1 Pengaruh Inokulasi Fungi dan Konsortium antara Fungi Endofit (Konsortium FE) dalam Pertumbuhan Tanaman Jelutung

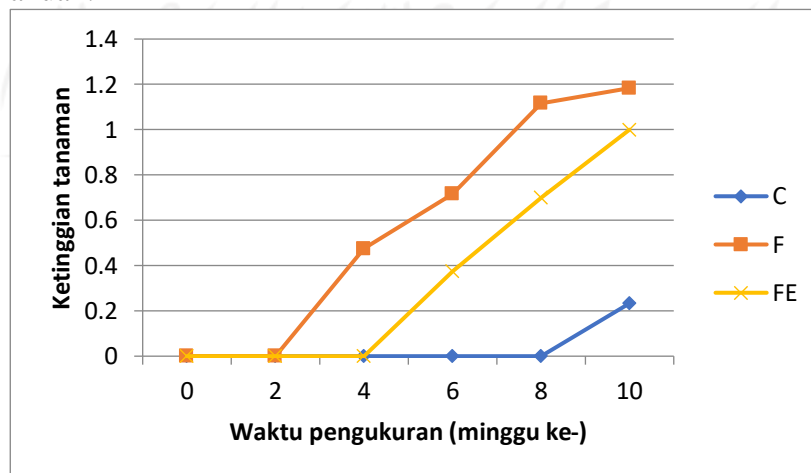
Pengamatan pertumbuhan tanaman uji Jelutung (*Dyera costluta*) dilakukan sebanyak 2 minggu sekali dalam jangka waktu 10 minggu. Parameter yang diamati ketinggian, diameter serta biomassa jaringan tumbuhan

##### a. Tinggi dan Diameter

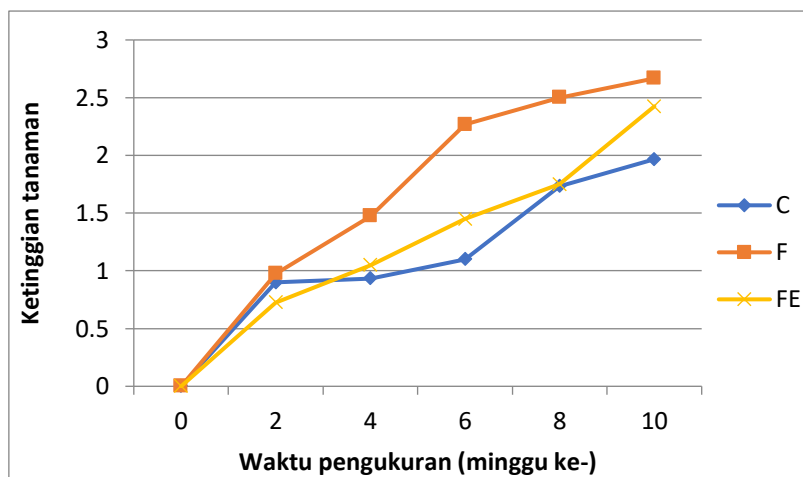
Tinggi dan diameter tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 merupakan perubahan ketinggian dan diameter tanaman Jelutung (*Dyera costaluta*) pada kontrol dan tanaman jelutung yang diinokulasikan fungi dan konsortium FE yang diukur setiap 2 minggu sekali.

Berdasarkan data pada Gambar 4.1 didapatkan perbedaan ketinggian dari masing-masing tanaman uji dibanding kontrol. Pertumbuhan diameter kontrol baru terlihat setelah minggu ke-8 berbeda dengan tanaman uji F dan FE di minggu ke-2 dan minggu ke-4. Tanaman Jelutung memang termasuk tanaman dengan pertumbuhan lambat. Dengan penambahan mikroba pembenah pertumbuhan jelutung akan lebih pesat dibanding yang tidak di beri pembenah seduai data yang disajikan oleh Grafik dibawah.

Secara keseluruhan, pada pengamatan pertumbuhan tinggi dan diameter dapat disimpulkan bahwa tanaman Jelutung dengan perlakuan fungi dan konsortium FE lebih unggul dibanding dengan tanaman kontrol yang tidak diberi perlakuan.



Gambar 4.1 1 Grafik Analisa Data Diameter Tanaman Jelutung

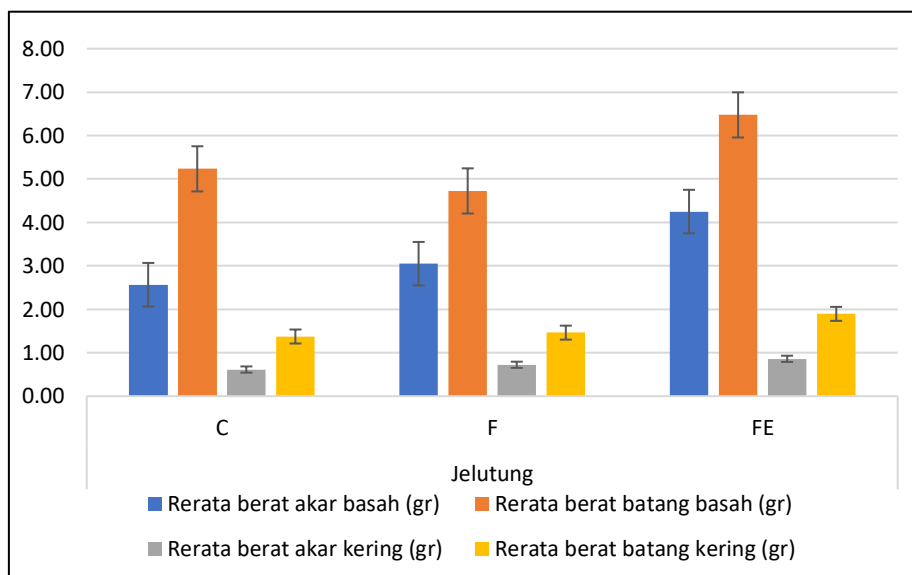


**Gambar 4.1 2** Grafik Analisa Data Ketinggian Tanaman Jelutung

### b. Biomassa Tanaman Jelutung

Berdasarkan Gambar 4.1.3 disajikan data yang menunjukkan bahwa kontrol menunjukkan berat kering terendah dibanding lainnya. Hal ini menunjukkan adanya aplikasi dari fungi dan endofit dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman jelutung. Inokulasi konsortium fungi dan endofit menghasilkan biomassa tertinggi dibanding dengan lainnya.

Peningkatan berat kering berbanding lurus dengan hasil fotosintesis yang tertimbun dalam tanaman. Tanaman sebagai inang mencukupi kebutuhan energi bagi mikroba dalam proses kolonisasi. Kolonisasi mikroba ini yang memberikan peran positif dalam penyediaan unsur hara terutama N dan P (Nurhidayati et al., 2011).



**Gambar 4.1 3** Grafik Analisa Data Biomassa Tanaman Jelutung

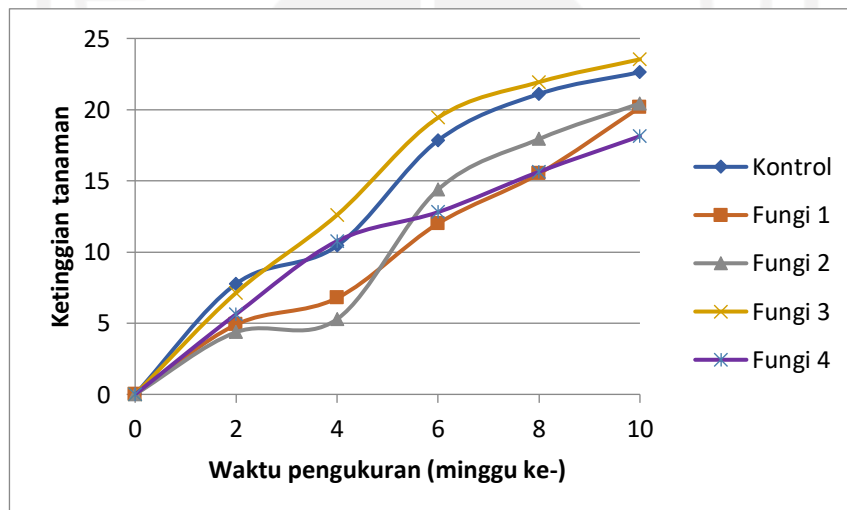
## 4.1.2 Pengaruh Inokulasi Fungi dan Konsortium Fungi dalam Pertumbuhan Tanaman Kayu Putih

### a. Tinggi dan Diameter Tanaman Kayu Putih

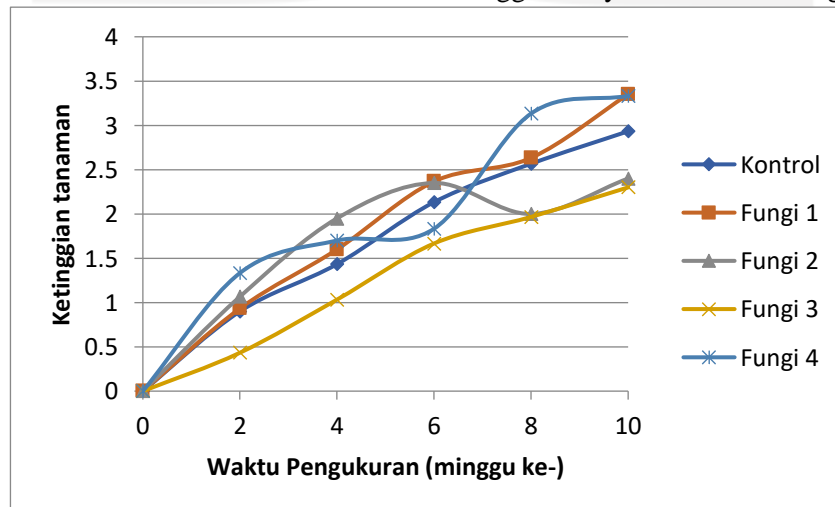
#### 1. Isolat Fungi

Pengaruh inokulasi fungi dalam menstimulasi pertumbuhan tanaman uji Kayu Putih disajikan dengan hasil Analisa data Gambar 4.1 4 dan Gambar 4.1 5. Dari Data dapat dilihat bahwa ketinggian dan diameter lebih tinggi dibanding dengan kontrol. Fungi 3 memiliki tendensi lebih besar dibanding dengan jenis inoculum lainnya dalam hal ketinggian tanaman. Sedangkan untuk diameter fungi 1 memiliki tendensi lebih baik dari inoculum lainnya walaupun pada akhirnya memiliki level yang sama dengan kontrol.

Kemampuan mikoremediasi dari inoculum dalam proses penghilangan toksik dari lingkungan tercemar. dibuktikan mampu menstimulasi proses pertumbuhan (Agunwanba, 2015). Fungi dapat mengubah bentuk senyawa berbahaya pada lingkungannya sebagai sumber energi dengan proses intraseluler dan ekstraseluler.(Kurniawan & Ekowati, 2016).



