

## **TUGAS AKHIR**

### **POTENSI *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA* (PGPR) DAN *ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI* (AMF) TERHADAP *ACACIA MANGIUM* UNTUK BIOFITOREMEDIASI TPA PIYUNGAN**

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



**ARDEN ARYA PRATAMA**

**19513152**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2023**

**TUGAS AKHIR**

**POTENSI *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*  
(PGPR) DAN *ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI* (AMF)  
TERHADAP *ACACIA MANGIUM* UNTUK  
BIOFITOREMEDIASI TPA PIYUNGAN**

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



**Disusun Oleh:**

**ARDEN ARYA PRATAMA**

**19513152**

**Disetujui,**

**Pembimbing 1**



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

**NIK. 185130401**

**Tanggal : 18 Desember 2023**

**Pembimbing 2**



**Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng.**

**NIK 165131306**

**Tanggal : 18 Desember 2023**

**Mengetahui,**

**Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII**

**Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng)., Ph.D.**

**NIK. 045130401**

**Tanggal : 18/12 - 2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**POTENSI *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*  
(PGPR) DAN *ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI* (AMF)  
TERHADAP *ACACIA MANGIUM* UNTUK  
BIOFITOREMEDIASI TPA PIYUNGAN**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**

**Hari : Senin**

**Tanggal : 18 Desember 2023**

**Disusun Oleh :**

**ARDEN ARYA PRATAMA**

**19513152**

**Tim Penguji :**


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

(  )  
18/12 - 2023

Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng.

(  )  
17/12 - 2023

Fajri Mulva Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

(  )  
15/12 - 2023

## 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 tanggung jawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 September 2023

Yang membuat pernyataan,



**Arden Arya Pratama**

NIM: 19513152

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Potensi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) Terhadap *Acacia Mangium* Untuk Biofitoremediasi TPA Piyungan”**

Selama proses penyusunan tugas akhir ini, terdapat pihak-pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis. Pada kesempatan ini, penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan doa untuk kelancaran penulisan tugas akhir ini.

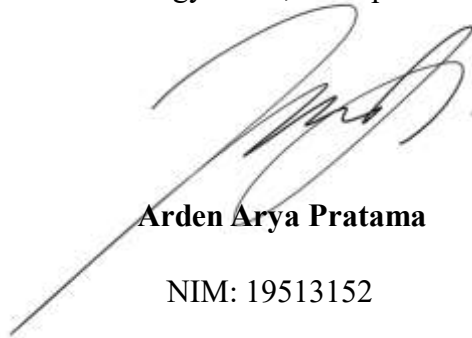
Dengan tulus hati, ucapan terima kasih ini disampaikan kepada:

1. Allah SWT atas semua nikmat dan kemudahan dalam menjalankan proses penelitian ini.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini.
3. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku dosen pembimbing pertama tugas akhir penulis yang telah memberikan ilmu, waktu, serta bantuan dalam membimbing penulis
4. Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing kedua tugas akhir yang telah memberikan ilmu, waktu, serta bantuan dalam membimbing penulis
5. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan koreksi kepada penulis.
6. Bapak Heriyanto, A.Md. selaku admin Program Studi Teknik Lingkungan UII.

7. Staf Laboratorium Teknik Lingkungan UII Ibu Diah Dianingtyas Sukardi, S.Si. yang telah membantu penulis selama di laboratorium.
8. Teman-teman TA Remediasi Tanah TPA yang selalu mendukung penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun serta penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 15 September 2023



**Arden Arya Pratama**  
NIM: 19513152

## ABSTRAK

ARDEN ARYA PRATAMA. *Potensi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Terhadap Acacia Mangium Untuk Biofitoremediasi TPA Piyungan. Dibimbing oleh Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. dan Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng.*

Pertumbuhan penduduk, industri dan wisata di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta membawa dampak yang sejalan terhadap jumlah sampah serta peningkatan angka pencemaran logam berat Pb di tanah TPA Piyungan. Untuk mengurangi resiko tersebut perlu dilakukan remediasi tanah menggunakan metode biofitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi mikroba *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) dalam pertumbuhan *Acacia Mangium* untuk optimalisasi nilai pH tanah dan serapan logam berat Pb dalam jaringan akar dan batang tanaman serta tanah TPA Piyungan. Penelitian dilakukan dalam skala rumah kaca dengan mempersiapkan semai tanaman, tanah TPA dan mikroba. Variasi pembanding yang digunakan yaitu kontrol, Konsorsium PGPR + AMF, PGPR dan AMF. Pengujian pH menggunakan pH meter dengan larutan H<sub>2</sub>O. Pengujian logam berat Pb menggunakan metode destruksi yang kemudian diuji menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa remediasi tanah TPA menggunakan metode biofitoremediasi memiliki kemampuan mendegradasi logam berat Pb dalam tanah TPA yang semula 53,17 mg/kg menjadi 23,15 mg/kg. Kemampuan jaringan akar menyerap logam berat Pb hingga 13,37 mg/kg dan batang 13,81 mg/kg. Serta dapat mengoptimalkan nilai pH tanah TPA Piyungan yang semula 5,72 menjadi 6,07.

Kata Kunci: *Acacia Mangium*, *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF), Bioremediasi, Fitoremediasi, Pb, pH dan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR).

## ***ABSTRACT***

ARDEN ARYA PRATAMA. *Potential of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Against Acacia Mangium for Biophytoremediation of Piyungan Landfill. Supervised by Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. and Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng.*

The growth of population, industry and tourism in the Special Region of Yogyakarta Province has a in line impact on the amount of waste and an increase in the rate of heavy metal Pb pollution in the soil of the Piyungan landfill. To reduce the risk, soil remediation using biofitoremediation method is necessary. This study intend to analyze the potential of microbial Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in the growth of Acacia Mangium towards optimizing soil pH value and Pb heavy metal uptake in plant root, stem tissues and Piyungan landfill soil. The research was carried out on a greenhouse scale by preparing plants, landfill soil and microbes. The compare variations used are control, PGPR + AMF Consortium, PGPR and AMF. The pH testing using a pH meter with H<sub>2</sub>O, Pb heavy metal test with digestion method then use AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). The results of this research prove that remediation of landfill soil using the biophytoremediation method has the ability to degrade the heavy metal Pb in landfill soil from 53.17 mg/kg to 23.15 mg/kg. The ability of root tissue to absorb the heavy metal Pb up to 13.37 mg/kg and stems 13.81 mg/kg. As well as being able to optimize the pH value of the Piyungan landfill soil, which was originally 5.72 to 6.07.

Keywords: Acacia Mangium, Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), Bioremediation, Pb, pH, Phytoremediation, Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR).



## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Kerangka Berpikir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 TPA Piyungan.....	5
2.1.1 Pencemaran Tanah TPA.....	6
2.2 Logam Berat.....	6
2.2.1 Timbal (Pb).....	8
2.3 pH.....	9
2.4 Tanaman Uji.....	9

2.4.1 Acacia Mangium .....	9
2.5 Mikroba .....	10
2.5.1 <i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i> (PGPR) .....	10
2.5.2 <i>Arbuscular Mycorrhizal Fungi</i> (AMF) .....	11
2.6 Bio-Fitoremediasi.....	12
2.8 Studi Terdahulu .....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan .....	15
3.3 Tahapan Penelitian .....	16
3.3.1 Persiapan Semai Tanaman.....	17
3.3.2 Pengambilan Sampel Tanah .....	17
3.3.3 Persiapan Media Tanam dan Penanaman .....	18
3.3.4 Persiapan Inokulum.....	18
3.3.5 Pemeliharaan dan Pengamatan Tanaman .....	21
3.3.6 Panen Semai Tanaman .....	22
3.3.7 Analisis Parameter.....	22
3.4 Analisis Data dan Perbandingan Antar Perlakuan.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1. Pengaruh Inokulasi Mikroba Terhadap Pertumbuhan Tanaman <i>Acacia Mangium</i> . .....	25
4.3.1 Tinggi Tanaman.....	25
4.3.2 Diameter Tanaman .....	27
4.2. Pengaruh Inokulasi Mikroba Terhadap Nilai pH dalam Tanah.....	28
4.3. Pengujian Logam Berat Pb dalam Tanah, Akar dan Batang .....	31

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Kesimpulan .....	34
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	36
LAMPIRAN.....	39
RIWAYAT HIDUP .....	62

## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 2.1</b> Studi Terdahulu.....	12
<b>Tabel 3.1</b> Koordinat lokasi pengambilan sampel.....	17
<b>Tabel 3.2</b> Populasi Bakteri PGPR.....	21
<b>Tabel 3.3</b> SNI Pengujian pH.....	23
<b>Tabel 3.4</b> SNI Pengujian pH.....	23

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b> Kerangka Berpikir Penelitian .....	4
<b>Gambar 3.1</b> Peta lokasi pembibitan / rumah kaca .....	15
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Penelitian .....	16
<b>Gambar 3.3</b> Peta Titik Pengambilan Sampel Tanah .....	18
<b>Gambar 3.4</b> Reculture Mikroba .....	19
<b>Gambar 3.5</b> Inokulasi Media PGPR .....	20
<b>Gambar 3.6</b> Reculture AMF .....	20
<b>Gambar 3.7</b> Susunan Media Tanam dan Inokulasi Mikroba Terhadap <i>Acacia Mangium</i> .....	21
<b>Gambar 4.1</b> Pertumbuhan Tinggi Tanaman <i>Acacia Mangium</i> (n=25).....	25
<b>Gambar 4.2</b> Perbandingan Pertumbuhan <i>Acacia Mangium</i> Pada Minggu ke-12	27
<b>Gambar 4.3</b> Pertumbuhan Diameter Tanaman <i>Acacia Mangium</i> (n=25) .....	28
<b>Gambar 4.4</b> Pengaruh Inokulasi Mikroba Terhadap Nilai pH dalam Tanah (n=3) .....	29
<b>Gambar 4.5</b> Hubungan Antara pH Tanah dan Ketersediaan Unsur Hara di Dalam Tanah.....	30
<b>Gambar 4.6</b> Konsentrasi Logam Berat Pb Dalam Kondisi Tanah Awal, Akar dan Batang Dengan dan Tanpa Inokulasi Mikroba (n=3).....	31

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran 1.1</b> Data Pertumbuhan Acacia Mangium .....	39
<b>Lampiran 1.2</b> Langkah Uji Sampel .....	53
<b>Lampiran 1.3</b> Data Nilai pH .....	55
<b>Lampiran 1.4</b> Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) .....	56
<b>Lampiran 1.5</b> Dokumentasi .....	60

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan penduduk, industri dan wisata di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta membawa dampak yang sejalan terhadap jumlah sampah yang dihasilkan dan jumlah timbulan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Melalui UU No. 18 tahun 2008, pemerintah daerah bertanggung jawab melaksanakan pengelolaan sampah dan memfasilitasi penyediaan sarana dan prasarana pengelolaan sampah. TPA Piyungan merupakan fasilitas pengelolaan sampah dari tiga Kabupaten/Kota, yaitu Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul (Adidarma, 2014). Metode pengelolaan sampah di TPA Piyungan menggunakan sistem open dumping. Tumpukan sampah dilapisi dengan lapisan penutup lalu timbunan tanah, serta terdapat kolam pengolahan leachate (lindi), pipa pengendali gas buang dan sistem drainase (Kasam, 2011).

Peningkatan jumlah sampah sejalan dengan peningkatan angka pencemaran. Salah satu pencemaran yang terjadi yaitu pencemaran logam berat dalam tanah. Hal ini dapat terjadi sebagai akibat masuknya bahan-bahan pencemar atau polutan hasil dekomposisi sampah di TPA (Hamda dkk., 2014). Salah satu logam berat yang dapat berpotensi menjadi racun jika berada dalam tanah dengan konsentrasi berlebih adalah Timbal (Pb). Unsur Pb merupakan kelompok logam berat yang tidak esensial bagi tumbuhan, bahkan dapat mengganggu siklus hara dalam tanah (Agustina, T., 2014). Logam Pb dalam jumlah yang berlebihan menyebabkan lingkungan tidak dapat mengadakan pembersihan sendiri (*self purification*). Pb sampai saat ini masih dipandang sebagai bahan pencemar yang dapat menimbulkan pencemaran tanah dan lingkungan (Juhaeri dkk., 2004).

Diperlukan suatu metode untuk mengatasi pencemaran logam Pb. Upaya untuk membersihkan daerah tercemar dengan penerapan strategi rehabilitasi lingkungan umumnya sangat mahal (Onrizal, 2005). Penggunaan tanaman dan mikroba sebagai agen dalam meremediasi logam berat telah di kembangkan pada berbagai jenis logam berat dengan harapan dapat meremediasi daerah tercemar

dengan biaya yang relatif murah (Ali dkk., 2013). Dalam proses bioremediasi, mikroba bermanfaat untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun terhadap tanaman. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) digunakan untuk meningkatkan daya serapan unsur hara serta membantu pertumbuhan tanaman. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk mengurangi, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar, baik itu senyawa organik maupun anorganik. Oleh karena itu, tumbuhan yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah *Acacia mangium*. Karena *Acacia mangium* dapat tumbuh baik pada berbagai kondisi lingkungan, baik pada tanah-tanah dengan nutrisi rendah atau bahkan pada tanah-tanah asam dan terdegradasi. Dengan sifat toleransi terhadap tanah yang kritis dan berbatu (Attamimi, 2003).

Metode biofitoremediasi akan mendukung program revitalisasi TPA Piyungan. Penggunaan mikroba *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) diharapkan mampu membantu pertumbuhan *Acacia mangium*. Serta ingin mengetahui apakah memiliki kemampuan dalam mendegradasi kandungan logam berat Pb serta optimalisasi nilai pH tanah di TPA Piyungan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang yang sudah ada, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) untuk pertumbuhan *Acacia mangium*?
2. Bagaimana aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *Arbuskular Mikoriza Fungi* (AMF) terhadap nilai pH tanah. Serta serapan logam Pb dalam tanah, jaringan akar dan batang *Acacia mangium*?



### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada diatas, maka tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Analisis aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) untuk pertumbuhan *Acacia mangium*.
2. Analisis aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *Arbuskular Mikoriza Fungi* (AMF) terhadap nilai pH tanah. Serta serapan logam Pb dalam tanah, jaringan akar dan batang *Acacia mangium*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang didapatkan sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan dan pemahaman untuk peneliti dan masyarakat mengenai pencemaran logam berat Pb dan nilai pH dalam tanah TPA Piyungan.
2. Membantu pemerintah melalui dinas terkait untuk mengetahui konsentrasi kontaminasi pencemaran logam berat Pb dan nilai pH dalam tanah TPA Piyungan. Yang kemudian dapat menjadi rekomendasi program revitalisasi TPA Piyungan.

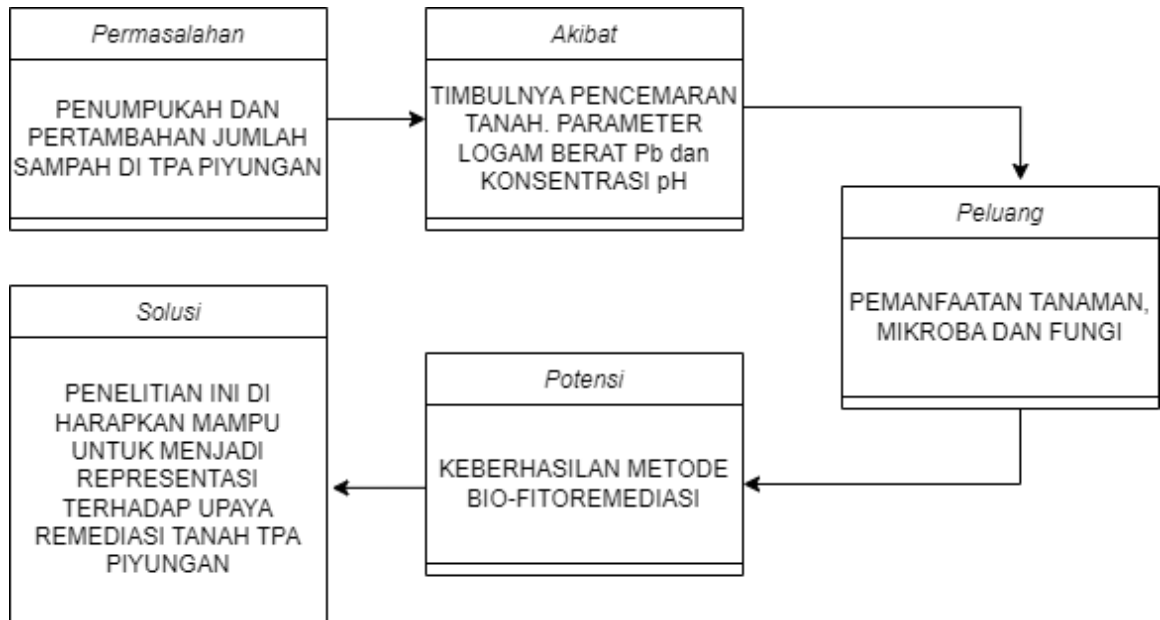
### 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan dalam skala rumah kaca.
2. Pengujian parameter keasaman (pH) pada tanah TPA Piyungan.
3. Pengujian konsentrasi logam berat Pb dalam tanah, jaringan akar dan batang *Acacia mangium*.
4. Pengamatan pengaruh mikroba *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) dalam pertumbuhan *Acacia Mangium* terhadap tanah TPA Piyungan.

## 1.6 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian dijelaskan pada Gambar 1.1.



**Gambar 1. 1** Kerangka Berpikir Penelitian

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 TPA Piyungan**

TPA Piyungan terletak di Kabupaten Bantul, ± 16 km sebelah tenggara pusat Kota Yogyakarta, dengan luas lahan 12 Ha. TPA ini terletak di RT 04 Dukuh Bendo Ngablak dan RT 05 Dukuh Watu Gender, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Kasam, 2011).

TPA Piyungan merupakan satu-satunya fasilitas pengelolaan sampah yang mengelola sampah dari tiga kabupaten, yaitu Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul. TPA Piyungan mulai beroperasi sejak tahun 1996 saat ini TPA Piyungan masih aktif difungsikan karena belum ada lokasi baru yang dapat digunakan. TPA Piyungan memiliki luas area 12,5 Ha yang terdiri dari 10 Ha landfill. Sementara itu, 2,5 Ha digunakan sebagai sarana pendukung yang berupa kantor, bengkel, jembatan timbang, dan zona penyangga. Sistem pengelolaan sampah di TPA Piyungan menggunakan metode controlled Landfill.

Pada metode controlled landfill sampah disebar dan dipadatkan berlapis hingga ketebalan 4,5 m yang terdiri dari lapisan sampah setebal 0,5 m yang diratakan menggunakan dozer sebanyak 4-5 gilasan kemudian menjadi sel sampah. Setelah terbentuk ketinggian tersebut, timbunan sampah ditutup dengan tanah penutup dengan tebal minimum 20 cm. Tinggi satu lapisan kemudian disebut *satu lift*.

Timbunan sampah yang sudah berbentuk *lift* kemudian di urug timbunan sampah baru. Untuk memperkuat kestabilan timbunan, maka batas antar *dua lift* dibuat terasering selebar 3-5 meter. Penutupan sel sampah dianjurkan 7 hari sekali.

### **2.1.1 Pencemaran Tanah TPA**

Penutupan TPA Piyungan menggunakan tanah penutup dibutuhkan untuk mencegah sampah berserakan, bahaya kebakaran, timbulnya bau, berkembang biaknya lalat atau binatang pengerat dan mengurangi timbulan lindi. Tanah TPA Piyungan telah mengalami pencemaran oleh logam berat dengan jumlah sampel yang terbatas (Setyoningrum dkk., 2014). Seiring Pertambahan volume sampah di TPA Piyungan sampai dengan saat ini, tentunya akan meningkatkan potensi pencemaran oleh logam berat dalam tanah yang ada.

Sampah yang di buang ke TPA akan melalui proses dekomposisi, pemnusakan, oksidasi dan menghasilkan air lindi. Ion logam yang dilepaskan air lindi akan terdistribusi ke daerah sekitar melalui proses gerakan ke permukaan (lateral) atau bawa (vertical) ke badan tanah. Hal ini akan terjadi di sekitar TPA yang memiliki kemungkinan bahan pelapis yang rembes atau kebocoran.

## **2.2 Logam**

Kata logam itu sendiri berasal kata yang berasal dari bahasa Yunani yaitu matallon, yang berarti bahwa suatu unsur kimia yang siap bergabung menjadi ion. Kemudian, memiliki suatu ikatan logam dan dianggap sebuah logam mirip dengan kaiton yang ada di bawah elektron. Logam berat secara alam sudah berada di alam dan tersingkap karena proses pelapukan, atau dari letusan gunung berapi dapat memberikan kontribusi kepada alam (Suhendrayatna, 2001).

Dalam pengelompokkan logam secara umum, terbagi menjadi 4 kelompok berdasarkan jenisnya :

1. Logam Berat, secara umum berasal dari logam secara seluruhnya. Sebagai contohnya adalah logam berupa nikel, besi, krom, timah, tembaga, seng timah hitam dan juga putih serta masih ada banyak yang lainnya.
2. Logam Ringan, tersusun dari logam juga hanya saja tidak tersusun

sepenuhnya atau juga bisa dikatakan bahwa logam penyusunnya ringan. Contoh dari logam ringan ini seperti magnesium, aluminium, titanium, kalsium, natrium, barium dan kalium.

3. Logam Tahan Api, jenis logam ini mampu menahan atau mampu tahan terhadap api dengan kisaran suhu tertentu. Contohnya dari logam tahan api ini adalah titanium, zirkonium, wolfram, dan molibden.
4. Logam Mulia, biasanya jenis logam ini sering dipakai dan digunakan untuk perhiasan atau peralatan lainnya. Contoh dari logam mulia ini adalah emas, platina, dan perak.

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan suatu logam berat menjadi berbahaya. Salah satunya adalah sifatnya yang non-degradable atau sulit untuk diuraikan. Logam berat adalah unsur esensial bagi makhluk hidup, yang berarti sangat berguna untuk makhluk hidup, namun tidak sedikit pula logam berat yang bersifat racun baik bagi hewan maupun tumbuhan, namun terdapat beberapa tanaman yang toleran terhadap keberadaan logam berat. Tanaman ini yang nantinya akan digunakan dalam kegiatan fitoremediasi (Setiawan, 2013).

Berdasarkan penelitian Widowati (2008), menjelaskan bahwa terdapat dua jenis logam berat, yaitu sebagai berikut :

1. Logam berat esensial

Adalah logam berat yang sangat dibutuhkan oleh organisme, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek toksik. Contohnya adalah Zn, Cu, Fe, Co dan juga Mn.

2. Logam berat non esensial

Yakni logam berat yang keberadaannya masih belum diketahui manfaatnya dan bahkan memiliki sifat toksik yang tinggi, seperti Pb, Hg, Cd dan Cr.

TPA terbukti melepaskan logam beracun ke lingkungan, sehingga menimbulkan ancaman serius terhadap tanah, air tanah, serta air permukaan. Begitu masuk ke lingkungan, logam berat bersifat bioakumulatif dan dapat

menimbulkan risiko signifikan terhadap kesehatan masyarakat, seperti toksisitas, karsinogenesis, dan mutagenesis (Essien dkk., 2022).

### **2.2.1 Timbal (Pb)**

Timbal yang memiliki nomor atom 82 merupakan logam yang lunak sehingga mudah dibentuk, tahan terhadap korosi atau karat, memiliki titik lebur dan titik didih masing-masing 327,5 oC dan 1.749 oC. Timbal memiliki kalor peleburan sebesar 4,77 kJ/mol dan kalor penguapan sebesar 179,5 kJ/mol. Timbal memiliki kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam lainnya, kecuali merkuri. Timbal juga merupakan penghantar listrik yang baik, dengan nilai konduktivitas sebesar 35,5 (Palar, 2004).

Sumber-sumber timbal (Pb) dapat berasal dari alam dan sebagai akibat dari antropogenik atau kegiatan manusia. Timbal (Pb) yang ada di lingkungan secara alami berasal dari pelapukan geologi dan letusan gunung berapi. Pencemaran tanah oleh timbal (Pb) lebih luas bila dibandingkan dengan logam berat lainnya. Hal ini disebabkan karena timbal (Pb) merupakan sumbangan terbesar dari sumber antropogenik (Hu, 2013).

Akumulasi logam berat timbal (Pb) dapat menurunkan kualitas tanah, produktivitas tanaman, dan kualitas hasil pertanian, sehingga berdampak negatif terhadap manusia, hewan, dan ekosistem (Nagajyoti dkk., 2010). Bila tanaman terkontaminasi timbal (Pb) berlebihan, pertumbuhan dan hasil tanaman akan berkurang dan dalam banyak kasus tanaman akan kerdil. Kadar klorofil juga akan menurun seiring dengan meningkatnya kadar timbal (Pb) pada tanaman. Masuknya timbal (Pb) ke dalam jaringan tanaman juga dapat menyebabkan berkurangnya penyerapan air, lambatnya pertumbuhan, dan pembukaan stomata yang tidak sempurna (Widagdo, 2005).

## 2.3 pH

Kandungan unsur hara dan kesuburan tanah memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tingkat kesuburan suatu tanaman sendiri bergantung pada kemampuannya dalam menyerap unsur hara yang tersedia di dalam tanah. Tingkat keasaman atau potensial hidrogen (pH) tanah merupakan suatu keadaan yang mewakili hubungan antar unsur atau senyawa yang ada di dalam tanah. Nilai pH tanah meliputi masam, netral, dan basa. Suatu benda dikatakan bersifat asam jika skala pH-nya kurang dari 7 dan disebut basa jika skala pH-nya lebih besar dari 7 (Purba dkk., 2021). Kondisi tanah yang paling ideal bagi tanaman untuk tumbuh dan berkembang adalah tanah netral. Namun beberapa tanaman masih dapat mentolerir tanah dengan pH sedikit asam, terutama tanah dengan pH maksimal 5. Nilai pH yang netral akan mempengaruhi tingkat penyerapan unsur hara, karena pada pH netral sebagian besar unsur hara mudah larut dalam tanah (Iaee Std 80, 2000).

## 2.4 Tanaman Uji

### 2.4.1 Acacia Mangium

*Acacia mangium* merupakan tanaman berkayu dari genus *Acacia* yang berasal dari Papua Nugini, Papua Barat dan Maluku. *Acacia mangium* dapat tumbuh baik pada berbagai kondisi lingkungan, baik pada tanah-tanah dengan nutrisi rendah atau bahkan pada tanah-tanah asam dan terdegradasi. Dengan sifat toleransi terhadap tanah yang kritis dan berbatu (Attamimi, 2003). *Acacia mangium* cocok dijadikan sebagai tanaman pionir. Pada kondisi tersebut, *Acacia mangium* akan tumbuh kerdil dan kurus. *Acacia mangium* umumnya tumbuh di dataran rendah beriklim tropis.

*Acacia mangium* pada umumnya besar dan bisa mencapai ketinggian 30 m, dengan batang bebas cabang lurus yang bisa dicapai lebih dari setengah total tinggi pohon. *Acacia mangium* jarang mencapai diameter setinggi dada lebih dari 60 cm, akan tetapi di hutan alam Queensland dan

Papua Nugini, pernah dijumpai pohon dengan diameter hingga 90 cm (Krisnawati, 2011). Pada tempat tumbuh yang buruk, *Acacia mangium* bisa menyerupai semak besar atau pohon kecil dengan tinggi rata-rata antara 7 sampai 10 m. Batang pohonnya beralur memanjang. Pohon yang masih muda umumnya berkulit mulus dan berwarna coklat sampai coklat tua (Turnbull, 1986).

*Acacia mangium* merupakan salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai bahan utama pembuatan kertas. Potensi kayu akasia sebagai bahan baku pulp sudah diakui secara luas oleh perindustrian kayu. *Acacia mangium* juga berpotensi sebagai tanaman penghijauan di perkotaan. Produksi tanaman akasia dapat dilakukan melalui usaha ekstensifikasi pertanian.

## **2.5 Mikroba**

### **2.5.1 *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)**

PGPR merupakan mikroba yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan cara yang ramah lingkungan. Bakteri yang terdapat dalam PGPR adalah sejenis bakteri yang biasa hidup di akar tanaman. Rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman atau PGPR merupakan sekelompok bakteri menguntungkan yang secara aktif mengkolonisasi rizosfer atau perakaran tanaman sehingga meningkatkan kesuburan tanaman (Rahni, 2012).

PGPR berperan dalam meningkatkan produksi tanaman dengan cara :

1. Memacu atau merangsang pertumbuhan (biostimulan) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti IAA, giberelin, sitokinin, dan etilen dalam lingkungan akar.
2. Sebagai penyedia hara (biofertilizer) dengan memfiksasi N<sub>2</sub> dari udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P yang terkait didalam tanah,
3. Sebagai pengendali patogen yang berasal dari tanah (bioprotektan)



dengan cara menghasilkan berbagai senyawa atau metabolit anti patogen (McMillan, 2007).

### **2.5.2 *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF)**

Keberadaan Fungi *Arbuscular Mycorrhizal Fungi* (AMF) di alam bersifat kosmopolitan, artinya jamur mikoriza dapat ditemukan di berbagai ekosistem. Jamur mikoriza ini mampu bersimbiosis dengan hampir 90% jenis tumbuhan. Jamur mikoriza penting dalam pertanian dan kehutanan karena pengangkutan unsur hara dua arah antara inang dan jamur (yaitu transpor karbon inang dan serapan unsur hara mineral dari tanah), yang pada gilirannya menyebabkan proses pergantian unsur hara yang berbeda di dalam tanah (Simamora dkk., 2009).

AMF dapat ditemukan pada sebagian besar tanah, umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik. Namun tingkat populasi dan komposisi spesies sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh karakteristik tanaman serta sejumlah faktor lingkungan seperti suhu, pH, kelembaban tanah, kandungan fosfor dan nitrogen (Delvian dkk. 2015). AMF dan akar tanaman mempunyai hubungan simbiosis yang dapat mendorong pertumbuhan tanaman lebih baik, terutama pada lahan marginal. Hal ini dikarenakan AMF yang bersimbiosis membantu tanaman menempel pada tanah dan meningkatkan luas permukaan serap akar, sehingga meningkatkan kemampuan penyerapan unsur hara dan air, sekaligus meningkatkan kelangsungan hidup dan kesehatan tanaman inang (Hanafiah dkk., 2009).

Hasil dari pengujian AMF dalam tanah TPA di temukan bahwa populasi *Acaulospora sp* lebih dominan. *Acaulospora sp* adalah genus mikoriza yang termasuk dalam family Acaulosporaceae. Genus ini memiliki beberapa ciri khas antara lain yaitu memiliki 2-3 dinding spora, spora terbentuk di sisi samping leher sporiferous saccule, berbentuk globose hingga elips, berwarna hyaline, kuning, ataupun merah kekuningan, berukuran antara 100-400  $\mu\text{m}$  (Morton dkk., 2013).

## 2.6 Bio-Fitoremediasi

Penggunaan mikroba dan tanaman sebagai agen dalam meremediasi logam berat telah di kembangkan pada berbagai jenis logam berat dengan harapan dapat meremediasi daerah tercemar dengan biaya yang relatif murah (Ali dkk., 2013). Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroba. Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun. Bioremediasi merupakan metode remediasi tanah terdegradasi oleh mikroba yang menghasilkan senyawa akhir yang stabil dan tidak beracun. Proses degradasi relatif murah, efektif, dan ramah lingkungan. Fitoremediasi adalah dengan memanfaatkan agen hayati berupa tanaman untuk mengurangi pencemar pada tanah, dinilai dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan. penelitian lain menunjukkan hasil yang menjanjikan seperti rumput India (*Sorghastrum nutans L.*) di daerah barat-tengah Amerika Serikat yang mampu mengurangi secara efektif pestisida dan herbisida. Dengan banyaknya contoh keberhasilan fitoremediasi tersebut. Dalam penelitian Rabier dkk (2007) menyatakan bahwa fitoremediasi telah diterima di beberapa negara di dunia sebagai solusi alternatif remediasi tanah tercemar.

## 2.7 Studi Terdahulu

**Tabel 2.1** Studi Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Hasil
1.	Muyassar dkk., 2021	Pencemaran Logam Berat Pada Tanah di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Piyungan, Bantul, Yogyakarta	Tingkat pencemaran oleh logam berat terutama Fe, Cu, Zn dan Pb Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum tanah di lokasi penelitian mempunyai tekstur pasir lempungan dengan

No	Nama Peneliti	Judul	Hasil
			kandungan organik sedang serta mengandung mineral lempung yang didominasi oleh mineral illit dan ditemukan sedikit mineral montmorillonite.
2.	Budianta dkk., 2021	Fitoremediasi Tanah Tercemar Pb dan Zn di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Piyungan, Bantul, Yogyakarta	Penelitian fitoremediasi menunjukkan karakteristik tanah di TPA Piyungan, meliputi: pH, kandungan organik, dan kandungan mineral lempung mempengaruhi efektivitas serapan dalam proses fitoremediasi, terutama pada kandungan montmorilonit dalam tanah
3.	Chairiyah dkk., 2015	Bioremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Cd, Cu, dan Pb dengan Menggunakan Endomikoriza	Endomikoriza dapat menurunkan Cu, Pb tersedia tanah dan meningkatkan Cd tersedia tanah; menurunkan serapan Pb tanaman dan meningkatkan serapan Cd, Cu tanaman; serta meningkatkan derajat infeksi mikoriza

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, telah ada yang membahas penerapan mikroba dan tanaman tertentu yang ditanam menggunakan tanah TPA. Pada penelitian ini dilakukan analisis potensi mikroba PGPR dan AMF pada tanaman percobaan *Acacia Mangium* terhadap serapan logam berat Pb dan nilai pH pada media tanah TPA Piyungan. Parameter yang membedakan penelitian ini

adalah berupa konsentrasi logam berat Pb dalam Tanah, Akar dan batang. dan nilai pH pada tanah TPA Piyungan.

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan pada skala rumah kaca. Dimulai dari tahapan persiapan media tanam dengan menggunakan tumbuhan *Acacia mangium*. Dilakukan dalam rumah kaca (*greenhouse*) yang berlokasi di ( $7^{\circ}41'40.6''\text{LS}$   $110^{\circ}25'38.6''\text{BT}$ ) Dusun wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Pengambilan media tanam berupa tanah TPA diambil pada bulan Februari - April 2023. Pengujian sampel akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan Universitas Islam Indonesia. Kegiatan uji penelitian sampel di Laboratorium akan dilaksanakan bulan Juli hingga Agustus 2023.



**Gambar 3.1** Peta lokasi pembibitan / rumah kaca

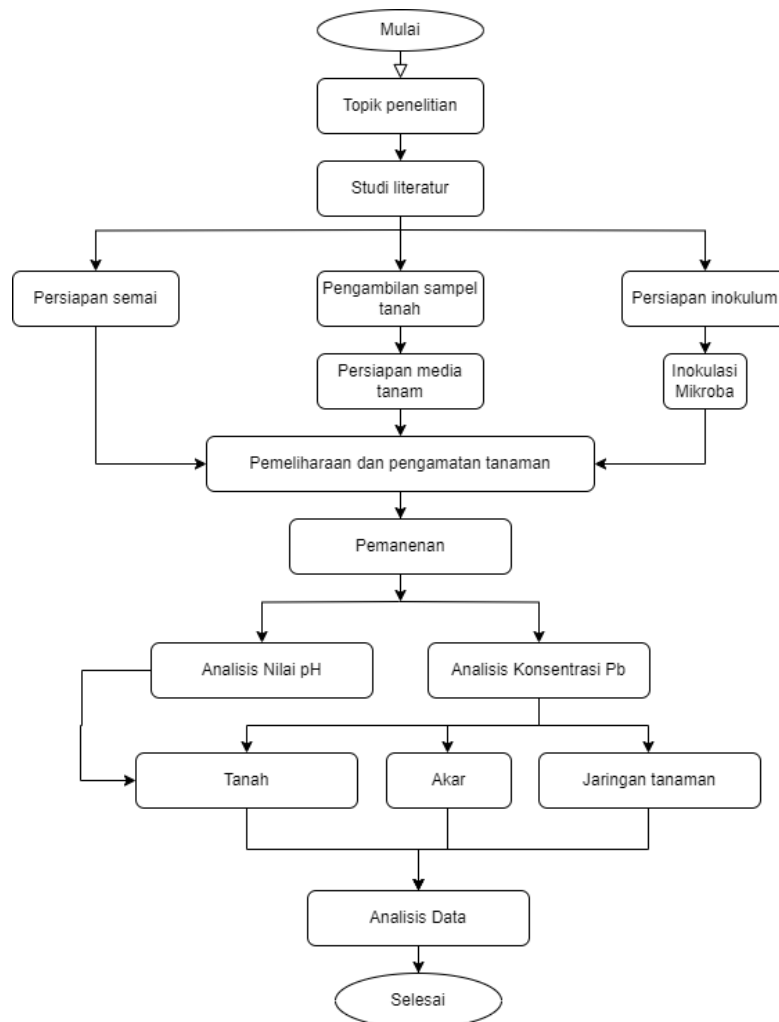
### 3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan adalah cangkul, Sendok Semen, Autoklaf,

Oven, ayakan 50 mesh, timbangan, meteran, erlenmeyer, pH meter, shaker, hot plate/kompur listrik, sendok takar, labu ukur, gelas ukur, gelas beaker, vial, *soil survey instrument*, *GPS maps*, caliper, kertas whatman no 42, corong kaca, tabung reaksi dan *trash bag* Bahan yang digunakan adalah aquades, KCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam bentuk diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.1.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Penelitian

### 3.3.1 Persiapan Semai Tanaman

Semai *Acacia Mangium* dipersiapkan sebanyak 100 semai yang ditanam dalam *polybag* ukuran 500 gram. Semai ditanam menggunakan media pasir steril selama 2 bulan tanpa pupuk. Tujuannya untuk mempersiapkan semai *Acacia Mangium* bisa beradaptasi dengan kondisi lingkungan dan media tanamnya sehingga dapat bertahan hidup. Selain itu, menghasilkan semai yang mampu mengimbangi perubahan kondisi lingkungan.

### 3.3.2 Pengambilan Sampel Tanah

Persiapan tanah sebagai media tanam berasal dari tanah TPA Piyungan. Tanah diambil dari bagian tanah penutup TPA pada kedalaman 15-30 cm. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara acak (*Random Sampling*) pada 14 titik. Pengambilan sampel dilakukan antara 20-80 meter dalam luasan 2.02ha. Sehingga setiap bagian lereng dan puncak bukit memiliki kesempatan yang sama untuk mewakili tiap bagian dari bukit timbunan sampah. Antara lain sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Koordinat lokasi pengambilan sampel

	KOORDINAT		Keterangan
	S	E	
1	7° 52' 12"	110° 25' 52"	Puncak
2	7° 52' 13"	110° 25' 52"	Puncak
3	7° 52' 13"	110° 25' 51"	Puncak
4	7° 52' 12"	110° 25' 53"	Lereng
5	7° 52' 13"	110° 25' 53"	Lereng
6	7° 52' 14"	110° 25' 52"	Lereng
7	7° 52' 15"	110° 25' 51"	Lereng

	KOORDINAT		Keterangan
	S	E	
8	7° 52' 17"	110° 25' 48"	Puncak
9	7° 52' 14"	110° 25' 46"	Puncak
10	7° 52' 14"	110° 25' 48"	Lereng
11	7° 52' 14"	110° 25' 49"	Lereng
12	7° 52' 17"	110° 25' 48"	Lereng
13	7° 52' 17"	110° 25' 46"	Lereng
14	7° 52' 15"	110° 25' 45"	Lereng



**Gambar 3.3** Peta Titik Pengambilan Sampel Tanah

### 3.3.3 Persiapan Media Tanam dan Penanaman

Persiapan media tanam dilakukan di *greenhouse* dengan melakukan sterilisasi tanah dari 14 titik sampling menggunakan metode fisika atau metode sterilisasi dengan panas. Cara kerjanya dengan penggunaan sistem panas kering (oven/udara panas dan pembakaran) oleh alat pemanas. Caranya dengan memasukkan sampel tanah dalam wadah plastik kemudian memanaskannya hingga suhu 85 derajat celsius selama 5 jam. Kemudian tanah di komposit agar tanah menjadi homogen. Selanjutnya, melakukan penanaman dengan semai *Acacia mangium*.

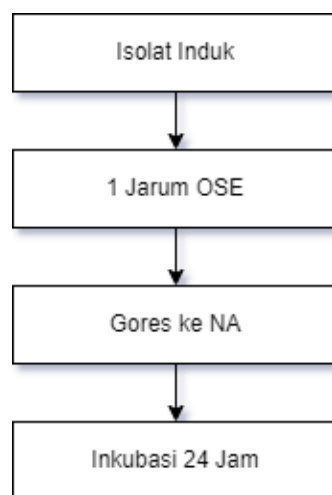
### 3.3.4 Persiapan Inokulum

Inokulasi tanaman melibatkan bakteri atau jamur yang menguntungkan bagi tanaman. Inokulasi ini bertujuan untuk simbiosis antara akar tanaman dengan bakteri sehingga akan tercipta bintil-bintil akar.