Gambar 4.1 4 Grafik Analisa Data Ketinggian Kayu Putih Isolat Fungi

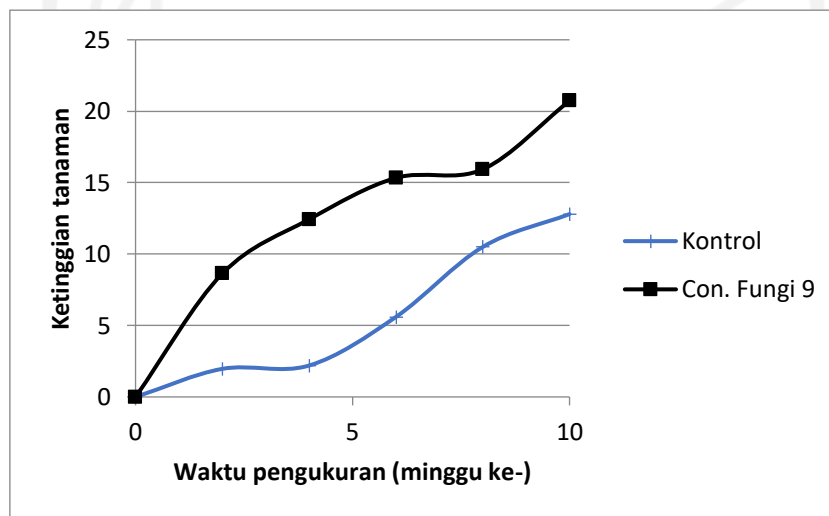


Gambar 4.1 5 Grafik Analisa Data Diameter Kayu Putih Isolat Fungi

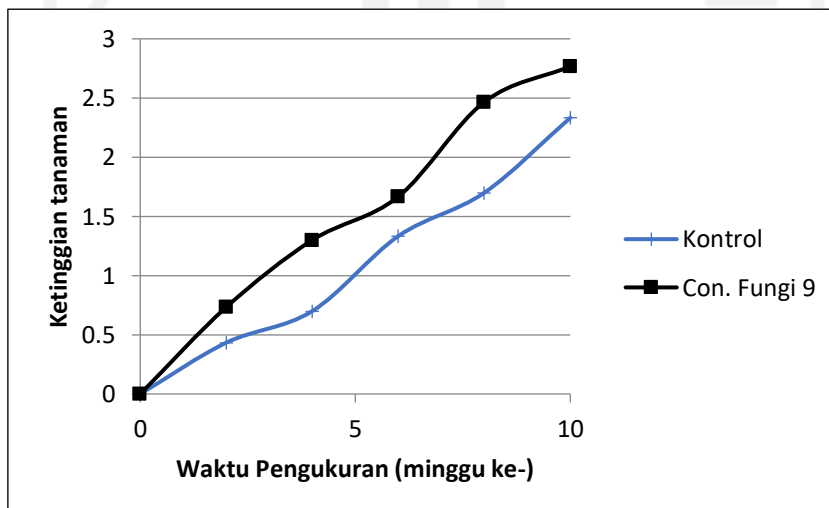
## 2. Isolat Konsortium Fungi

Konsortium Fungi merupakan gabungan dari keempat isolat fungi yang telah direkulturisasi. Inokulum ini memiliki tendensi yang lebih baik dibanding isolat fungi tunggal. Pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman uji dibanding kontrol memiliki celah yang cukup jauh. Kolonisasi dalam proses degradasi senyawa toksik dilingkungan sangat penting bagi mikroba untuk mensupport tanaman inangnya.

Konsortium fungi menghasilkan tendensi lebih baik dibanding dengan isolat tunggal fungi dalam menstimulasi pertumbuhan tanaman uji. Keberhasilan ini diasumsikan sebanding dengan karakteristik isolat forest fire fungi yang dikulturisasi. Karakteristiknya merupakan jenis mikroba *free living* yang bergerak bebas di tanah dan menguntungkan bagi inangnya (tanaman kayu putih). Tanaman uji membutuhkan peranan fungi dalam detoksifikasi media tanam yang tercemar.



Gambar 4.1 7 Grafik Analisa Ketinggian Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi

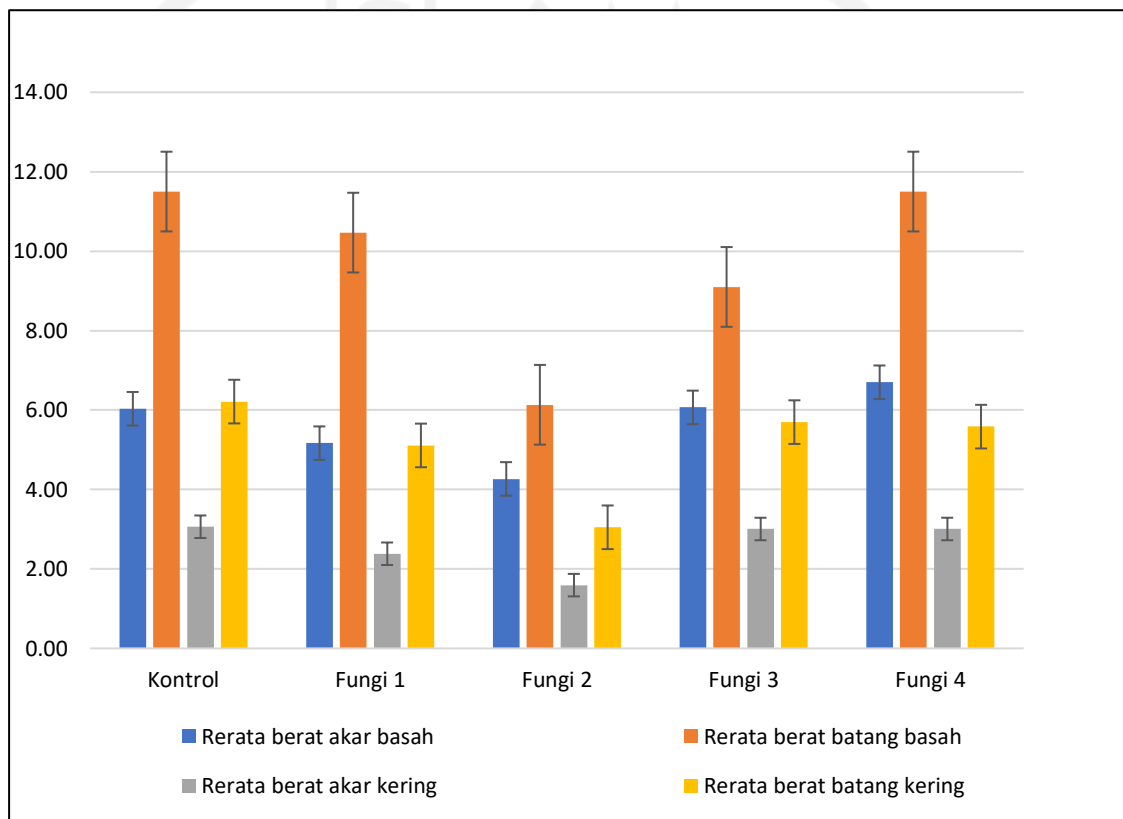


Gambar 4.1 6 Grafik Analisa Data Diameter Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi

## b. Berat Basah dan Kering Tanaman Kayu Putih

### 1. Isolat Fungi

Berikut Analisa data dari biomassa dengan tanaman kayu putih (*introduce plant species*) menunjukkan tendensi lebih pada isolat fungi 4. Hasil menunjukkan fungi 4 dibanding kontrol lebih baik dengan inoculum fungi lainnya. Berat basah fungi 4 memiliki jumlah yang lebih besar dibanding kontrol. Akan tetapi, parameter berat kering mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan. Diasumsikan terdapat *limited factor* dalam proses penimbangan oleh penguji. Idealnya berat basah berbanding lurus dengan berat kering pula.

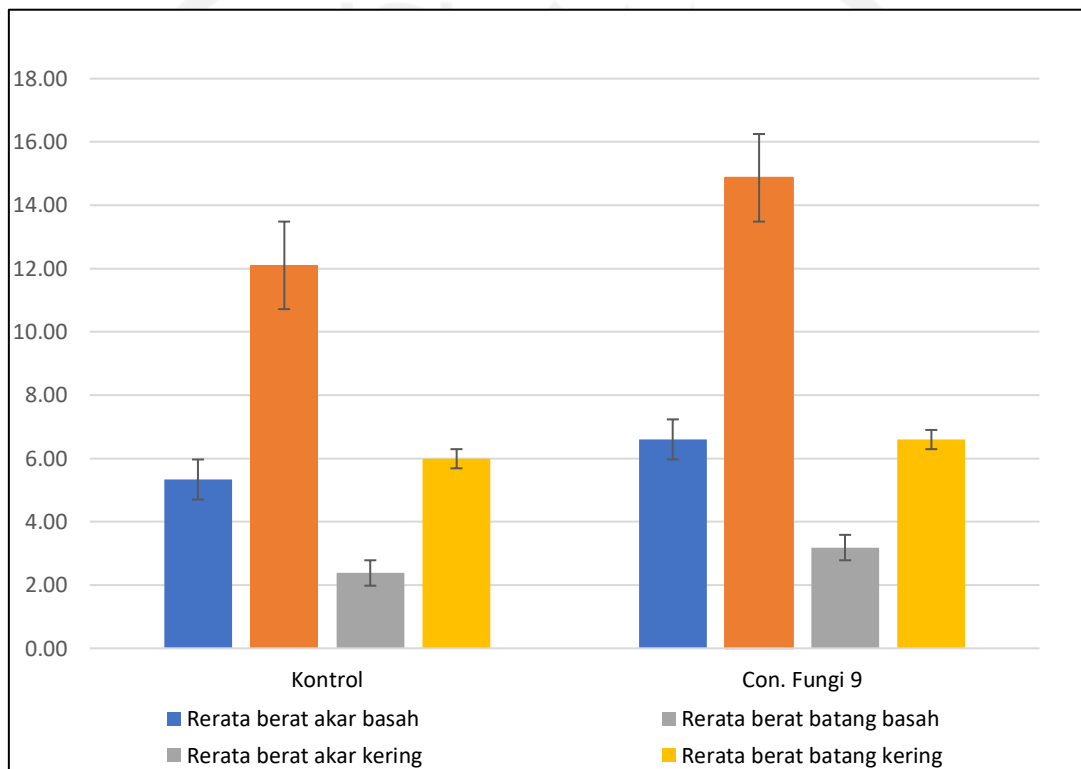


**Gambar 4.1 8** Grafik Analisa Data Biomassa Kayu Putih Isolat Fungi

### 2. Isolat Konsortium Fungi

Karakteristik fungi yang berkeliaran di dalam tanah dan toleransi tingkat tinggi terhadap lingkungan toksik menunjukkan tendensi yang baik jika bersimbiosis dengan tanaman. Tendensi ini dapat dilihat dari kemampuan fungi meningkatkan biomassa tanaman kayu putih dengan media yang tercemar. Media tanah tanaman memiliki pH sebesar 5,4 berpotensi mengandung logam berat tinggi.

Inokulum Fungi akan lebih baik dalam kondisi konsortium di kondisi tanah dengan kandungan logam berat yang cukup tinggi. Data dari Gambar 4.1 9 menunjukkan tendensi konsortium fungi lebih baik dibanding inokulum tunggal berdasarkan analisa data Gambar 4.1 8. Konsortium fungi memiliki peranan dalam menstimulasi pertumbuhan dengan manifestasi biomassa tanaman. Fungi berperan dalam pengendalian angka toksisitas logam berat dalam tanah melalui mekanisme pertahanannya. Mekanisme pertahanan yang dimaksud yaitu dengan mentransformasi bentuk logam menjadi sumber energi bagi fungi dan inangnya/tanaman uji (Kurniawan & Ekowati, 2016).



**Gambar 4.1 9** Grafik Analisa Data Biomassa Tanaman Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi



## 4.2 Hasil Pengujian Sampel pH Tanah

Derajat keasaman (pH) adalah indikator yang berpengaruh langsung atas keterlarutan unsur logam berat dalam tanah. Semakin tinggi pH menyebabkan logam berat mengendap dan juga pengaruh secara tidak langsung kapasitas pertukaran kation dalam tanah (KPK). Peningkatan pH berbanding lurus dengan peningkatan KPK. Sehingga Logam berat semakin banyak mengendap atau lebih kuat sehingga sifat toksisitasnya menurun (Andhini, 2017).

### 4.2.1 Hasil Pengujian pH Sampel Tanah Tanaman

Berdasarkan Tabe 4.1 ph kondisi tanah awal tanah sebelum diinokulasikan mikroba sebesar 5,4. Setelah dilakukan penanaman dengan tanaman uji didapatkan data yang cukup variatif. Tanaman dengan inokulum mikroba dapat meningkatkan pH dengan signifikan dibanding dengan karakteristik kondisi awal dan kontrol.

Inokulum Fungi 4 merupakan mikroba terbaik atas peningkatan pH dibanding dengan inokulum lainnya. Walaupun demikian, isolat lainnya juga terbukti menaikkan pH dibanding dengan kontrol masing-masing tanaman uji baik dengan *Native Plant Species* maupun *Introduce Plant Species*.