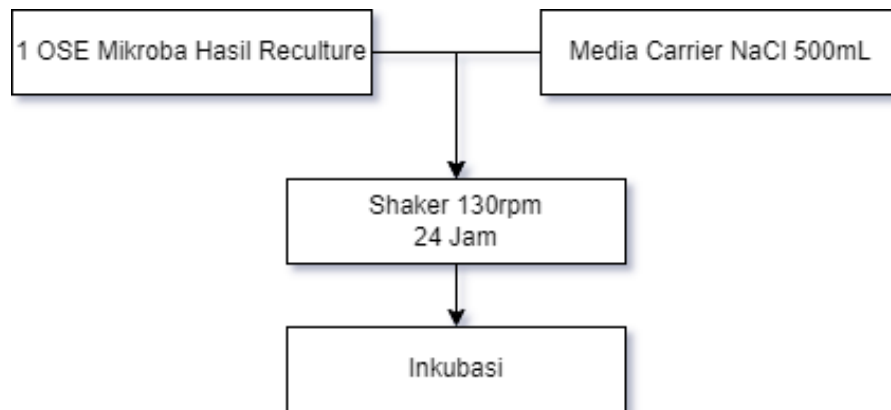


Pembuatan inokulan mikroba PGPR dilakukan dengan membudidayakan bakteri induk pada media baru. *Reculture* mikroba dilakukan di *laminar air flow* dengan media berupa NA (*Nutrient Agar*) yang sudah disterilkan. Kemudian dari mikroba induk diambil dan dimasukkan ke media NA dalam cawan petri. Mikroba induk yang telah dipindah ke media NA dibungkus menggunakan kertas sampul dan diinkubasi selama 24 jam. Kemudian mikroorganisme terpilih diambil dari media NA dan dimasukkan ke dalam larutan media *carrier* NaCl. media *carrier* NaCl digunakan karena berpotensi sebagai media tumbuh bakteri harga lebih murah dari *Nutrient Broth*. kemudian dihomogenisasi menggunakan *shaker* dan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 130 rpm selama 24 jam.

Inokulan mikroba AMF dilakukan dengan membuat semaian tanaman sorgum dan media tanam zeolit. Tanaman sorgum disemai menggunakan media tanam berbahan zeolit dan setelah 2 minggu. Pada tahap ini tanaman disiram setiap 3 hari sekali, setelah 3 bulan sorgum dipanen dan media zeolit disimpan dalam plastik *zip lock* untuk menghindari kontaminasi. Hasil dari inokulasi AMF di temukan bahwa genus *Acaulospora sp* lebih dominan yang kemudian digunakan dalam penelitian ini.



**Gambar 3.4** Reculture Mikroba



**Gambar 3.5** Inokulasi Media PGPR



**Gambar 3.6** Reculture AMF

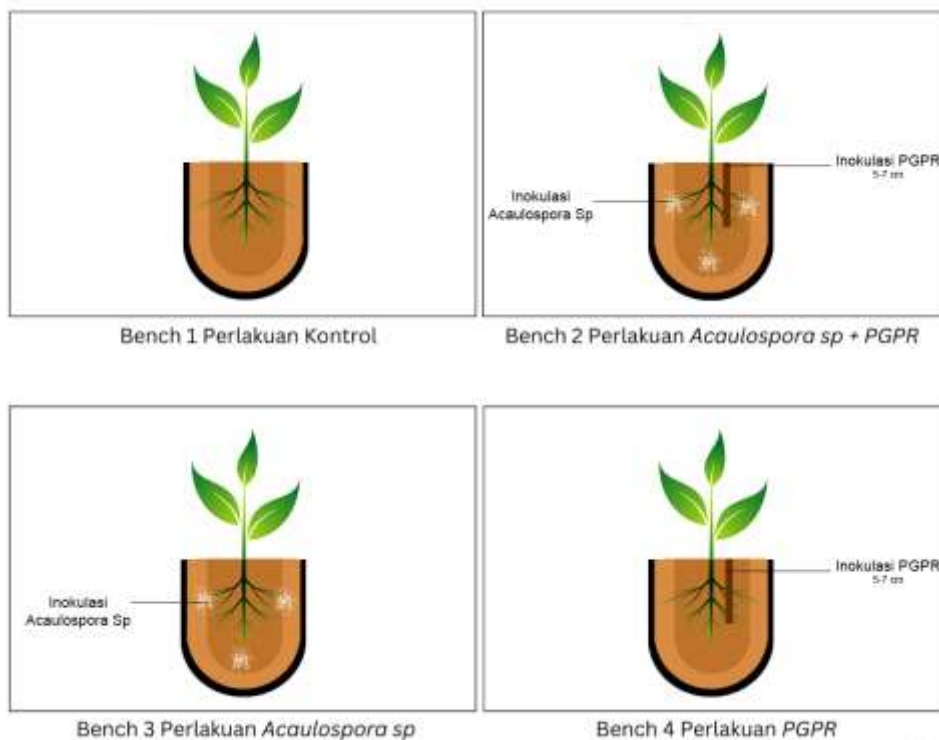
### 3.3.4.1 Inokulasi Mikroba

Tanah yang sudah dipersiapkan selanjutnya dilakukan penanaman semai ke media tanam. Penanaman dilakukan terhadap 100 semai *Acacia mangium* dengan menambahkan sebanyak 350 gram tanah TPA. *Acacia mangium* dipersiapkan untuk mendapatkan perlakuan masing-masing 25 semai sebagai kontrol, perlakuan mikroba *Acaulospora sp* + PGPR, *Acaulospora sp*, dan PGPR.

Inokulasi *Acaulospora sp* dilakukan dengan memasukkan inokulum sebanyak 20 gram ke media tanam *Acacia mangium*. Selanjutnya, menginjeksi 10 ml mikroba PGPR ke media tanam *Acacia mangium* yang sudah dilubangi 4-5 cm dan ditutup kembali. Jumlah koloni bakteri PGPR disajikan pada tabel 3.1.

**Tabel 3.2** Populasi Bakteri PGPR

Kode Koloni	Pengenceran	Jumlah Populasi
PGPR	10 <sup>3</sup>	7.104 CFU/mL



**Gambar 3.7** Susunan Media Tanam dan Inokulasi Mikroba Terhadap *Acacia Mangium*

### 3.3.5 Pemeliharaan dan Pengamatan Tanaman

Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman tanaman disiram setiap 2 sampai 3 hari sekali. *Plant growth measurement* atau pengamatan tanaman dengan melakukan pengukuran tinggi yang dihitung dari leher akar ke

batang atas. Pengukuran diameter dihitung 1 cm dari leher akar. *Plant growth measurement* dilakukan setiap 3 minggu sekali. Pengamatan pertumbuhan tanaman ini dilakukan untuk melakukan analisis pengaruh dari perlakuan inokulasi mikroba *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *Acaulospora sp*, dan konsorsium *Acaulospora sp* + PGPR.

### **3.3.6 Panen Semai Tanaman**

Tahapan pemanenan dilakukan setelah 4 bulan penanaman. Hal ini dilakukan karena untuk melihat pertumbuhan tanaman yang terhadap perlakuan inokulasi mikroba *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *Acaulospora sp*, konsorsium *Acaulospora sp* + PGPR dan perlakuan kontrol. Kemudian dilakukan pemisahan antara tanaman dan tanah. Kemudian bagian batang dan akar *Acacia mangium* dipotong untuk dilakukan persiapan pengujian konsentrasi logam berat Pb menggunakan *Atomic Absorption Spektrofotometri* (AAS).

### **3.3.7 Analisis Parameter**

#### **3.3.7.1 pH**

Pengukuran derajat keasaman (pH) tanah dilakukan dengan melarutkan dalam air (H<sub>2</sub>O). Sampel di-*shaker* selama 30 menit setelah dicampurkan dengan H<sub>2</sub>O. Kemudian larutan yang di-*shaker* dengan tanah tersebut diuji dengan pH meter. Uji pH dengan H<sub>2</sub>O berfungsi untuk mengetahui nilai pH aktual. Pencampuran H<sub>2</sub>O sebelum diuji dengan pH meter bertujuan untuk mengekstrak konsentrasi ion H<sup>+</sup> pada tanah (Mulyadi, 2021) Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Pada pengujian sampel ini memiliki acuan yang telah ditetapkan, antara lain sebagai berikut:

**Tabel 3.3 SNI Pengujian pH**

No	Parameter	Metode	SNI	Keterangan
1	pH	Melarutkan Tanah	03.6787:2002	Tentang Metode Pengujian pH Tanah Dengan Alat pH Meter.

**3.3.7.2 Timbal (Pb)**

Metode yang digunakan untuk melakukan analisis pengujian logam berat Pb pada tanah, jaringan akar dan batang tanaman *Acacia mangium* menggunakan *Atomic Absorption Spektrofotometri* (AAS). Pengujian kandungan logam berat perlu melakukan preparasi sampel dengan melarutkan sampel tanah dan jaringan tanaman dengan larutan HNO<sub>3</sub> serta Aquades untuk di ekstraksi dan disaring. kemudian ekstrak diencerkan dengan aquades untuk diuji menggunakan menggunakan AAS guna menghitung konsentrasi logam berat Pb.

**Tabel 3.4 SNI Pengujian pH**

No	Parameter	Metode	SNI	Keterangan
1	Timbal (Pb)	Destruksi	8901:2021	Uji kadar logam dalam contoh uji limbah padat, sedimen, dan tanah dengan metode destruksi asam menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA)

### **3.4 Analisis Data dan Perbandingan Antar Perlakuan**

Data pertumbuhan tanaman, konsentrasi logam berat Pb dan nilai pH. kemudian diolah dan dianalisis untuk menggambarkan kandungan logam berat Pb dan nilai pH yang tersedia. Selanjutnya data tersebut ditambahkan standard error. *Standard error* dihitung menggunakan aplikasi Microsoft Excel. *Standard error* digunakan untuk mengetahui data yang dihasilkan layak atau untuk mengetahui kualitas data sampel, yang kemudian data tersebut ditampilkan dalam bentuk diagram batang. Analisis data pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui potensi dari perlakuan aplikasi mikroba PGPR, *Acaulospora sp*, dan konsorsium *Acaulospora sp* + PGPR. Perlakuan mikroba tersebut kemudian dibandingkan dengan tanaman yang tidak dilakukan perlakuan sebagai kontrol.

## BAB IV

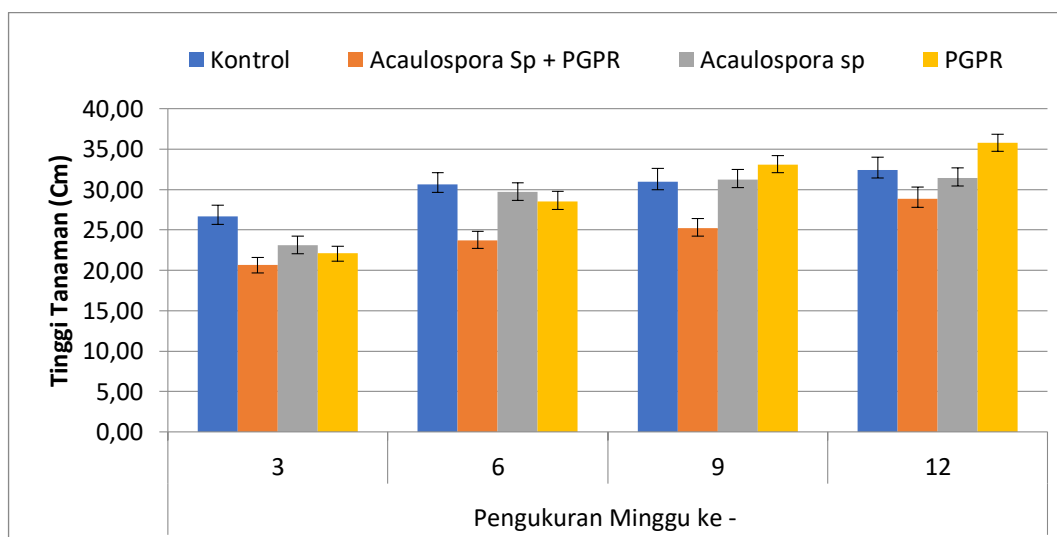
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengaruh Inokulasi Mikroba Terhadap Pertumbuhan Tanaman *Acacia Mangium*.

##### 4.3.1 Tinggi Tanaman

Hasil pengukuran tinggi tanaman *Acacia Mangium* menunjukkan perbedaan pertumbuhan antara tanaman kontrol dan tanaman dengan perlakuan inokulasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *Acaulospora sp*, dan konsorsium *Acaulospora sp* + PGPR. Pertumbuhan tinggi tanaman terlihat setelah minggu ke-3 dan seterusnya.

Pada **Gambar 4.1** merupakan grafik dari pertumbuhan tinggi tanaman *Acacia Mangium* yang mendapatkan perlakuan mikroba *Acaulospora sp* + PGPR, *Acaulospora sp* dan PGPR. Pada minggu ke-12 rata-rata tinggi tanaman dengan perlakuan inokulasi mikroba *Acaulospora sp* + PGPR adalah 28,8 cm, *Acaulospora sp* adalah 31,4 cm, dan PGPR adalah 35,7 cm. Sedangkan tinggi tanaman kontrol adalah 32,4 cm.



**Gambar 4.1** Pertumbuhan Tinggi Tanaman *Acacia Mangium* (n=25)

Perbandingan pertumbuhan tinggi tanaman *Acacia Mangium* dengan perlakuan inokulasi mikroba cenderung lambat jika dibandingkan dengan tanaman kontrol. Namun, untuk perlakuan PGPR memiliki kecenderungan pertumbuhan yang lebih tinggi di minggu ke-4 dari perlakuan lainnya. Hal ini menandakan bahwa PGPR memiliki peran aktif dalam mendukung pertumbuhan tinggi tanaman. Tanaman dengan perlakuan inokulasi mikroba PGPR menunjukkan hasil yang lebih efektif. Pemberian PGPR ke dalam tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah (Gupta dkk., 2015). PGPR dapat menghasilkan hormon pertumbuhan dan meningkatkan ketersediaan unsur hara serta melarutkan unsur hara tanah (Aryantha dkk., 2004). PGPR memiliki banyak kegunaan sebagai agen biokontrol dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Mekanismenya dengan berkoloni dan berkembang biak di lingkungan guna pertumbuhan akar tanaman (Sarkar dkk., 2022).

Pada **Gambar 4.2** merupakan dokumentasi pasca panen pertumbuhan tinggi tanaman *Acacia Mangium* dengan perlakuan mikroba *Acaulospora sp* + PGPR, *Acaulospora sp* dan PGPR. PGPR mendukung peningkatan pertumbuhan tanaman dengan cara mengkolonisasi akar tanaman (Hayat dkk., 2018). PGPR merupakan bakteri simbiotik yang dapat menyediakan unsur hara dalam tanah untuk tanaman dengan bersimbiosis dan mengkolonisasi akar tanaman legum. Apabila proses simbiosis dengan tanaman legum seperti *Acacia Mangium* maka mikroba akan menginfeksi akar untuk membentuk bintil akar (Rifdah dkk., 2018). Bintil akar pada tanaman legum menunjukkan ciri pertumbuhan yang lebih baik. seperti akar yang lebih panjang dan rimbun serta pertumbuhan yang lebih bagus. (Rosyidhana, 2021)



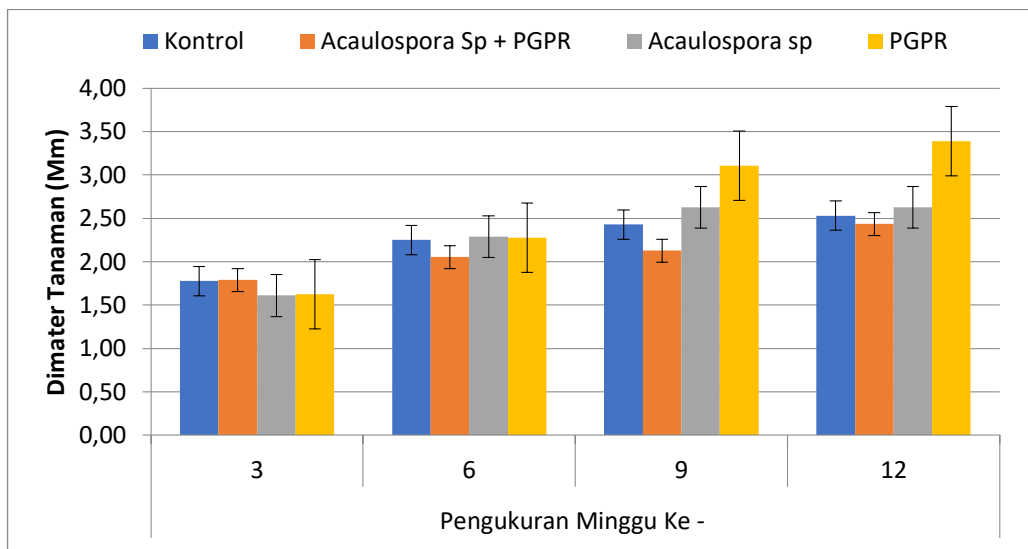


**Gambar 4.2** Perbandingan Pertumbuhan *Acacia Mangium* Pada Minggu ke-12

#### 4.3.2 Diameter Tanaman

Hasil pengukuran diameter batang tanaman *Acacia Mangium* terdapat perbedaan pertumbuhan diameter antara tanaman kontrol dengan tanaman dengan perlakuan inokulasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *Acaulospora sp*, dan konsorsium *Acaulospora sp* + PGPR. Perbedaan pertumbuhan diameter tanaman mulai terlihat setelah minggu ke-3.

Pada **Gambar 4.3** merupakan grafik dari pertumbuhan diameter tanaman *Acacia Mangium* yang mendapatkan perlakuan mikroba *Acaulospora sp* + PGPR, *Acaulospora sp* dan PGPR. Pada minggu ke-12 rata-rata tinggi tanaman dengan perlakuan inokulasi mikroba *Acaulospora sp* + PGPR adalah 2,43 mm, *Acaulospora sp* adalah 2,63 mm, dan PGPR adalah 3,39 mm. Sedangkan diameter tanaman pada kontrol adalah 2,53 mm.



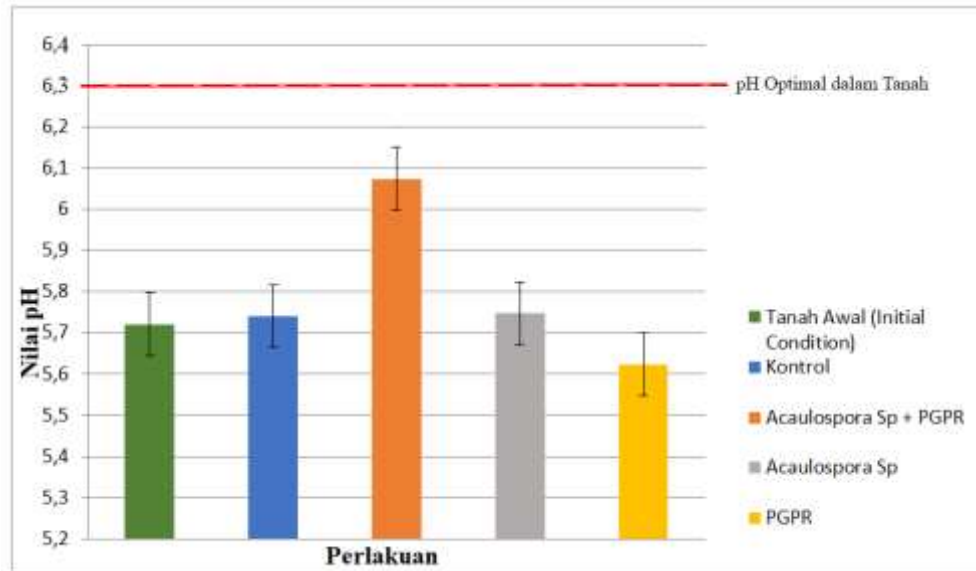
**Gambar 4.3** Pertumbuhan Diameter Tanaman *Acacia Mangium* (n=25)

Perbandingan pertumbuhan diameter tanaman *Acacia Mangium* dengan perlakuan inokulasi mikroba cenderung lebih lambat jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa mikroba atau tanaman kontrol. Namun, untuk perlakuan PGPR menunjukkan angka pertumbuhan diameter yang lebih besar dari perlakuan lainnya. Hal ini membuktikan kembali bahwa mikroba ini juga memiliki peran dalam pertumbuhan diameter tanaman. Inokulasi PGPR menjadi alternatif yang sangat baik untuk mendorong pertumbuhan tanaman dengan tidak adanya pemupukan kimia dan memungkinkan mereka untuk melakukannya lebih baik beradaptasi dengan kondisi sulit, terutama untuk akasia, yang merupakan tanaman pengikat nitrogen, sering kali ditujukan untuk tanah tujuan restorasi dan rehabilitasi (Lebrazi dkk., 2020). Pemberian inokulasi mikroba PGPR ke dalam tanah dapat membantu penyerapan unsur hara yang lebih baik yang kemudian berhubungan dengan pertumbuhan diameter tanaman (Anna dkk., 2022).

#### 4.2. Pengaruh Inokulasi Mikroba Terhadap Nilai pH dalam Tanah

Pada **Gambar 4.4** merupakan grafik pengaruh inokulasi mikroba *Acaulospora sp* + PGPR, *Acaulospora sp* dan PGPR terhadap pH dalam tanah.

Tanah awal TPA menunjukkan nilai pH 5,72 yang dikategorikan dalam kondisi asam (pH rendah). Nilai pH tanah *Acacia Mangium* dengan perlakuan inokulasi mikroba *Acaulospora sp* + PGPR adalah 6,07, *Acaulospora sp* adalah 5,75, dan PGPR adalah 5,62. Sedangkan *Acacia Mangium* tanpa perlakuan inokulasi atau kontrol adalah 5,74.



**Gambar 4.4** Pengaruh Inokulasi Mikroba Terhadap Nilai pH dalam Tanah (n=3)

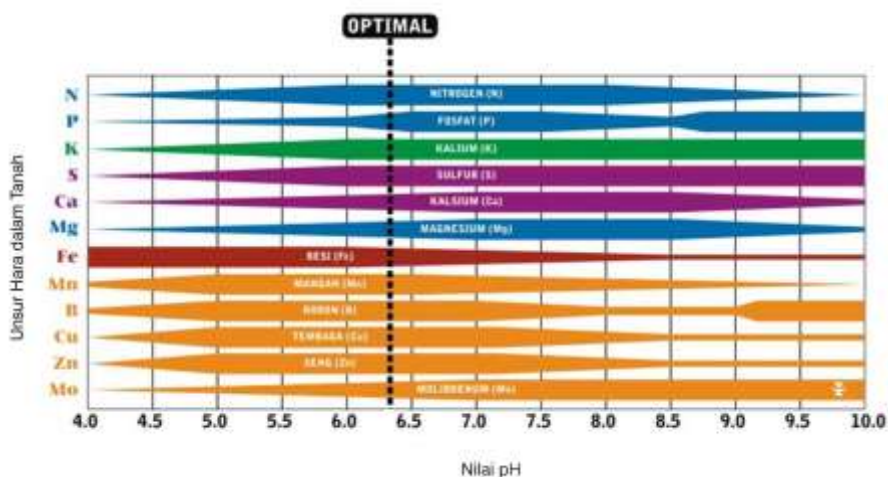
Berdasarkan hasil data pengujian, perlakuan terhadap *Acacia Mangium* dengan dan tanpa inokulasi mikroba menunjukkan nilai pH yang berbeda. Jika dibanding dengan kondisi tanah awal dan perlakuan lainnya. Inokulasi konsorsium mikroba *Acaulospora sp* + PGPR mampu meningkatkan nilai pH tanah hingga menuju pH optimal dibandingkan dengan perlakuan inokulasi satu mikroba saja. Hal ini seperti yang disampaikan oleh penelitian sebelumnya. Bahwa, kombinasi isolat mikroba dapat mengaktivasi dan meningkatkan kinerja mikroba lain yang di aplikasi bersamaan (Widiyawati dkk., 2014).

Pada pH asam jaringan tumbuhan akan semakin mengikat unsur. sedangkan apabila pH bersifat basa dapat melemahkan kemampuan jaringan tumbuhan tersebut dalam mengikat unsur. Sehingga unsur yang diserap semakin sedikit dan menyebabkan terganggunya metabolisme tumbuhan (Agusetyadevy dkk., 2016).

Tanaman dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 5,5-7 karena proses penyerapan unsur hara dapat berlangsung dengan baik (Agustya Devy dkk., 2016).

*Acacia Mangium* mampu bertahan dalam kondisi tanah pH 4,2 (Zulkarnain, 2009). Hal ini sangat memungkinkan jika *Acacia Mangium* dapat tumbuh dalam kondisi tanah awal TPA Piyungan. Kondisi pH 5,62 pada perlakuan PGPR membuktikan pernyataan penelitian sebelumnya bahwa pH asam jaringan tumbuhan akan semakin mengikat unsur. Hal ini membuktikan korelasi antara pertumbuhan tanaman *Acacia Mangium* dengan inokulasi PGPR dan nilai pH sangat menunjukkan nilai pertumbuhan yang cenderung lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Pada **Gambar 4.5** menunjukkan hubungan antara pH tanah dan ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Hal ini memperjelas bahwa pH tanah atau tingkat keasaman tanah merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan dalam keberhasilan tanaman menyerap unsur hara dari dalam tanah.

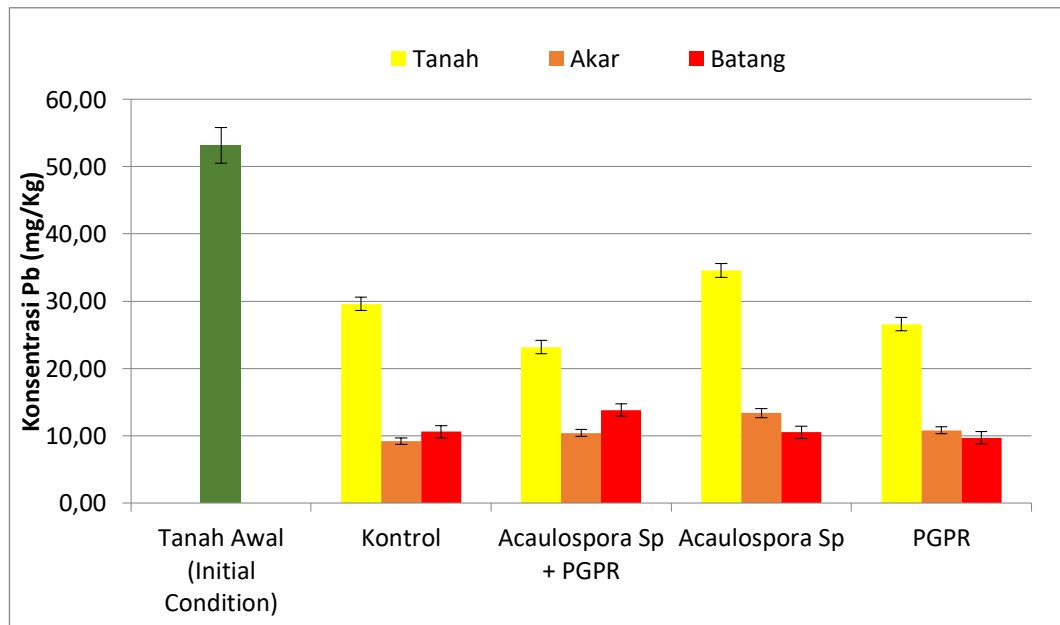


Sumber : Bambang siswanto. 2018

**Gambar 4.5** Hubungan Antara pH Tanah dan Ketersediaan Unsur Hara di Dalam Tanah.

### 4.3. Pengujian Logam Berat Pb dalam Tanah, Akar dan Batang

Pada **Gambar 4.6** merupakan grafik dari pengaruh perlakuan inokulasi mikroba terhadap konsentrasi logam berat Pb pada tanaman *Acacia Mangium* dalam kondisi tanah awal serta tanah, akar dan batang dengan dan tanpa perlakuan inokulasi mikroba.