**Tabel 4.1** Analisa data perubahan pH tanah setelah perlakuan

| pH Karakteristik Tanah Awal | Kode Tanaman             | pH Tanah |
|-----------------------------|--------------------------|----------|
| 5.4                         | Kontrol Jelutung 1       | 6.7      |
|                             | Konsortium Fungi         | 6.8      |
|                             | Konsortium Fungi Endofit | 6.8      |
|                             | Kontrol Kayu Putih 1     | 6.6      |
|                             | Forest Fungi 1           | 6.8      |
|                             | Forest Fungi 2           | 6.7      |
|                             | Forest Fungi 3           | 6.8      |
|                             | Forest Fungi 4           | 7        |
|                             | Kontrol Kayu Putih 2     | 6.5      |
| Konsortium Fungi 9          | 6.6                      |          |

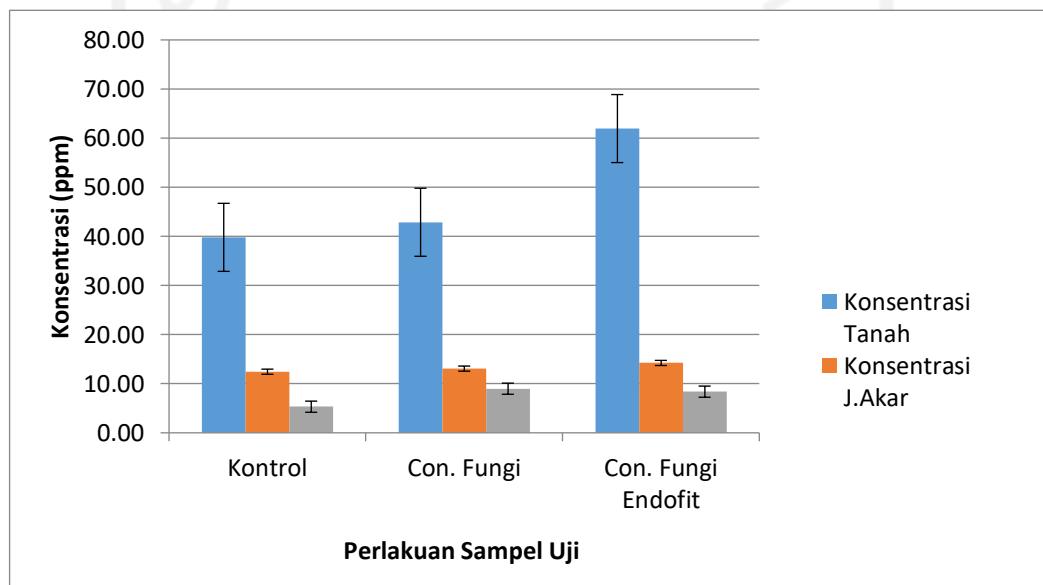
Sumber: Data Primer

### 4.3 Pengaruh Inokulasi Konsorsium Fungi dan Konsorsium Fungi Endofit terhadap Reduksi Logam pada Tanaman Uji Jelutung (*Native Plant Species*)

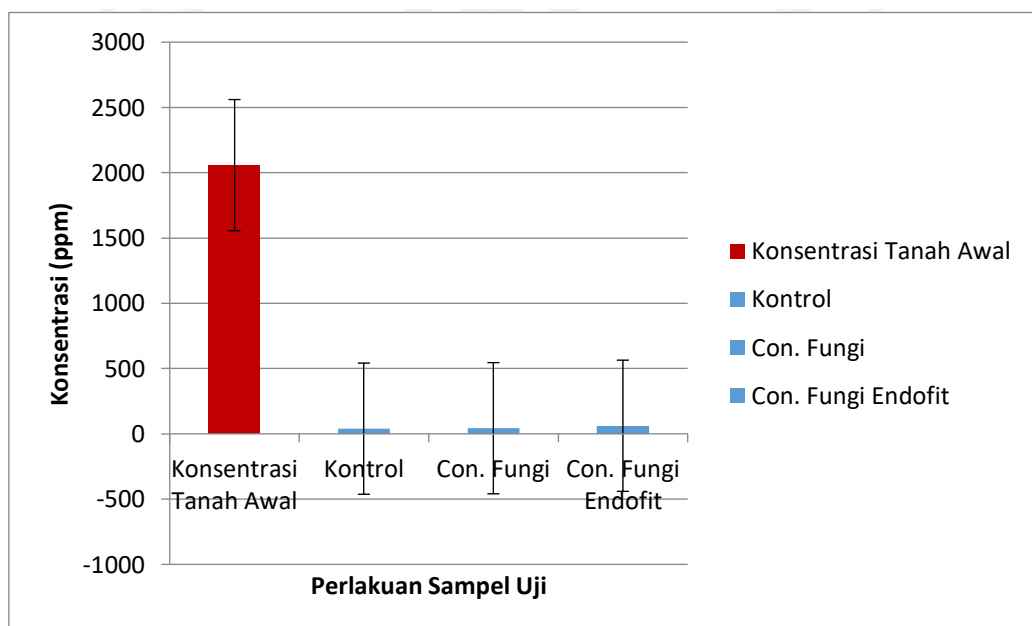
#### 4.3.1 Reduksi Logam Fe

Fe merupakan unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tanaman, Fe dalam tanaman lebih banyak ditemukan dalam media tanah dan akar dibanding jaringan batang. Hal ini dikarenakan proses kimiawi Fe dalam tanah dengan lebih banyak pergerakan secara horizontal daripada vertikal (Suhariyono & Menry, 2005).

Dari Analisa data Gambar 4.3 1 baik fungi maupun konsortium fungi endofit tidak dapat mendegradasi konsentrasi Fe dalam tanah. Sedangkan jika dibandingkan dengan konsentrasi awal tanah penurunan konsentrasi sangat signifikan didapatkan oleh tanaman uji kontrol dan isolat mikroba sesuai Gambar 4.3 2.



**Gambar 4.3 2** Grafik Analisa Konsentrasi Fe Jelutung Konsortium F dan FE

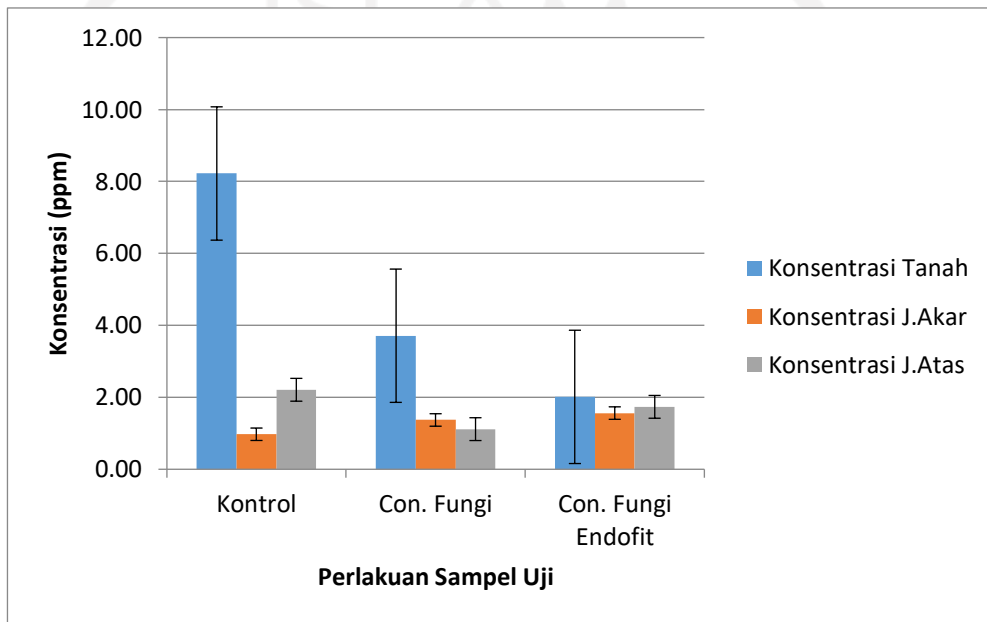


**Gambar 4.3 1** Grafik Analisa Konsentrasi Fe Tanah Awal-Jelutung Konsortium F dan FE

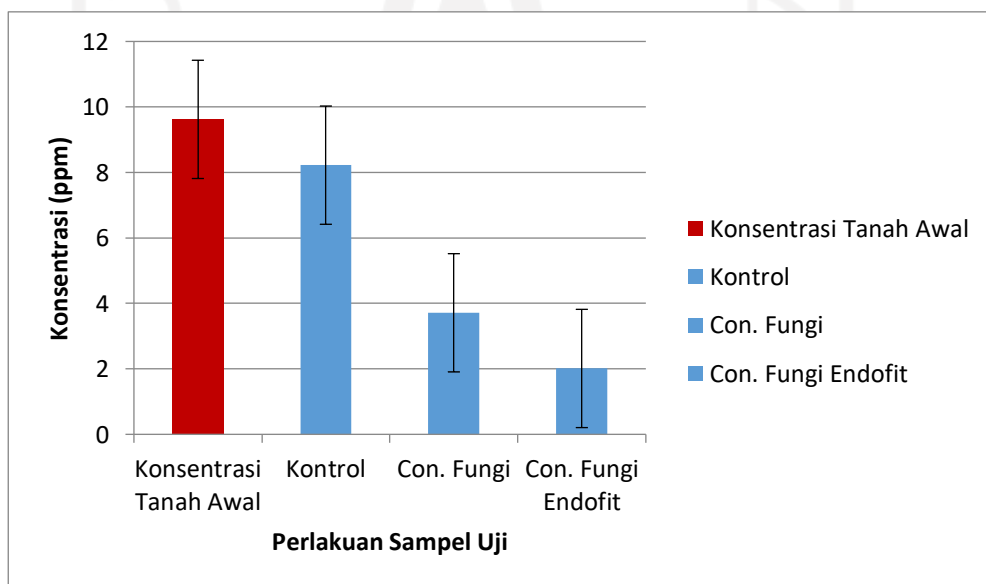
### 4.3.2 Reduksi Logam Pb

Keberadaan unsur Pb dalam tanah dianggap sebagai polutan dan berbahaya bagi pertumbuhan tanaman (Darmono, 1995). Konsortium fungi dan endofit dalam merupakan isolat terbaik dalam mendegradasi unsur Pb dalam tanah sesuai Analisa data pada Gambar 4.3 3 dan Gambar 4.3 4. Diamati berdasarkan kenaikan pH antara kon. fungi dan kon. fungi endofit didapatkan angka yang sama yaitu 6.8. Akan tetapi dengan konsortium fungi dan endofit menghasilkan tendensi yang lebih baik.

Proses degradasi logam Pb pada tanaman uji jelutung ini diindikasikan secara proses secara biosorpsi oleh mikroba (Gadd, 2010). Akan tetapi terjadi kenaikan konsentrasi Pb pada akar diasumsikan terjadi kompetisi antara fungi dan endofit di akar.



**Gambar 4.3 4** Grafik Analisa Konsentrasi Pb Jelutung Konsortium F dan FE

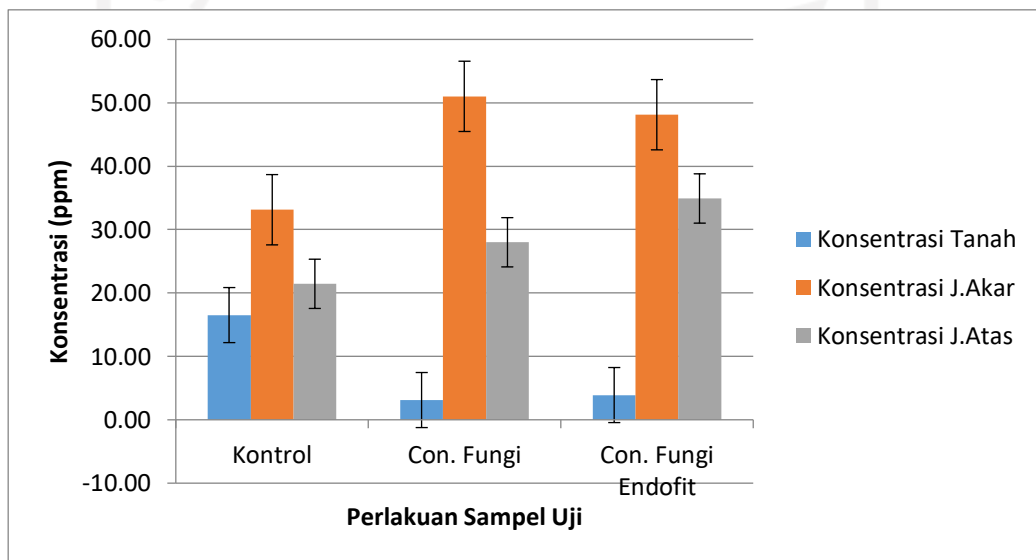


**Gambar 4.3 3** Grafik Analisa Konsentrasi Pb Tanah Awal-Jelutung Konsortium F dan FE

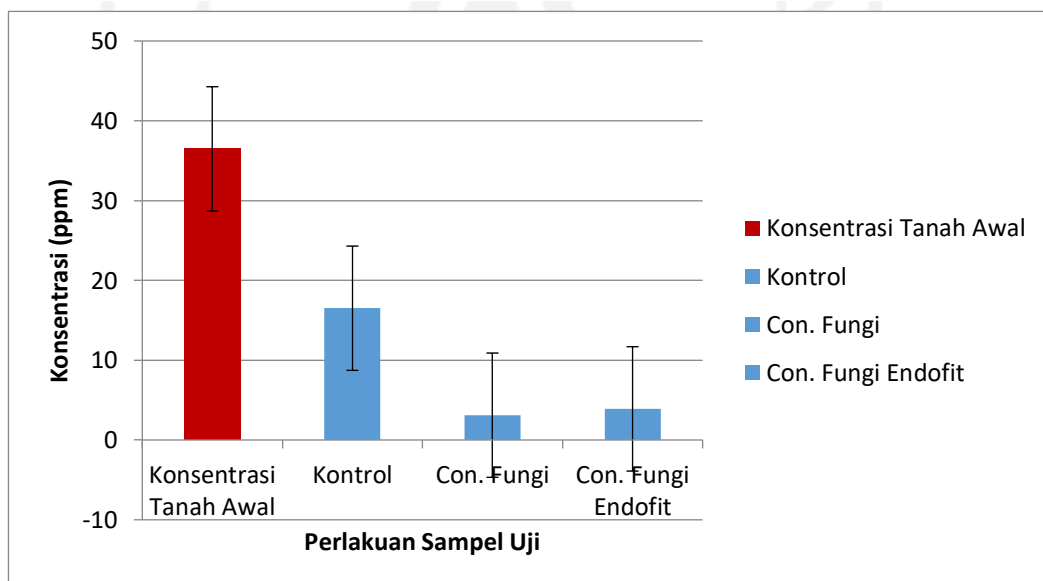
### 4.3.3 Reduksi Logam Zn

Berdasarkan Gambar 4.3 5 dan Gambar 4.3 6 didapatkan bentuk grafik variatif, konsentrasi tanah disetiap tanaman uji mengalami penurunan dan konsortium fungi dengan tendensi paling baik. Sedangkan untuk jaringan tumbuhan mengalami peningkatan dikarenakan unsur Zn merupakan unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman.

Unsur Zn berperan dalam pertumbuhan hormon pengontrol, transformasi karbohidrat, pengelolaan konsumsi glukosa, dan membantu sintesis protein. Walaupun tinggi konsentrasi Zn pada tanaman masih berada dibawah baku mutu yaitu 100 ppm (Suhariyono & Menry, 2005). Dengan kemampuan meningkatkan pH yang sama diasumsikan pada pendegradasian Zn terjadi kompetisi antara fungi dan endofit dalam proses absorpsi unsur Zn pada tanah.



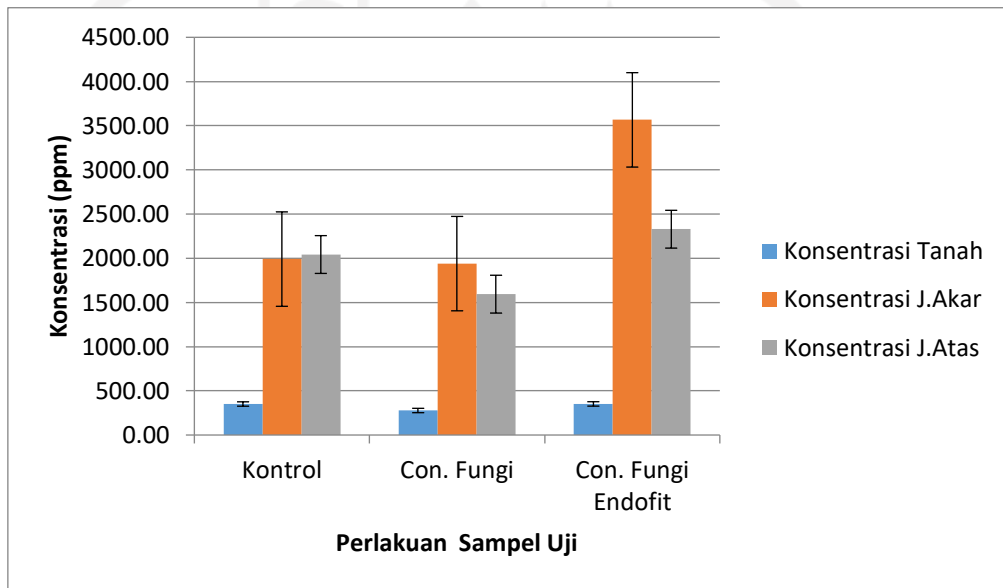
Gambar 4.3 5 Grafik Analisa Konsentrasi Zn Jelutung Isolat Konsortium F dan FE



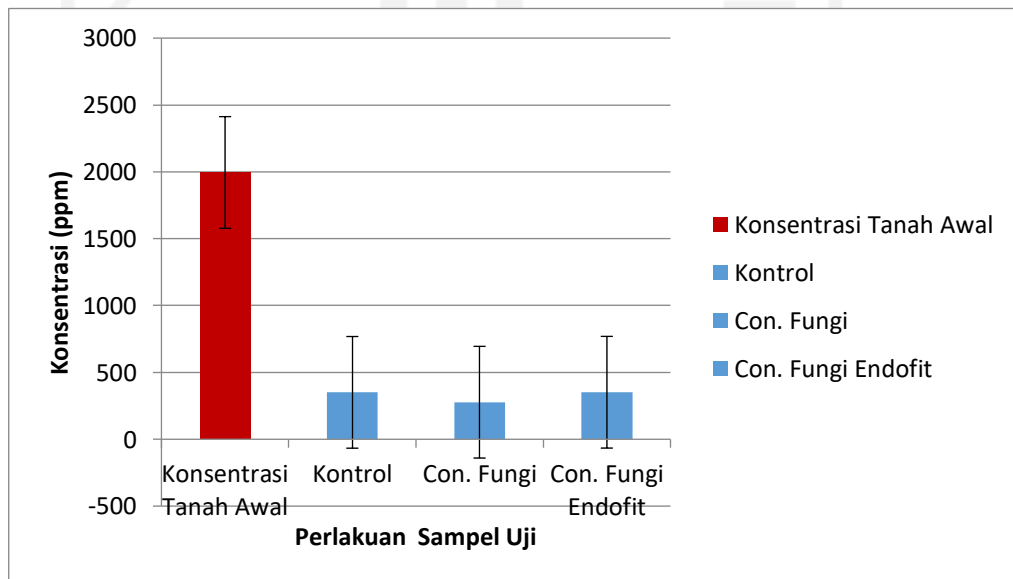
Gambar 4.3 6 Grafik Analisa Konsentrasi Zn Tanah Awal-Jelutung Konsortium F dan FE

#### 4.3.4 Reduksi Logam K

Unsur K adalah unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman guna untuk mengaktifkan beberapa enzim penting dalam keseimbangan air dalam tanaman (Suhariyono & Menry, 2005). Dalam keseimbangan dan degradasi unsur K seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3 7 dan Gambar 4.3 8. Konsortium fungi memiliki tendensi yang baik. Dari grafik disimpulkan pendegradasian unsur K dalam tanah dan optimalisasi penggunaan unsur K konsortium fungi dapat menstimulasi pertumbuhan tinggi dan diameter yang baik juga. Berdasar grafik Gambar 4.1 1 dan 4.1 2 pertumbuhan dengan inokulasi konsortium fungi menunjukkan tendesi terbaik dibanding kontrol dan konsortium fungi dengan endofit.



Gambar 4.3 7 Grafik Analisa Konsentrasi K Jelutung Isolat Konsortium F dan FE



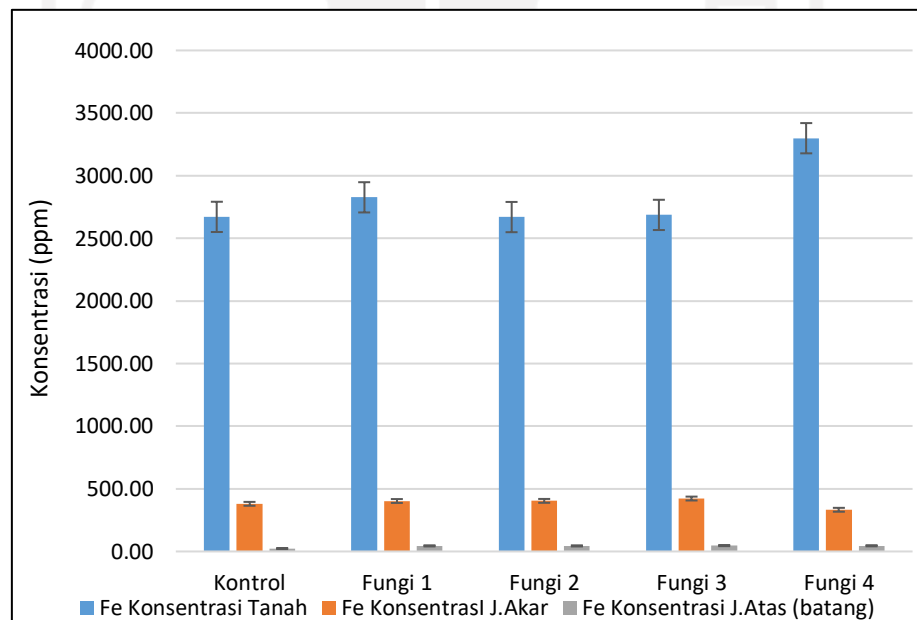
Gambar 4.3 Grafik Analisa Konsentrasi K Tanah Awal-Jelutung Konsortium F dan FE

#### 4.4 Pengaruh Inokulasi Fungi dan Konsorsium Fungi terhadap Reduksi Logam pada Tanaman Uji Kayu Putih (*Introduce Plant Species*)

##### 4.4.1 Reduksi Logam Fe

Dominasi pergerakan Fe secara horizontal dalam proses kimiawi tanah menyebabkan konsentrasi unsur Fe dalam tanah dan akar lebih signifikan dibanding dengan jaringan atas. Tanaman membutuhkan unsur Fe sebagai pembentuk klorofil, pembawa electron di dalam enzim-enzim dan sebagai fiksasi nitrogen. Tanaman membutuhkan maksimum 100ppm unsur Fe akan tetapi tidak akan diabsorpsi dengan jumlah besar oleh tanaman (Suhariyono & Menry, 2005). Dengan begitu tanaman tidak akan terkontaminasi dan juga peranan fungi dalam mendetoksifikasi senyawa logam berat dan perubahan penjerapan yang dimediasi oleh fungi.