**Gambar 4.6** Konsentrasi Logam Berat Pb Dalam Kondisi Tanah Awal, Akar dan Batang Dengan dan Tanpa Inokulasi Mikroba (n=3)

Konsentrasi logam berat Pb dalam tanah awal yaitu sebesar 53,17 mg/kg. Terjadi penurunan konsentrasi logam berat Pb dalam kondisi tanah tanaman *Acacia Mangium* dengan perlakuan inokulasi mikroba *Acaulospora sp* + PGPR adalah 29,58 mg/kg, *Acaulospora sp* adalah 34,55 mg/kg, dan PGPR adalah 26,56 mg/kg. Sedangkan konsentrasi logam berat Pb dalam tanaman kontrol tanpa perlakuan adalah 29,58 mg/kg.

Hasil uji ini mengindikasikan bahwa *Acacia Mangium* memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat Pb dalam tanah dengan semua variasi perlakuan. Yaitu kontrol, inokulasi mikroba *Acaulospora sp* + PGPR, *Acaulospora sp* dan PGPR.

Konsentrasi Logam Berat Pb yang terserap dalam jaringan batang tanaman kontrol *Acacia Mangium* yaitu sebesar 10,60 mg/kg. Sedangkan konsentrasi logam berat Pb dalam batang tanaman *Acacia Mangium* dengan perlakuan inokulasi mikroba *Acaulospora sp* + PGPR adalah 13,81 mg/kg, *Acaulospora sp* adalah 10,50 mg/kg, dan PGPR adalah 9,67 mg/kg.

Berdasarkan hasil data pengujian, perbandingan tanaman *Acacia Mangium* dengan dan tanpa perlakuan inokulasi memunculkan hasil yang berbeda. Perlakuan inokulasi konsorsium *Acaulospora Sp* + PGPR menunjukkan kecenderungan bahwa logam Pb dalam tanah dan jaringan batang tanaman terserap jauh lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut (Hayati, 2010). Penyerapan logam berat pada tanaman berkenaan dengan 3 hal, yaitu:

1. Kemampuan tanaman dalam menyerap unsur dari media tumbuh
2. Penurunan kadar logam berat dalam media tumbuh
3. kombinasi keduanya

*Acaulospora sp* + PGPR memiliki kemampuan mendegradasi atau menahan polutan sehingga kemampuan mikroba tersebut dapat menyerap konsentrasi logam tergantung kesesuaian kondisi lingkungan untuk pertumbuhan dan metabolismenya (Verma dkk., 2016). Tanaman legum seperti *Acacia Mangium* membutuhkan unsur hara makro lebih banyak dibandingkan tanaman non-legum. Dalam hal ini, mikroba *Acaulospora sp* dapat mempengaruhi nutrisi unsur hara makro dalam tanah terhadap tanaman guna mendukung pertumbuhan jaringan akar tanaman (Cardoso dkk., 2013). PGPR memiliki kegunaan sebagai agen biokontrol dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Mekanismenya dengan berkoloni dan berkembang biak di lingkungan guna pertumbuhan tanaman (Sarkar dkk., 2022).

Konsentrasi Logam Berat Pb yang terserap dalam akar tanaman kontrol *Acacia Mangium* yaitu sebesar 9,16 mg/kg. Sedangkan konsentrasi logam berat Pb dalam akar tanaman *Acacia Mangium* dengan perlakuan inokulasi mikroba

*Acaulospora sp* + PGPR adalah 10,40 mg/kg, *Acaulospora sp* adalah 13,37 mg/kg, dan PGPR adalah 10,79 mg/kg.

Logam Pb dalam jaringan akar *Acacia Mangium* dengan inokulasi *Acaulospora sp* cenderung terserap jauh lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Arisusanti dan Purwani (2013), *Acaulospora sp* dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap logam berat Pb, meningkatkan akumulasi Pb di akar, serta menghambat akumulasi Pb pada batang dan daun. *Acaulospora sp* memiliki kemampuan mendegradasi atau menahan polutan sehingga kemampuan mikroba tersebut dapat menyerap konsentrasi logam tergantung kesesuaian kondisi lingkungan untuk pertumbuhan dan metabolismenya (Verma dkk., 2016).

Pada kondisi kontaminasi logam berat, *Acaulospora sp* dapat memainkan peran dalam dua bentuk yakni fitoekstraksi (serap logam dan transfer akar ke pucuk) dan fitostabilisasi (immobilisasi logam) (Gohre dkk., 2012). Menurut Rossiana (2003) tanaman dengan media yang banyak mengandung logam berat akan membentuk senyawa pengikat yang disebut fitokhelatin. Bila bertemu dengan logam berat Pb, fitokhelatin akan membentuk ikatan sulfida di ujung belerang pada sistein dan membentuk senyawa kompleks, sehingga Pb akan terbawa menuju jaringan tumbuhan.

Mikroba dalam *Acacia Mangium* dalam penelitian ini dapat mengurangi akumulasi logam berat pada jaringan tanaman yang disebabkan oleh sekresi metabolit, proton dan eksudat yang bertindak sebagai khelator logam dan mereduksi logam. Logam dapat meningkatkan kadar stress yang kemudian berkurang setelah di aplikasikan mikroba. Mikroba mengendapkan logam berat dan menurunkan ketersediannya dengan berkaitan langsung bersama gugus fungsional seperti gugus hidroksil, karboksil, amino, dll. Dan mengkhelatinya melalui polimer yang dihasilkan dari proses ekstraseluler seperti zat humat dan polisakarida.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Potensi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) Terhadap *Acacia Mangium* Untuk Biofitoremediasi TPA Piyungan.” dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Potensi aplikasi perlakuan inokulasi mikroba PGPR lebih baik dibandingkan dengan perlakuan inokulasi mikroba lainnya dalam upaya meningkatkan pertumbuhan tanaman *Acacia Mangium* terhadap tinggi tanaman dan diameter batang.
2. Potensi aplikasi perlakuan inokulasi mikroba *Acaulospora sp* + PGPR terhadap tanaman *Acacia Mangium* berdampak baik dalam mengurangi konsentrasi Pb dalam tanah menjadi 23,15 mg/kg. Serta membantu meningkatkan optimalisasi nilai pH dalam tanah menjadi 6,07. Selanjutnya, terhadap serapan logam berat pada jaringan batang tanaman *Acacia Mangium* cenderung lebih besar dan mampu menyerap logam berat Pb hingga 13,81 mg/kg. Sementara untuk aplikasi perlakuan inokulasi mikroba *Acaulospora sp* terhadap serapan logam berat pada jaringan akar tanaman *Acacia Mangium* cenderung lebih besar dan mampu menyerap logam berat Pb hingga 13,37 mg/kg.

Inokulasi konsorsium mikroba *Acaulospora sp* + PGPR menunjukkan potensi yang cenderung lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya karena konsorsium ini dapat bekerja sama dalam menurunkan konsentrasi logam berat Pb dalam tanah dan batang serta menciptakan pH tanah yang mendekati nilai optimal.



## **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, adapun saran yang dapat diberikan untuk pada penelitian selanjutnya diharapkan:

1. Penelitian dengan menggunakan sampel tanah kondisi asli di TPA Piyungan tanpa adanya sterilisasi.
2. Melakukan penelitian dengan menggunakan variasi dosis mikroba Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Arbuscular Mikoriza Fungi (AMF) sehingga mendapatkan dosis optimal.
3. Hasil penelitian ini dapat mendukung persiapan untuk melakukan revitalisasi TPA Piyungan menjadi ruang terbuka hijau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S.S., Sunarsih, D., dan Hamda, S. 2008. Pencemaran Logam Berat dalam Tanah dan Tanaman serta Upaya Mengurangnya. Yogyakarta: Seminar Nasional Kimia XVIII FMIPA UGM, 10 Juli 2008
- Agustina, T., 2014. Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampaknya pada kesehatan. TEKNOBUGA: Jurnal Teknologi Busana Dan Boga.
- Ahemad, M., M. Kibret, 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria. Curr. Perspective J. King Saud Univ. Sci. 26:1-20.
- 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.
- Atmojo, S.W., 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Azidi, I., Noer, K., dan E. N. Yenny. 2008. Kajian penyerapan logam Cd, Ni, dan Pb dengan Varietas Konsentrasi Pada Akar, Batang dan Daun tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L). Program Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan.
- Baker, A.J.M. 1999. Metal hyperaccumulator plants: a biological resource for exploitation in the phytoextraction of metal-polluted soils.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. SNI 7387. Hal 6-8.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Edited by B. Prsetyo, D. Santoso, and W. Retno Ladiyani. Bogor, Jawa Barat. Available at: website:<http://balittanah.litbang.deptan.go.id>.
- Budi, S. W., Purwanti, S. I., dan Turjaman, M. 2015. Fungi Mikoriza Arbuskula dan Arang Tempurung Kelapa Mempercepat Pertumbuhan Awal Bibit *Calliandra calothyrsus* di Media Tanah Marginal. Jurnal Silvikultur Tropika.
- Caroline, J., & Moa, A.G., 2015. Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaeifolius*) pada Limbah Industri

Peleburan Tembaga dan Kuningan, dalam Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015

- Fatoni, A. 2014. Hubungan Antara pH dan C-Organik Terhadap Ion Logam Cr(VI) pada Tanah Bekas Pertambangan: Kajian Reaksi Kimia. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014, Palembang 26-27 September 2014: 420-424.
- Gabbrielli R, Mattioni C, Vergnano O. 1991. Acumulation mechanisms and heavy metal tolerance of a nickel hyperaccumulator. *J Plant Nutr* 14:1067-1080.
- Gerth, A. 2000. Phytoremediation of soil and sludge with special examination of heavy metal contamination In: Wise DL, Trantolo DJ, Cichon EJ, Inyang HI, Stottmeister U (ed). : *Bioremediation of Contaminated Soils*. Marcek Dekker Inc. New York. Basel. P. 787- 809.
- Hadris dan Triyono, K. 2015. Pengaruh Macam Media Tumbuh dan Pupuk Mikro Plant Nature Terhadap Pertumbuhan Bibit Akasia (*Acacia mangium Willd.*)", *Jurnal Inovasi Pertanian* 14(1), pp. 40–46.
- Hartono, & Jumadi, O. (2014). Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik Pengekskresi Amonium Pada Tanah Pertanaman Jagung (*Zea mays L.*) dan Padi (*Oryza sativa L.*) Asal Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan, Indonesia. *Jurnal Sainsmat*, 3(2), 143–153. <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>
- Jupriyati, R., Soenardjo, N. and Suryono, C.A., 2014. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya terhadap Histologi Akar Mangrove *Avicennia Marina* (Forssk). *Vierh. di Perairan Mangunharjo Semarang. Journal Of Marine Research*, 3(1), pp.61-68.
- Kusnoputranto, H. 2006. Toksikologi Lingkungan, Logam Toksik dan Berbahaya. Jakarta: FKM-UI Press.
- Munir, E., 2006. Pemanfaatan Mikroba dalam Bioremediasi: Suatu Teknologi Alternatif untuk Pelestarian Lingkungan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Mikrobiologi FMIPA USU. USU Repository. Medan.
- Muske, D.N., Gahukar, S.J., Akhare, A.A. and Deshmukh, S.S., 2016. Phytoremediation: an environmentally sound technology for pollution prevention, control and remediation. *Advances in Life Sciences*, 5(7), pp.2501-2509.
- Naria. 2005. Mewaspadai Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) di Lingkungan

- Terhadap Kesehatan. *Jurnal Komunikasi Penelitian* 17 (4): 66-72.
- Novandi, R., 2014. Remediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus tricolor* L.) (Doctoral dissertation, Tanjungpura University).
- Respati, N.Y., Yulianti, E. and Rahmawati, A., 2017. Optimasi Suhu dan pH Media Pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat dari Isolat Bakteri Termofilik. *Kingdom (The Journal of Biological Studies)*, 6(7), pp.423- 430.
- Sulistyoningrum, D.R., 2018. Studi Literatur Remediasi Tanah Tercemar Lindi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah menggunakan Mixed Terrestrial Plants. (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Widowati, H., 2011. Pengaruh Logam Berat Cd, Pb Terhadap Perubahan Warna Batang dan Daun Sayuran. *El-Hayah: Jurnal Biologi*, 1(4).