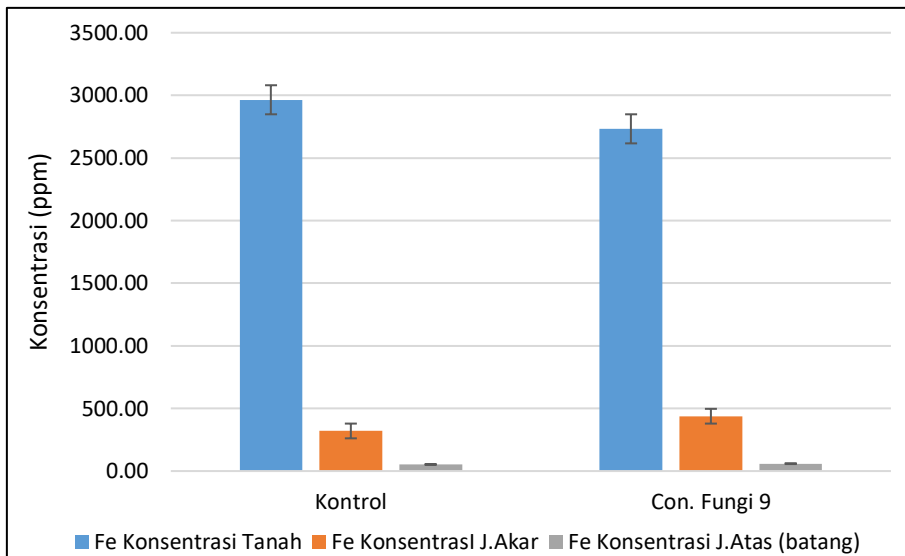
Grafik pada Gambar 4.4 1 menunjukkan bahwa isolat fungi 3 memiliki tendensi dominan dibanding jenis lainnya. Hal ini sejalan dengan kemampuan fungi 3 dalam meningkatkan pH tanah tanaman menjadi 6.8. Dengan kondisi pH yang mendekati netral sehingga dapat menurunkan mobilitas logam berat dalam tanaman uji kayu putih (Andhini, 2017).



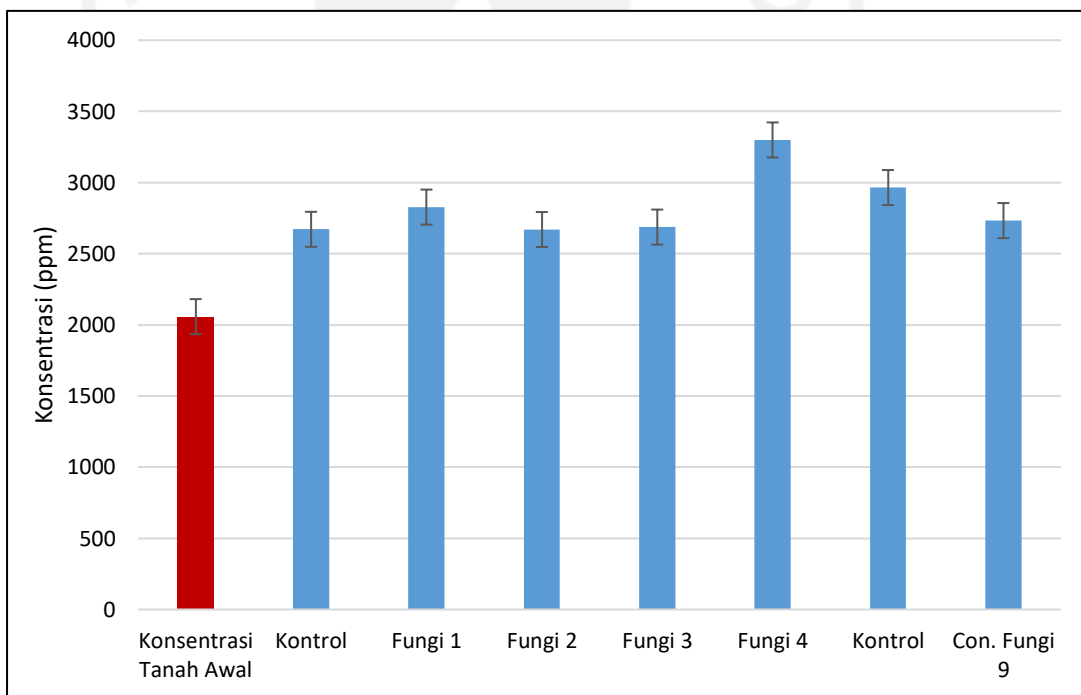
**Gambar 4.4 1** Grafik Analisa Konsentrasi Fe Kayu Putih Isoat Fungi

Konsortium dalam proses degradasi unsur Fe dalam tanah memiliki tendensi yang lebih rendah dibanding dengan isolat tunggal (Gambar 4.4. 2). Dikarenakan sifat hidup *forest fire* fungi yaitu bergerak bebas dalam tanah (*free living*) diasumsikan terjadi kompetisi antar koloni fungi. Jika dibandingkan dengan kondisi tanah awal fungi 2 menunjukkan tendensi terbaik diantara isolat lainnya sesuai analisa pada Gambar 4.4 3.

Proses metabolisme mikroba yang berperan dalam mendegradasi logam Fe pada tanah uji yaitu secara *bioweathering*. Singkatnya *bioweathering* dapat didefinisikan sebagai proses pelapukan, pembusukan mineral yang dimediasi oleh mekanisme fisik dan kimia langsung dan tidak langsung fungi pada tanah.



**Gambar 4.4 2** Grafik Analisa Konsentrasi Fe Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi

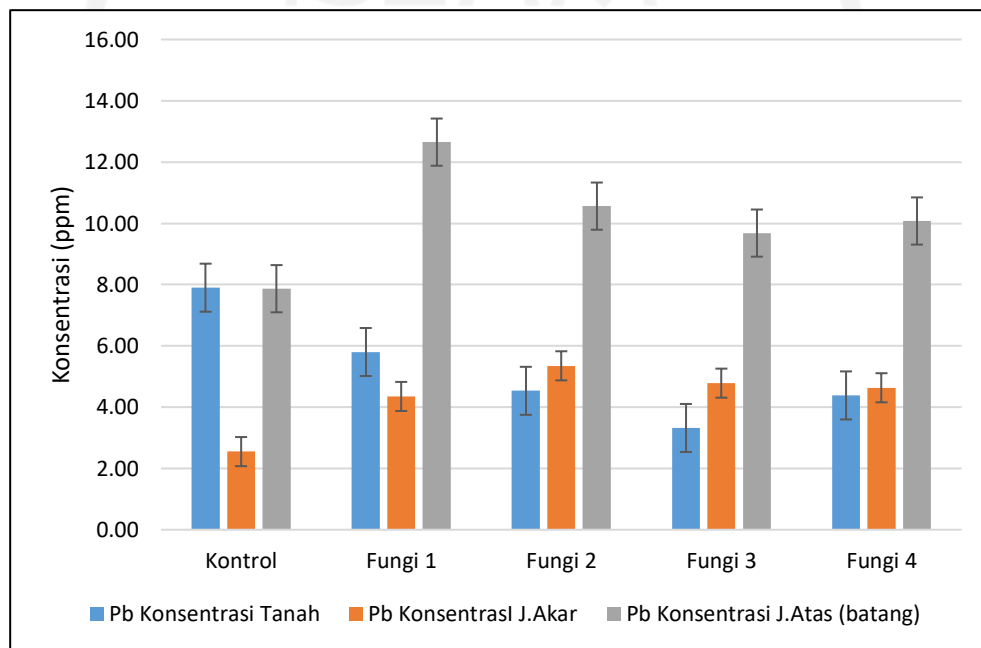


**Gambar 4.4 3** Grafik Analisa Konsentrasi Fe Tanah Awal-Kayu Putih Isolat Fungi dan Konsortium Fungi

#### 4.4.2 Reduksi Logam Pb

Unsur Pb dalam tanah diklasifikasikan sebagai polutan bagi tanaman dapat menyebabkan gagal tumbuh hingga keracunan bagi tanaman. Inokulasi fungi 3 pada tanaman dapat menurunkan konsentrasi Pb pada 3 sektor yaitu tanah, jaringan akar dan jaringan atas. Inokulum fungi 3 memiliki tendensi untuk merestorasi lahan gambut terbakar secara optimal.

Konsortium fungi tidak sebaik inokulum tunggal fungi 3 diasumsikan ada kompetisi dalam proses biorsorpsi fungi dalam tanah. Proses adalah proses penyerapan logam secara pasif oleh sel-sel mikroorganisme secara pasif yang melibatkan makromolekul seperti lipid, protein, dan polisakarida yang terdapat pada dinding sel mikroba (Kurniawan & Ekowati, 2016).

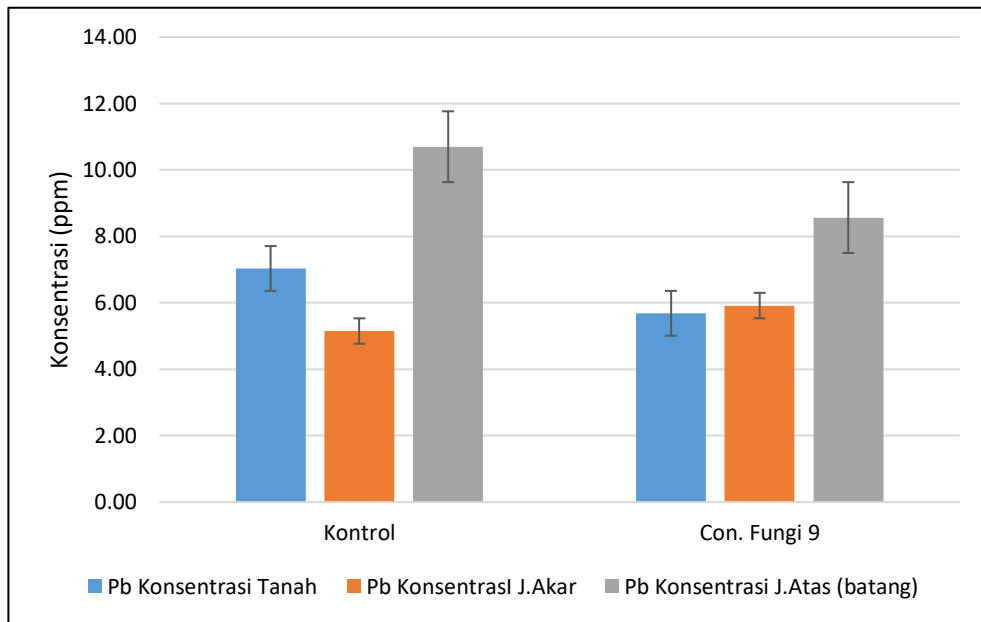


**Gambar 4.4 4** Grafik Analisa Konsentrasi Pb Kayu Putih Isoat Fungi

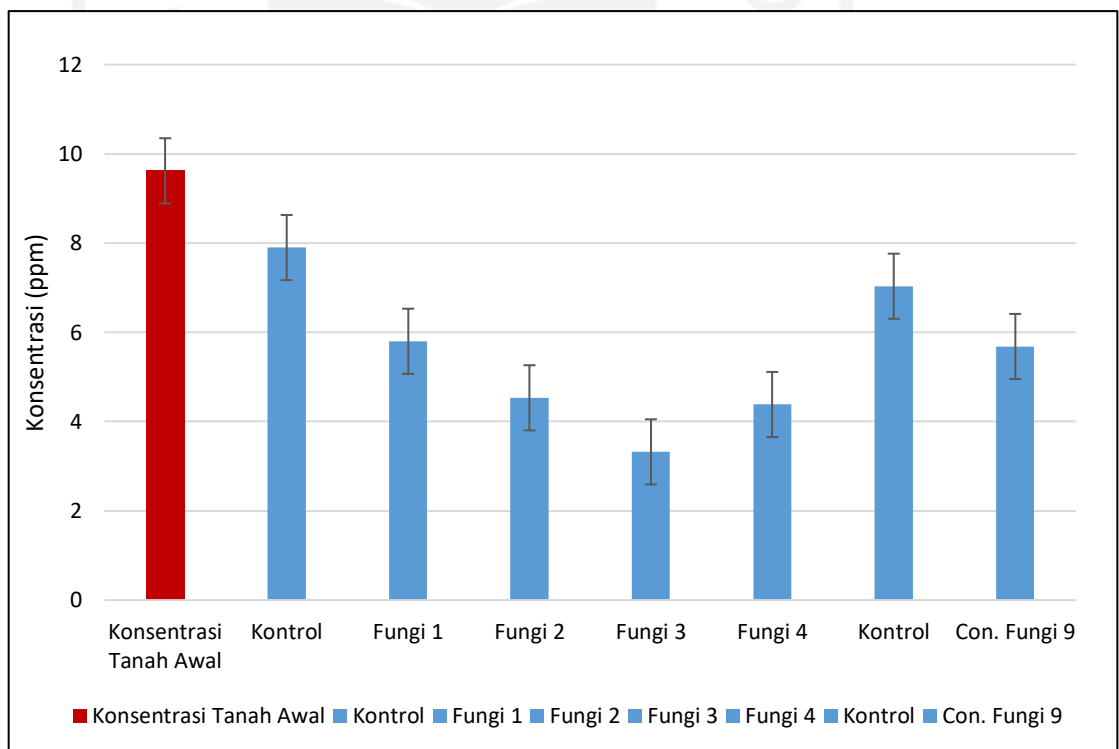
Dengan kemampuan meningkatkan pH yang semua bernilai 5,4 menjadi 6,8 inokulasi fungi 3 menunjukkan hasil yang sebanding. Pada grafik gambar 4.4 6 dapat dianalisa penurunan konsentrasi yang sangat signifikan dilakukan oleh jenis fungi ini. Jika dianalisa lebih dalam kemampuan isolat fungi 3 dalam menstimulasi pertumbuhan tinggi tanaman juga menunjukkan tendensi yang sangat baik.

Dari data juga dapat ditemukan konsentrasi Pb pada jaringan atas didapatkan konsentrasi yang tinggi. Asumsi bahwa isolat fungi tunggal tidak memiliki sifat barrier berbeda dengan konsortium fungi yang dapat menahan tranfer unsur Pb kedalam jaringan atas. Jadi, Isolat fungi 3 memiliki tendensi merestorasi lahan gambut terbakar tetapi tidak untuk *edible plant species*, sedangkan konsortium fungi memiliki tendensi untuk itu.





**Gambar 4.4 5** Grafik Analisa Konsentrasi Pb Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi

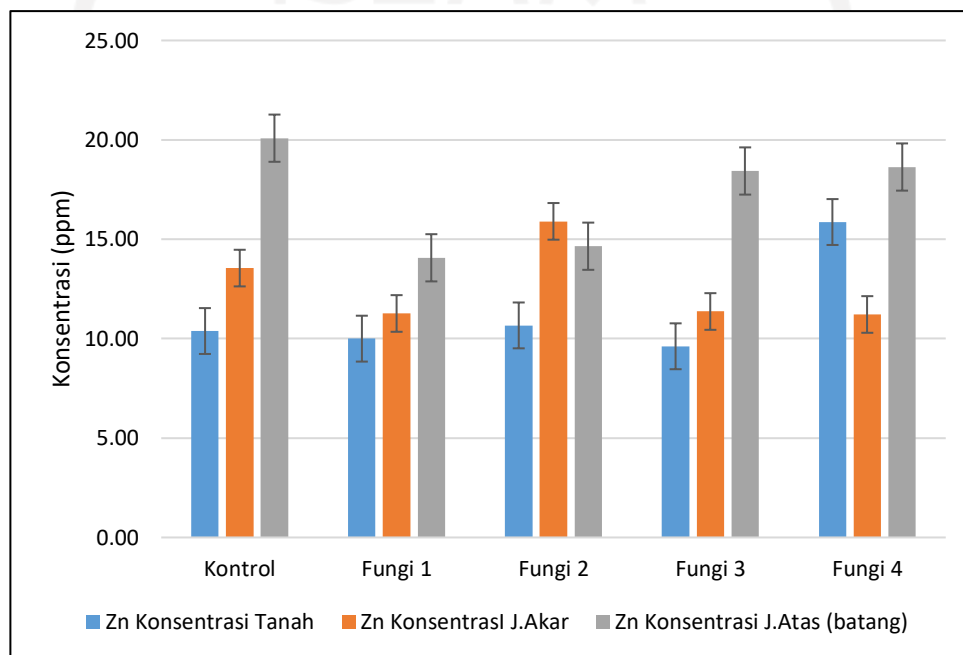


**Gambar 4.4 6** Grafik Analisa Konsentrasi Pb Tanah Awal-Kayu Putih Isolat Fungi dan Konsortium Fungi

#### 4.4.3 Reduksi Logam Zn

Unsur Zn merupakan unsur hara mikro yang berperan sebagai transformasi karbohidrat, pertumbuhan hormone pengontrol, mengelola konsumsi gula dan membantu sintesis protein (Kurniawan & Ekowati, 2016). Dari Gambar 4.4 7 dan 4.4 8 didapatkan bahwa konsentrasi Zn pada jaringan akar dan jaringan atas cukup tinggi dibanding tanah.

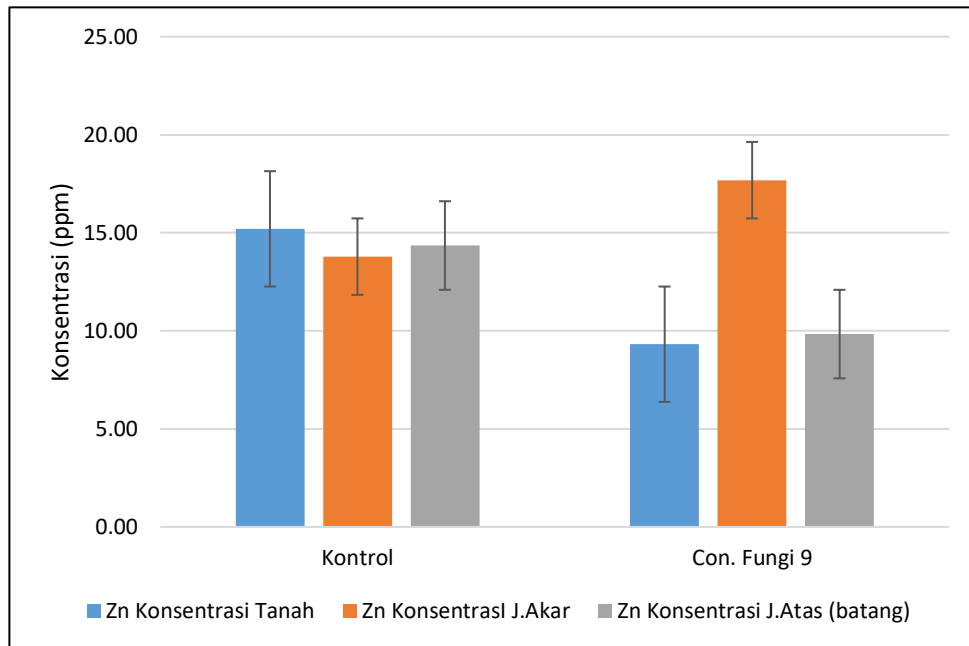
Inokulasi konsortium fungi 9 pada tanaman menunjukkan tendensi yang baik selain mampu menurunkan konsentrasi Zn pada tanah juga mampu berperan sebagai *barrier* yang membatasi mibilisasi logam berat pada jaringan tanaman. Kemampuan degradasi logam beratnya sejalan dengan kemampuan dalam menstimulasi pertumbuhan dan peningkatan biomassa dibanding dengan kontrol.



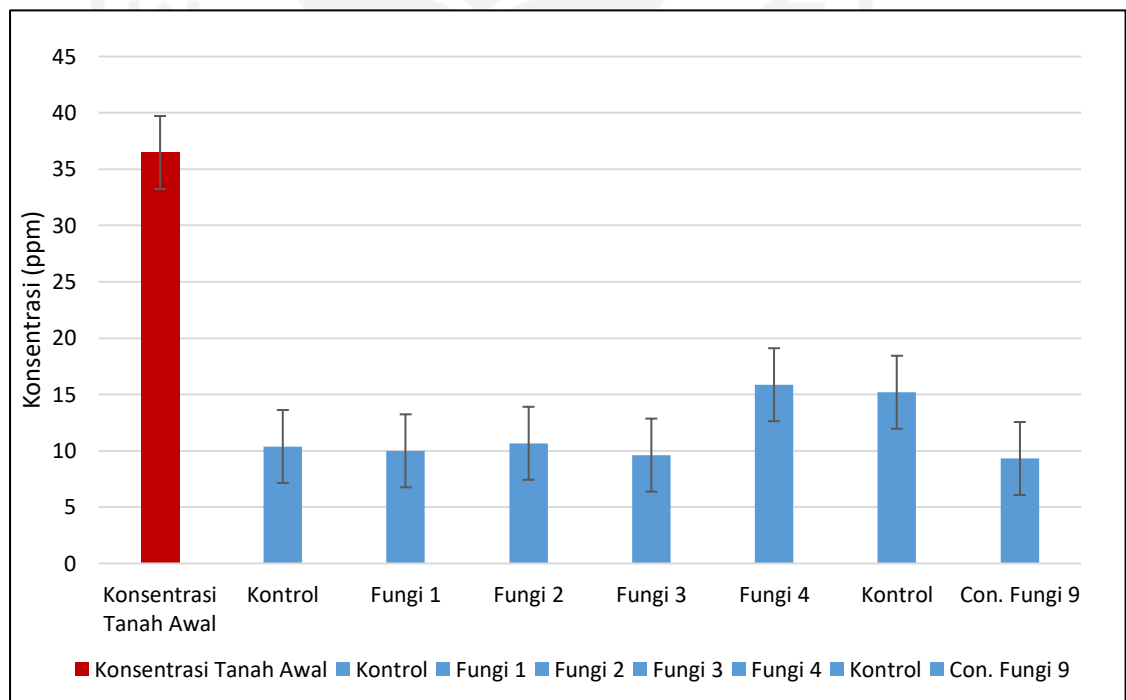
**Gambar 4.4 7** Grafik Analisa Konsentrasi Zn Kayu Putih Isoat Fungi

Proses biologis mikroorganismenya menyebabkan penurunan konsentrasi logam berat pada media tanah tanaman uji dilakukan secara biosorpsi. Biosorpsi diartikan sebagai proses penghilangan logam dengan penyerapan logam secara pasif melalui pengikatan biomassa tak hidup, dan tidak dikendalikan secara metabolic iangnya (Kurniawan & Ekowati, 2016). Ini yang menyebabkan terdapat konsentrasi Zn yang cukup tinggi pada jaringan batang tanaman uji. Terjadi pengendapan pada biomassa tumbuhan berbentuk presipitat.

Angka derajat keasaman isolat konsortium fungi 9 merupakan 6.6 dibanding dengan konsentrasi tanah awal sebesar 5,4. Selain memiliki tendensi menaikkan angka pH konsortium fungi 9 juga dapat mendegradasi logam Zn pada tanah ditunjukkan oleh gambar 4.4 9.



**Gambar 4.4 8** Grafik Analisa Konsentrasi Zn Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi

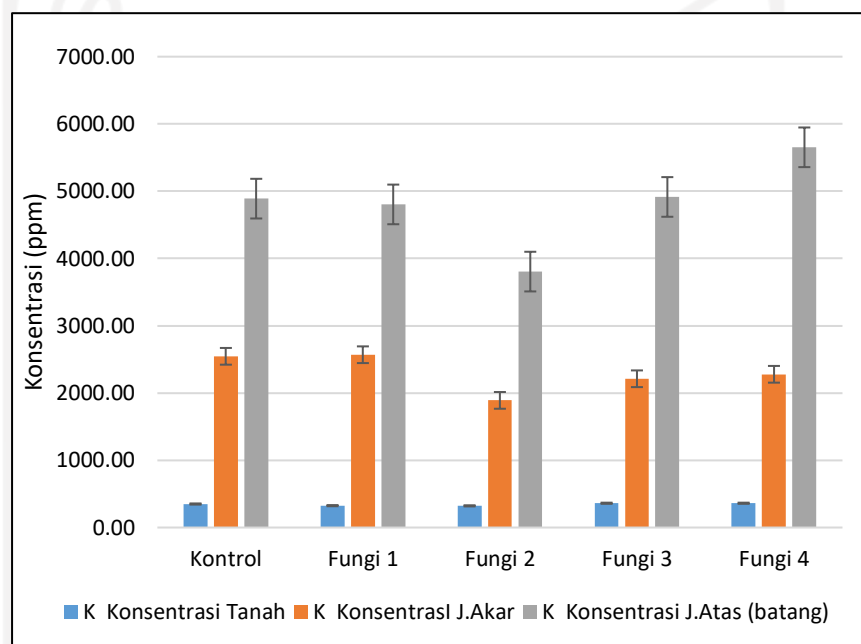


**Gambar 4.4 9** Grafik Analisa Konsentrasi Zn Tanah Awal-Kayu Putih Isolat Fungi dan Konsortium Fungi

#### 4.4.4 Reduksi Logam K

Sebagai unsur hara makro bagi tanaman keberadaan Kalium sangat dibutuhkan oleh tanaman dalam perkembangan dan pertumbuhannya. Kalium berguna untuk pembentukan protein, kualitas tanaman, fotosintesis, dan pengurangan penyakit dan sebagai transformasi karbohidrat pada tanaman (Suhariyono & Menry, 2005).