## LAMPIRAN

### Lampiran 1.1 Data Pertumbuhan Acacia Mangium

#### 1. Pertumbuhan Tinggi

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
1	Acaulospora Sp + PGPR	30	31.5	33	33
2	Acaulospora Sp + PGPR	14	20	23	23
3	Acaulospora Sp + PGPR	18	26	39	40
4	Acaulospora Sp + PGPR	22	26.5	28	39
5	Acaulospora Sp + PGPR	13.5	14	16	16
6	Acaulospora Sp + PGPR	20	23	25	25
7	Acaulospora Sp + PGPR	31.5	35	36.5	42
8	Acaulospora Sp + PGPR	14.5	16.5	19	21
9	Acaulospora Sp + PGPR	23	23	25	25
10	Acaulospora Sp + PGPR	28	31	33.5	34
11	Acaulospora Sp + PGPR	21	27	29.5	38
12	Acaulospora Sp + PGPR	24	30	32.5	37

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
13	Acaulospora Sp + PGPR	16	17	19	19
14	Acaulospora Sp + PGPR	15	19	22	22
15	Acaulospora Sp + PGPR	28	31	34	32
16	Acaulospora Sp + PGPR	22	25	21.5	35
17	Acaulospora Sp + PGPR	18	18	21	22
18	Acaulospora Sp + PGPR	15	21	25	25
19	Acaulospora Sp + PGPR	25	27	30.5	30.5
20	Acaulospora Sp + PGPR	19	22	24	24
21	Acaulospora Sp + PGPR	18.5	25	28	28
22	Acaulospora Sp + PGPR	15	19	23	23
23	Acaulospora Sp + PGPR	21	27	30.5	32
24	Acaulospora Sp + PGPR	16	18	20	27
25	Acaulospora Sp + PGPR	24	27.5	30	30
	RERATA	20,666666 67	23,714285 71	25,222222 22	28,833333 3
st dev		4,7258156 26	5,4234938 66	5,9166321 46	7,25718035 2

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
sqrt		5	5	5	5
st error		0,9451631 25	1,0846987 73	1,1833264 29	1,45143607

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
1	PGPR	21	27	32	34
2	PGPR	19	23	25	30
3	PGPR	18	21	24.5	26
4	PGPR	42.5	45	47	47
5	PGPR	22	28	31	36
6	PGPR	26	30	31	34
7	PGPR	22.5	29.5	35	39
8	PGPR	23.5	29	31	35
9	PGPR	29	34	36	38
10	PGPR	30.8	33.5	39	40
11	PGPR	19	25	32	38
12	PGPR	16.5	27	35	46
13	PGPR	24.5	29	32	34
14	PGPR	27.8	32	37	40
15	PGPR	22.8	30.5	36	37
16	PGPR	33.5	39	44	47
17	PGPR	31	32.5	38	39
18	PGPR	17.5	23.5	31	32

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
19	PGPR	20	21	23	26
20	PGPR	16.4	22	25	31
21	PGPR	22.5	27	30	33
22	PGPR	24	27.5	32	34
23	PGPR	21	26	33	35
24	PGPR	21	26.5	31	32
25	PGPR	17	23.5	28	31
RERATA		22,153846 15	28,529411 76	33,083333 33	35,76
st dev		4,2396177 86	6,3158297 86	5,5397117 07	5,56985936 4
sqrt		5	5	5	5
st error		0,8479235 57	1,2631659 57	1,1079423 41	1,11397187 3

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
1	kontrol 1	36	37	38	38
2	kontrol 2	26	29	30	36
3	kontrol 3	30	28	30	30
4	kontrol 4	18	20	22	23
5	kontrol 5	15.5	17	18	18
6	kontrol 6	27	37	38	40
7	kontrol 7	18	25	26	27
8	kontrol 8	16	18	18	20



No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
9	kontrol 9	32	36	38	40
10	kontrol 10	26	26	26	35
11	kontrol 11	21.5	23.5	24	25
12	kontrol 12	23	31	33	33
13	kontrol 13	34	34	35	36
14	kontrol 14	25	35	37	37
15	kontrol 15	31	32	34	34
16	kontrol 16	32	32	32	34
17	kontrol 17	33	39	39	39
18	kontrol 18	25	32	32	33
19	kontrol 19	40	48	50	50
20	kontrol 20	23	23.5	25	25
21	kontrol 21	15	16.5	17	21
22	kontrol 22	33	35	36	37
23	kontrol 23	39.5	45.5	41	43
24	kontrol 24	21	26	29	30
25	Kontrol 25	23	26	27	27
RERATA		26,681818 18	30,619047 62	31	32,44
st dev		6,7780202 45	7,4194082 68	8	7,77860313 1
sqrt		5	5	5	5
st error		1,3556040 49	1,4838816 54	1,6	1,55572062 6

No	Kode Tanaman	Minggu
----	--------------	--------

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
1	Acaulospora sp	23.5	29	31	32
2	Acaulospora sp	34	37	38	38
3	Acaulospora sp	28	36.5	37	38
4	Acaulospora sp	36	41	42	42
5	Acaulospora sp	18	25	25	27
6	Acaulospora sp	28.8	38	39	39
7	Acaulospora sp	26	28.5	29	30
8	Acaulospora sp	18	19.5	20	21
9	Acaulospora sp	19	25	25	25
10	Acaulospora sp	28	33	34	35
11	Acaulospora sp	21	30.5	32	32.5
12	Acaulospora sp	19	21.5	21.5	22.5
13	Acaulospora sp	20	30.5	33.5	34.5
14	Acaulospora sp	19	25	26.5	27.5
15	Acaulospora sp	18	23	24	24
16	Acaulospora sp	19	22.5	22.5	23.5
17	Acaulospora sp	15	23.5	25	25.5
18	Acaulospora sp	22	28	28.5	29
19	Acaulospora sp	33	38.5	40	40
20	Acaulospora sp	25	30	33	33
21	Acaulospora sp	21	25	27	28
22	Acaulospora sp	18	20.5	21.5	22
23	Acaulospora sp	24	30.5	31	31.5

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
24	Acaulospora sp	22	27	30	31
25	Acaulospora sp	28	30,5	32	32
RERATA		23,086956 52	29,692307 69	31,263157 89	31,4444444 4
st dev		5,7438745 51	5,8078196 62	6,0721779 48	6,31731721
sqrt		5	5	5	5
st error		1,1487749 1	1,1615639 32	1,2144355 9	1,26346344 2

RERATA PERTUMBUHAN TINGGI AKASIA				
Perlakuan	Pengamatan Minggu ke -			
	3	6	9	12
Kontrol	26,68	30,62	31,00	32,44
Acaulospora Sp + PGPR	20,67	23,71	25,22	28,83
Acaulospora sp	23,09	29,69	31,26	31,44
PGPR	22,15	28,53	33,08	35,76

## 2. Pertumbuhan Diameter

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
1	Acaulospora Sp + PGPR	2,030	2,35	2,4	2,53
2	Acaulospora Sp + PGPR	0,870	1,05	1,15	1,6

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
3	Acaulospora Sp + PGPR	0,910	1,41	1,52	2,06
4	Acaulospora Sp + PGPR	1,700	3,03	3,5	3,6
5	Acaulospora Sp + PGPR	2,260	2,26	0	0
6	Acaulospora Sp + PGPR	2,160	2,37	2,47	2,8
7	Acaulospora Sp + PGPR	2,850	3,17	3,21	3,56
8	Acaulospora Sp + PGPR	1,310	1,31	1,34	1,37
9	Acaulospora Sp + PGPR	2,180	2,21	2,31	2,37
10	Acaulospora Sp + PGPR	2,070	2,13	2,67	2,8
11	Acaulospora Sp + PGPR	1,920	1,92	2,17	2,62
12	Acaulospora Sp + PGPR	1,700	1,7	1,97	2,22
13	Acaulospora Sp + PGPR	1,540	1,54	1,05	0,99
14	Acaulospora Sp + PGPR	2,030	2,09	2,1	2,47
15	Acaulospora Sp + PGPR	2,750	3,04	3,28	3,4
16	Acaulospora Sp + PGPR	2,140	2,14	2,2	2,5
17	Acaulospora Sp + PGPR	1,330	1,4	1,68	2,28

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
18	Acaulospora Sp + PGPR	0,880	2,06	2,36	2,42
19	Acaulospora Sp + PGPR	2,600	2,78	2,63	2,63
20	Acaulospora Sp + PGPR	1,630	1,96	2,08	3,02
21	Acaulospora Sp + PGPR	1,160	1,89	2,27	2,72
22	Acaulospora Sp + PGPR	1,510	1,78	2,25	2,6
23	Acaulospora Sp + PGPR	2,040	1,33	2,29	3,17
24	Acaulospora Sp + PGPR	1,170	1,61	1,8	2,18
25	Acaulospora Sp + PGPR	1,990	2,32	2,49	2,66
RERATA		1,789	2,051666667	2,1276	2,432916667
st dev		0,559076023	0,570397776	0,746577078	0,807914541
sqrt		5	5	5	5
st error		0,111815205	0,114079555	0,149315416	0,161582908

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
1	PGPR	1,69	2,16	3,07	3,27
2	PGPR	0,97	1,15	1,97	2,89

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
3	PGPR	1,31	2,22	2,96	3,10
4	PGPR	3,57	4,18	4,63	4,45
5	PGPR	1,37	2,38	3,99	4,10
6	PGPR	1,59	2,14	3,33	3,40
7	PGPR	1,94	2,06	2,95	3,07
8	PGPR	1,96	2,65	3,22	3,37
9	PGPR	1,74	2,76	3,16	3,30
10	PGPR	1,61	2,90	4,27	4,43
11	PGPR	1,39	1,93	2,91	3,60
12	PGPR	0,56	1,82	2,88	3,26
13	PGPR	1,84	2,61	3,26	3,73
14	PGPR	1,76	2,25	2,80	3,40
15	PGPR	1,42	2,10	3,05	3,25
16	PGPR	1,72	2,17	3,33	3,80
17	PGPR	2,37	2,63	3,17	3,39
18	PGPR	1,19	1,65	2,63	3,06
19	PGPR	1,35	1,89	3,21	3,30
20	PGPR	1,31	1,96	2,67	2,89
21	PGPR	1,66	2,28	2,79	2,89
22	PGPR	1,30	2,50	2,63	3,20
23	PGPR	1,69	2,16	2,55	3,18
24	PGPR	1,37	2,33	3,01	3,20
25	PGPR	1,94	2,03	3,19	3,19
RERATA		1,62	2,28	3,11	3,39

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
st dev		0,544136319	0,544838508	0,54795164	0,423598867
sqrt		5	5	5	5
st error		0,108827264	0,108967702	0,109590328	0,084719773

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
1	kontrol 1	1,98	2,54	2,75	3,08
2	kontrol 2	2,06	2,82	3,02	3,23
3	kontrol 3	2,39	2,95	3,61	2,15
4	kontrol 4	0,82	1,58	1,80	1,85
5	kontrol 5	0,91	1,42	1,50	1,80
6	kontrol 6	1,44	2,66	2,90	3,02
7	kontrol 7	1,29	2,28	2,35	2,91
8	kontrol 8	1,05	1,13	1,15	1,18
9	kontrol 9	1,80	2,60	2,92	3,03
10	kontrol 10	1,77	2,42	2,52	2,71
11	kontrol 11	1,27	1,69	1,80	2,00
12	kontrol 12	1,46	2,25	2,36	2,75
13	kontrol 13	2,47	2,67	2,70	2,90
14	kontrol 14	1,23	1,84	1,95	2,93
15	kontrol 15	1,62	1,63	1,68	1,74
16	kontrol 16	2,27	2,59	2,69	2,70
17	kontrol 17	2,23	2,70	2,85	2,96

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
18	kontrol 18	2,13	2,39	2,45	2,56
19	kontrol 19	2,48	3,00	3,25	3,41
20	kontrol 20	2,61	2,68	2,83	2,30
21	kontrol 21	1,18	1,36	1,40	1,40
22	kontrol 22	1,96	2,20	2,80	2,80
23	kontrol 23	3,09	3,33	3,41	3,68
24	kontrol 24	1,47	1,79	1,91	2,05
25	Kontrol 25	1,39	1,69	2,08	2,13
RERATA		1,77	2,25	2,43	2,53
st dev		0,588954724	0,585424917	0,649163051	0,638245773
sqrt		5	5	5	5
st error		0,117790945	0,117084983	0,12983261	0,127649155

No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
1	Acaulospora sp	1,56	2,42	2,89	3,27
2	Acaulospora sp	2,23	3,15	3,35	3,79
3	Acaulospora sp	1,71	2,43	2,99	3,05
4	Acaulospora sp	3,33	3,91	4,01	4,30
5	Acaulospora sp	1,34	1,96	2,51	2,81
6	Acaulospora sp	1,33	2,29	2,63	2,80
7	Acaulospora sp	2,74	3,76	4,09	4,15
8	Acaulospora sp	0,64	1,41	1,42	1,65