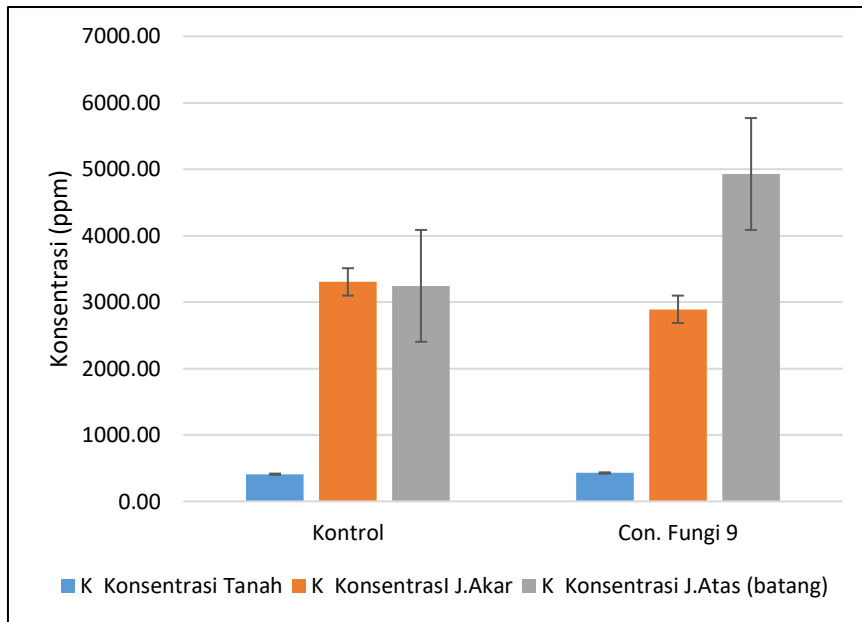
Pada gambar 4.4 10 isolat fungi 2 mampu menurunkan konsentrasi logam Zn pada tanah dan membantu mobilisasi K pada jaringan tanaman sekaligus menjadi *barrier* yang dapat membatasi *supply* kalium yang berlebih pada jaringan. Dengan kemauan menaikkan pH menjadi 6.7 disimpulkan isolat fungi 2 memiliki tendensi untuk merestorasi dan mendegradasi logam berat pada tanah lahan gambut bekas terbakar.



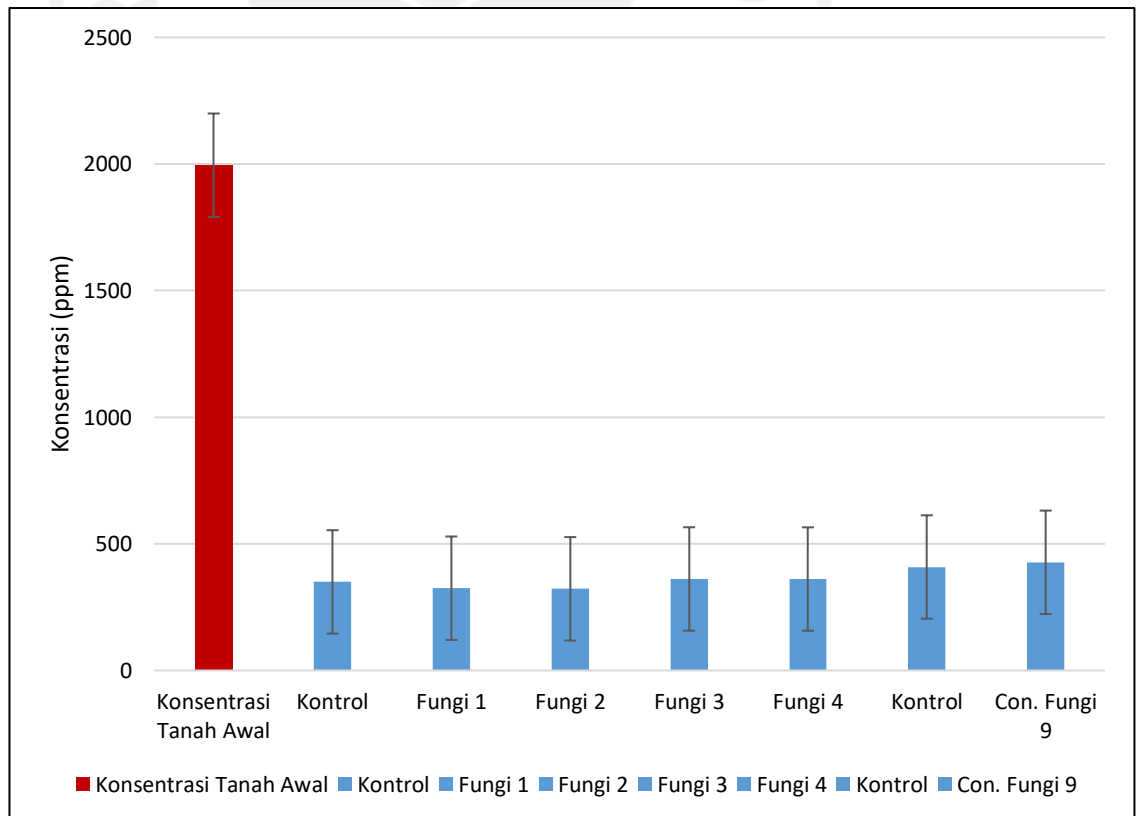
**Gambar 4.4 10** Grafik Analisa Konsentrasi K Kayu Putih Isoat Fungi

Proses metabolisme fungi dapat mencegah terjadinya translokasi kalium yang berlebih ke jaringan tanaman dengan cara mengakumulasi kandungan K pada tubuhnya. Selain itu, metabolisme jamur juga dapat menurunkan mobilisasi logam K pada tanah, akar dan jaringan batang (Gadd, 2010).

Pada grafik 4.4 12 menunjukkan tendensi masing-masing isolat hampir seragam. Kelebihan isolat fungi 2 yaitu kemampuan *barrier* yang dapat mencegah akumulasi berlebih logam kalium pada jaringan tanaman tanpa mengurangi angka pertumbuhannya dibanding dengan kontrol.



**Gambar 4.4 12** Grafik Analisa Konsentrasi K Kayu Putih Isolat Konsortium Fungi



**Gambar 4.4 11** Grafik Analisa Konsentrasi K Tanah Awal-Kayu Putih Isolat Fungi dan Konsortium Fungi



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah analisis tendensi mikroorganismenya yang digunakan dalam melakukan restorasi lahan gambut, didapatkan kesimpulan:

1. Fungi dan bakteri endofit berpengaruh dalam upaya restorasi lahan gambut bekas terbakar dibuktikan dengan pertumbuhan tinggi maupun diameter batang Tanaman uji Jelutung (*Dyera Costaluta*) dan Kayu Putih (*Melaleuca Leucandendra*) dengan media tanah dari Palangkaraya, Kalimantan Tengah.
2. Fungi dan Bakteri Endofit berhasil menaikkan pH tanah yang semula 5,4 menjadi 6,7-7. Berbanding lurus dengan penurunan konsentrasi logam berdasarkan Hasil dan Analisis.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil evaluasi dan harapan dari penelitian ini, diberikan beberapa saran yaitu:

1. Melakukan analisa lebih lanjut terhadap tendensi setiap inokulum yang digunakan dalam penelitian ini seperti analisa ANOVA
2. Melanjutkan penelitian ini samapai akhirnya dapat diaplikasikan pada lahan Gambut terbuka.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andhini, N. F. (2017). Pengaruh Penggenangan dan Konsentrasi Pb Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Pb pada Tanah. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Associação Brasileira de Produtores de Maçã ABPM. (2013). *A maçã*. 2015. <http://www.abpm.org.br/>
- Baldrian, P. (2003). Interactions of heavy metals with white-rot fungi. *Enzyme and Microbial Technology*, 32(1), 78–91. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(02\)00245-4](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(02)00245-4)
- D'Annibale, A., Ricci, M., Leonardi, V., Quarantino, D., Mincione, E., & Petruccioli, M. (2005). Degradation of aromatic hydrocarbons by white-rot fungi in a historically contaminated soil. *Biotechnology and Bioengineering*, 90(6), 723–731. <https://doi.org/10.1002/bit.20461>
- Dwi N Susilowati, Nurul Hidayatun, T. dan K. M. (2013). KERAGAMAN BAKTERI ENDOFITIK DnSOLASI DARI EMPAT VARIETAS PADI DENGAN METODA ARDRA. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gadd, G. M. (2010). Metals, minerals and microbes: Geomicrobiology and bioremediation. *Microbiology*, 156(3), 609–643. <https://doi.org/10.1099/mic.0.037143-0>
- Gemayel, E. L. (2009). *Studi Pengaruh Pemberian Mikoriza Vesikular Arbuskular (Mva) Terhadap Beberapa Varietas Kacang Hijau*.
- Gunawan, W., Basuni, S., Indrawan, A., Prasetyo, L. B., Soedjito, H., Pascasarjana, S., Bogor, I. P., Lingkar, J., Ipb, K., & Dramaga, K. I. P. B. (2011). Analisis Komposisi Dan Struktur Vegetasi Terhadap Upaya Restorasi Kawasan Hutan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Analisis Komposisi Dan Struktur Vegetasi Terhadap Upaya Restorasi Kawasan Hutan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango*, 1(2), 93. <https://doi.org/10.29244/jpsl.1.2.93>
- 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), 8. <https://doi.org/10.31258/dli.6.1.p.8-13>
- Joshi, G. V., & Nair, K. K. (1960). *Journal of Biological Sciences. The Journal of Ecology*, 48(3), 752. <https://doi.org/10.2307/2257356>
- Kurniawan, A., & Ekowati, N. (2016). Review: Potensi Mikoremediasi Logam Berat. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 3(1), 36. <https://doi.org/10.29122/jbbi.v3i1.21>
- Lamb, D. (2017). *Issues in Forest Conservation and Restoration David Lamb and Don Gilmour. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK in Collaboration with WWF, Gland, Switzerland, January 2003.*
- Nurdin, S. (2011). Analisis Perubahan Kadar Air dan Kuat Geser Tanah Gambut Lalombi



- Akibat Pengaruh Temperatur dan Waktu Pemanasan. *Jurnal SMARTek*, 9, 88–108.
- Nurhayati, Razali, & 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), 29–38. <https://doi.org/10.24815/floratek.v9i1.1374>
- Nurhidayati, T. (2014). *UJI MULTILOKASI PENGARUH ISOLAT BAKTERI PENAMBAT NITROGEN , BAKTERI PELARUT FOSFAT , DAN MIKORIZA ASAL DESA CONDRO , KECAMATAN PASIRIAN , LUMAJANG TERHADAP PERTUMBUHAN KACANG HIJAU ( Vigna radiata L .) MULTILLOCATION STUDY OF INFLUENCE OF NITROGEN-FIXING B.*
- Nurhidayati, T., Jadid, N., & Meridian, S. (2011). APLIKASI RHIZOBIUM DAN CENDAWAN MIKORIZA ARBUSCULA (CMA) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KACANG TANAH (*Arachis hypogea*) DI DESA SOCAH KECAMATAN SOCAH KABUPATEN BANGKALAN MADURA. *Berkala Penelitian Hayati*, 17(1), 77–80. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.17.1.201115>
- Reinhold-Hurek, B., & Hurek, T. (2011). Living inside plants: Bacterial endophytes. *Current Opinion in Plant Biology*, 14(4), 435–443. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2011.04.004>
- Simanungkalit, R. D. M., Suriadikarta, D. A., Saraswati, R., Setyorini, D., Hartatik, W., & Penelitian, B. (2006). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati (Organic Fertilizer and Biofertilizer). *Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian*, 283. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.56.6118>
- Suhariyono, G., & Menry, Y. (2005). Analisis karakteristik unsur-unsur dalam tanah di berbagai lokasi dengan menggunakan xrf. *Ppi-Pdiptn 2005*, 197–206.
- Wengel, M., Kothe, E., Schmidt, C. M., Heide, K., & 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), 383–393. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.12.012>
- Wikan, N. (2009). *PENGARUH MIKORIZA , MEDIA TANAM DAN FASE TRANSPLANT TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT JELUTUNG ( Dyera costulata ( Miq .) Hook . f).* 10(2), 205–214.
- Yuliani, F. (2018). Implementasi perlindungan dan pengelolaan ekosistem gambut serta pengendalian kebakaran hutan dan lahan. *Jurnal Kebijakan Publik*, 37–44.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: ALAT DALAM PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. **Polybag**, sebagai wadah bagi media tanaman.
2. **Penggaris**, berfungsi untuk mengukur ketinggian tanaman.
3. **Caliper Digital**, digunakan untuk mengukur diameter batang tanaman.
4. **Pipetman**, digunakan untuk menginjeksikan bakteri ke dalam media tanaman.
5. **Timbangan analitik**, untuk mengukur berat dari jaringan akar dan jaringan atas tanaman.
6. **Timbangan digital**, digunakan untuk menimbang bahan kimia yang akan digunakan.
7. **Erlenmeyer**, digunakan sebagai wadah media dan preparasi sampel.
8. **Kaca Arloji**, sebagai wadah untuk menimbang sampel tanah dan jaringan sebelum preparasi sampel.
9. **Ayakan 50 mesh**, digunakan untuk menggerus dan menghaluskan sampel tanah agar didapatkan sampel tanah yang halus.
10. **Sendok Sungu**, sebagai alat untuk mengambil sampel tanah dan media untuk ditimbang dari wadahnya.
11. **Magnetic stirrer**, digunakan untuk menghomogenkan suatu larutan dengan pengadukan.
12. **Cawan petri**, merupakan wadah berbentuk bundar untuk pembiakan sel.
13. **Tabung reaksi**, digunakan untuk mencampur, menampung, dan memanaskan bahan-bahan kimia cair atau padat.
14. **Rak tabung reaksi**, sebagai wadah untuk meletakkan tabung reaksi.
15. **Kompur listrik**, berfungsi untuk memanaskan larutan atau zat-zat kimia dengan aquadest.
16. **Labu ukur**, sebagai wadah untuk pengenceran preparasi sampel sebelum diuji dengan metode AAS.
17. **Botol vial**, sebagai wadah sampel sebelum diuji dengan metode AAS.
18. **AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)**, alat yang digunakan untuk pembacaan unsur-unsur logam pada tanah dan jaringan tanaman.
19. **Autoklaf**, alat bertekanan tinggi untuk mensterilkan alat yang akan digunakan sebelum isolasi dan sub-kultur.
20. **Shaker**, berfungsi untuk mengaduk campuran larutan agar homogen dengan gerakan satu arah.
21. **Oven**, digunakan untuk memanaskan atau mengeringkan tanaman hasil panen untuk mengukur kadar air.
22. **Inkubator**, digunakan untuk menginkubasi mikroorganisme (mikroba endofit dan mikroba tanah) pada kondisi tertentu.

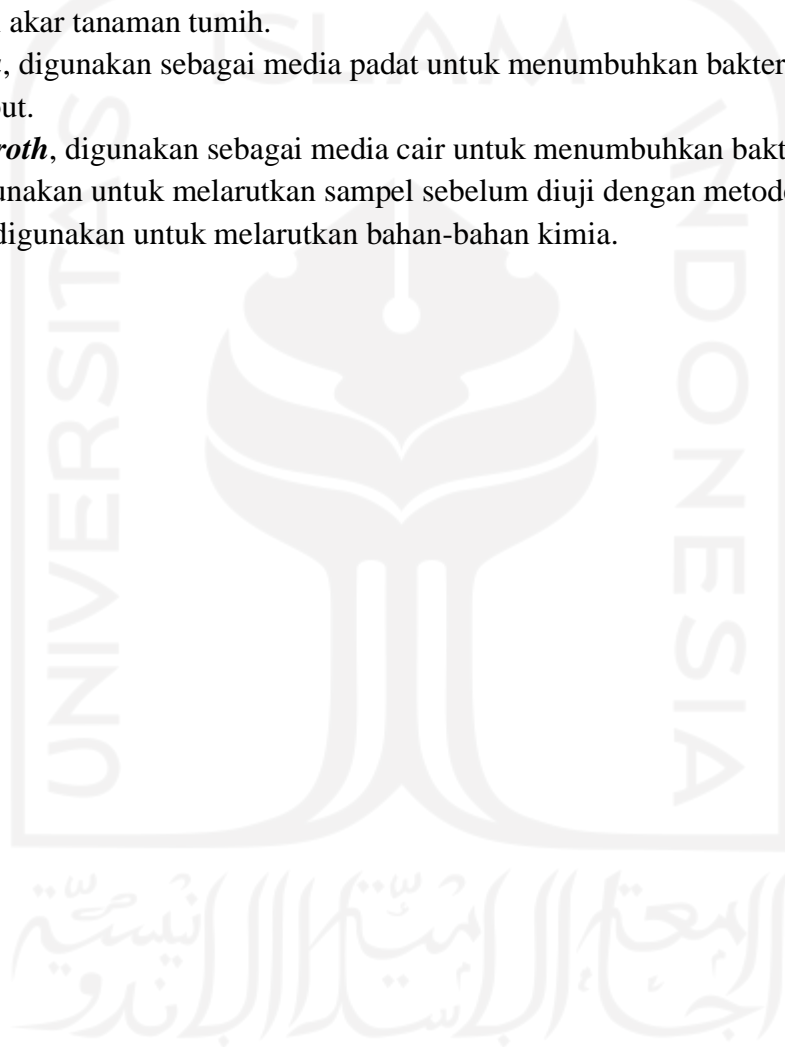
23. **Aluminium foil**, digunakan untuk menutup gelas kimia saat memanaskan suatu larutan atau selepas di sterilisasi.
24. **Kertas padi**, digunakan untuk menutup cawan petri sebelum diinkubasi agar mikroorganismenya dalam keadaan tertutup atau gelap.
25. **Amplop coklat**, untuk meletakkan jaringan akar dan jaringan atas tanaman hasil panen.
26. **Sarung tangan safety anti panas**, untuk melindungi tangan dari kontak langsung dengan benda panas terutama setelah disterilisasi.
27. **Jarum ose**, memindahkan biakan untuk ditanam/ ditumbuhkan ke media baru
28. **Pipet ukur**, digunakan untuk memindahkan suatu cairan sesuai volume yang diinginkan dari satu tempat ke tempat lainnya.



## Lampiran 2: BAHAN DALAM PENELITIAN

Berikut merupakan bahan yang digunakan dalam penelitian

1. **Bibit *Melaleuca leucadendra* (Kayu Putih) dan *Dyera costulata* (Jelutung)**, berumur 3 bulan digunakan sebagai tanaman uji sebagai vegetasi penguji dalam penelitian.
2. **Tanah gambut telah terbakar yang sudah disterilisasi**, digunakan sebagai media tanam dan media yang diujikan dalam remediasi lahan gambut.
3. ***Potato Dextrose Agar***, digunakan sebagai media padat untuk menumbuhkan bakteri endofit dari akar tanaman tumih.
4. ***Pikovskaya***, digunakan sebagai media padat untuk menumbuhkan bakteri asli dari tanah gambut.
5. ***Nutrient Broth***, digunakan sebagai media cair untuk menumbuhkan bakteri.
6.  **$HNO_3$** , digunakan untuk melarutkan sampel sebelum diuji dengan metode AAS.
7. ***Aquadest***, digunakan untuk melarutkan bahan-bahan kimia.



### Lampiran 3: PREPARASI SAMPEL

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

1. Sampel tanah dari masing-masing jenis dan kode tanaman dikering anginkan selama 2 hari (48 jam)
2. Tanah digerus dan diayak dengan ukuran 50 mesh
3. Tanah yang sudah halus ditimbang 1 gram dan dimasukkan ke Erlenmeyer kemudian ditambahkan aquadest 50 ml dan diaduk
4. Ditambahkan 5 ml HNO<sub>3</sub> dan didestruksi di lemari asam sampai tersisa 10 ml
5. Disaring menggunakan kertas saring Whatman no.42
6. Diencerkan dengan aquades sampai tanda batas memakai labu ukur ukuran 50 ml lalu dikocok hingga homogen.
7. Masukkan ke botol vial.

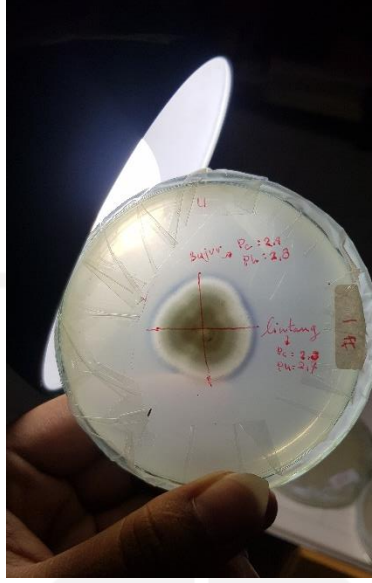
#### B. Preparasi Sampel Jaringan Atas dan Jaringan Akar Tanaman dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS)

1. Sampel tanah dari masing-masing jenis dan kode tanaman dikering anginkan selama 2 hari (48 jam)
2. Tanah digerus dan diayak dengan ukuran 50 mesh
3. Tanah yang sudah halus ditimbang 1 gram dan dimasukkan ke Erlenmeyer kemudian ditambahkan aquadest 50 ml dan diaduk
4. Ditambahkan 5 ml HNO<sub>3</sub> dan didestruksi di lemari asam sampai tersisa 10 ml
5. Disaring menggunakan kertas saring Whatman no.42
6. Diencerkan dengan aquades sampai tanda batas memakai labu ukur ukuran 50 ml lalu dikocok hingga homogen.
7. Masukkan ke botol vial.

## Lampiran 4: DOKUMENTASI



Proses *reculture* mikroorganisme



Analisa isolat tunggal mikroorganisme



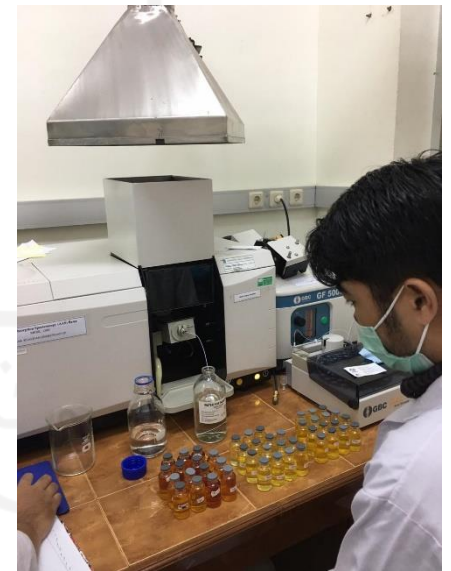
Proses Inokulasi mikroorganisme



Proses pemantauan pertumbuhan tanaman



Proses destruksi logam pada akar dan batang tanaman



Proses analisa logam pada akar dan batang tanaman dengan AAS

## RIWAYAT HIDUP

Nanda Soultan Friansyah biasa dikenal dengan Soultan Simaora dipanggil soultan/sutak lahir di Padangsidimpuan pada tanggal 18 Agustus 1998 merupakan anak kedua dari lima bersaudara oleh pasangan Ir. Sapri Dewasa Simamora dan Nur Asiah Sitompul. Adapun jenjang Pendidikan oleh penulis yaitu Pendidikan Dasar di SDN 200108 Padangsidimpuan, kemudian MTsN 1 Padangsidimpuan dan lanjut MAN 2 Padangsidimpuan.

Sebagai Mahasiswa Teknik Lingkungan FTSP UII, penulis diterima melalui jalur Penelusuran Siswa Berprestasi (PSB) pada tahun 2016. Selama menempuh Pendidikan, penulis sangat aktif dalam kegiatan non akademik seperti kepanitiaan, organisasi (BoE MUN & HMTL) dan, *social volunteering* (1000guru jogja), dan berlembaga LEM FTSP. Penulis juga turut serta dalam menjadi asisten dosen mata kuliah Ilmu Kebumihan, asisten laboratorium Praktikum Teknik Lingkungan II, dan Praktikum Pengomposan.

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