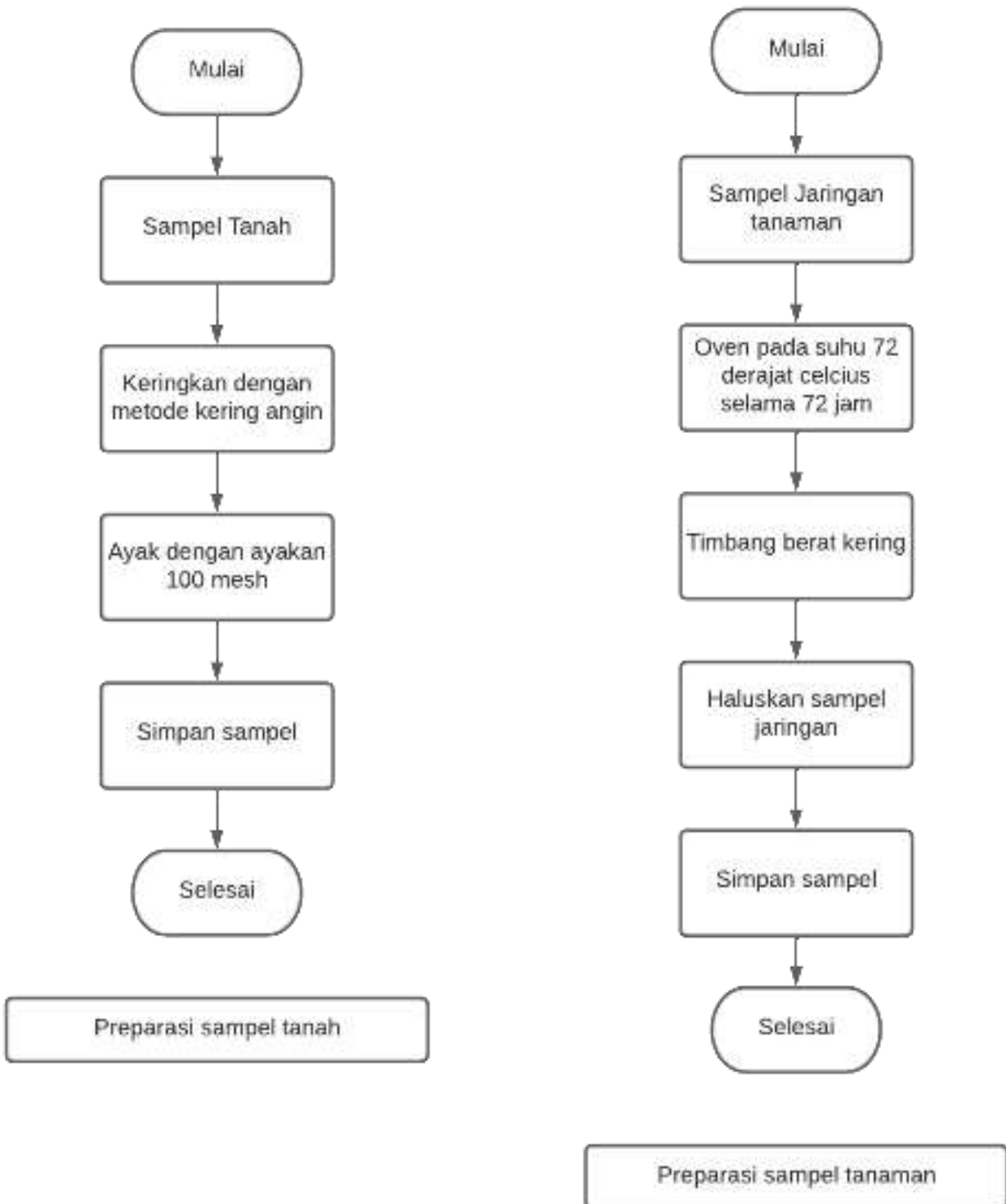
No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
9	Acaulospora sp	1,86	2,73	3,11	3,25
10	Acaulospora sp	2,01	2,82	3,25	3,35
11	Acaulospora sp	1,59	2,35	2,44	2,48
12	Acaulospora sp	1,35	1,99	2,08	2,56
13	Acaulospora sp	1,23	2,25	2,45	2,71
14	Acaulospora sp	0,94	1,81	2,28	2,60
15	Acaulospora sp	1,78	2,15	2,63	2,65
16	Acaulospora sp	1,26	1,82	2,32	2,45
17	Acaulospora sp	1,23	2,13	2,34	2,53
18	Acaulospora sp	1,50	2,37	2,86	2,99
19	Acaulospora sp	2,74	3,13	3,23	3,40
20	Acaulospora sp	1,56	1,75	2,03	2,39
21	Acaulospora sp	1,24	1,56	2,21	2,40
22	Acaulospora sp	0,91	1,37	2,02	2,63
23	Acaulospora sp	1,49	1,85	2,12	2,57
24	Acaulospora sp	1,24	1,52	2,10	3,07
25	Acaulospora sp	1,41	2,24	2,30	2,65
RERATA		2	2,29	2,63	2,63
st dev		0,612837118	0,667162649	0,628807602	0,628807602
sqrt		5	5	5	5
st error		0,122567424	0,13343253	0,12576152	0,12576152

RERATA PERTUMBUHAN DIAMETER AKASIA

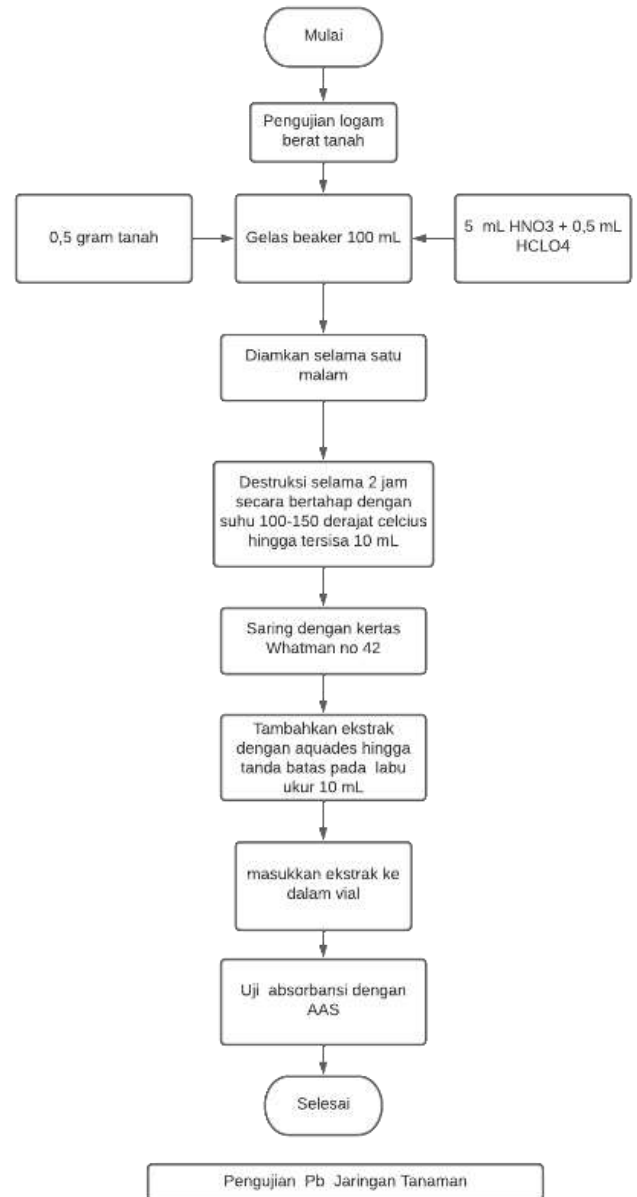
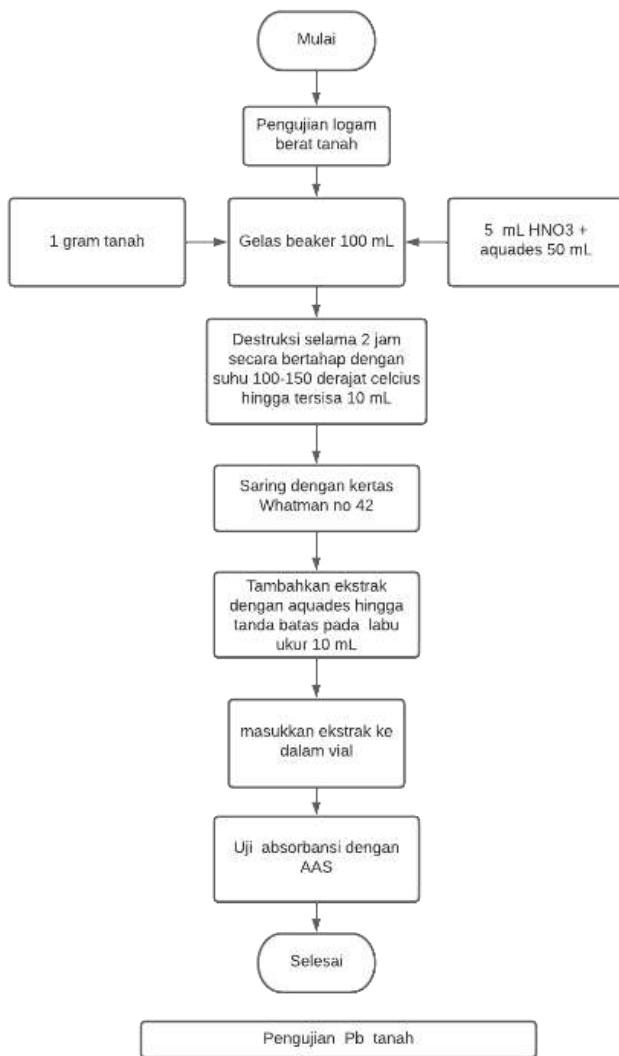
No	Kode Tanaman	Minggu			
		Minggu ke 3	Minggu ke 6	Minggu ke 9	Minggu ke 12
Perlakuan		Pengamatan Minggu ke -			
		3	6	9	12
Kontrol		1,77	2,25	2,43	2,53
Acaulospora Sp + PGPR		1,79	2,05	2,13	2,43
Acaulospora sp		1,61	2,29	2,63	2,63
PGPR		1,62	2,28	3,11	3,39

## Lampiran 1.2 Langkah Uji Sampel

### Persiapan sampel



Persiapan Destruksi untuk uji Pb total



### Lampiran 1.3 Data Nilai pH

#### 1. pH

AKASIA	Konsentrasi pH	Rata-Rata
Tanah Awal (Initial Condition)	5,72	
AC + NaCl 4	6,06	6,07
AC + NaCl 7	6,13	
AC + NaCl 6	6,03	
K 7	6,01	5,74
K 4	5,57	
K 1	5,64	
NaCl 5	5,79	5,62
NaCl 6	5,43	
NaCl 13	5,65	
AC 5	5,84	5,75
AC 7	5,66	
AC 11	5,74	

Konsentrasi Rerata pH		Stdev	Sqrt	S.error
Tanah Awal (Initial Condition)	5,72	0,000	1	0
Kontrol	5,74	0,193	1,732050808	0,111455023
Acaulospora Sp + PGPR	6,07	0,042	1,732050808	0,024190601
Acaulospora sp	5,75	0,07363574	1,732050808	0,042513614
PGPR	5,62	0,148174072	1,732050808	0,08554834

## Lampiran 1.4 Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb)

### 1. Konsentrasi Logam Berat Pb dalam Tanah Awal (Initial Condition)

Sample Label	Conc.	Mean Abs.
	µg/ml	
Table Blank		0.0000
Standard 1	0,500	0,0020
Standard 2	1,000	0,0050
Standard 3	2,000	0,0150
Standard 4	3,000	0,0222
Standard 5	4,000	0,0300
Standard 6	5,000	0,041
Koef Korelasi		0,997861906
Slope		0,008547945
Intersep		-0,002882192
Sy/x		0,001091687
IoD		0,3831402
IoQ		1,277133999

Parameter Pb Tanah Awal							
Parameter	Mean Abs.	Conc. (µg/ml)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Larutan Ekstrak (mL)	Sampel Tanah (Kg)	Konsentrasi ppm (mg/kg)
Tanah Awal	0,0153	2,1271	5	0,011	5,000	0,001	53,177

### 2. Konsentrasi Logam Berat Pb dalam Tanah Perlakuan

Sample Label	Conc.	Mean Abs.
	µg/ml	
Table Blank		0.0000
Standard 1	0,500	0,0020
Standard 2	1,000	0,0050
Standard 3	2,000	0,0150
Standard 4	3,000	0,0222
Standard 5	4,000	0,0300
Standard 6	5,000	0,041

Koef Korelasi	0,997861906
Slope	0,008547945
Intersep	-0,002882192
Sy/x	0,001091687
loD	0,3831402
loQ	1,277133999

Parameter Pb (Akasia)								
Parameter	Mean Abs.	Conc. (µg/ml)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Larutan Ekstrak (mL)	Sampe Tanah (Kg)	Konsentrasi ppm (mg/kg)	Konsentrasi ppm (mg/kg)
AC 1	0,0139	1,9633	5	0,010	5,000	0,001	49,08253205	34,55662393
AC 7	0,0056	0,9923	5	0,005	5,000	0,001	24,80769231	
AC 18	0,0073	1,1912	5	0,006	5,000	0,001	29,77964744	
NaCl 5	0,0051	0,9338	5	0,005	5,000	0,001	23,34535256	26,5625
NaCl 13	0,0076	1,2263	5	0,006	5,000	0,001	30,65705128	
NaCl 17	0,0059	1,0274	5	0,005	5,000	0,001	25,68509615	
AC + NaCl 5	0,0054	0,9689	5	0,005	5,000	0,001	24,22275641	23,15037393
AC + NaCl 10	0,0024	0,6179	5	0,003	5,000	0,001	15,44871795	
AC + NaCl 17	0,0073	1,1912	5	0,006	5,000	0,001	29,77964744	
K 1	0,01	1,5071	5	0,008	5,000	0,001	37,67628205	29,5846688
K 4	0,0062	1,0625	5	0,005	5,000	0,001	26,5625	
K 18	0,0055	0,9806	5	0,005	5,000	0,001	24,51522436	

### 3. Konsentrasi Logam Berat Pb dalam Jaringan Akar

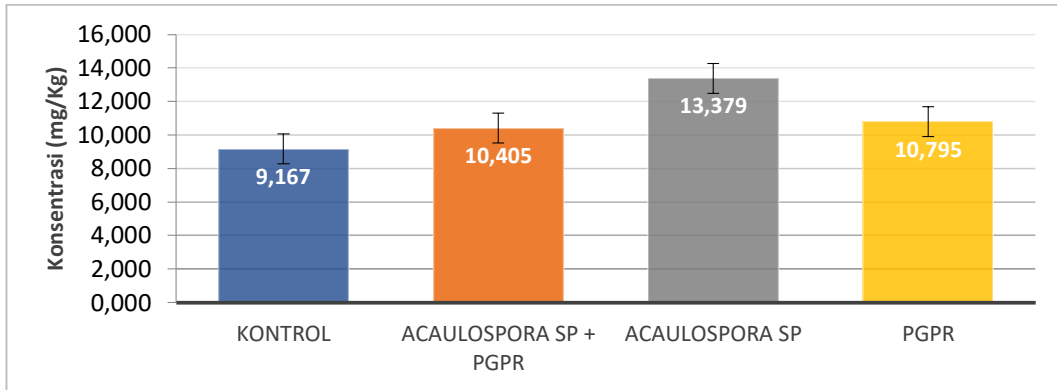
Sample Label	Conc.	Mean Abs.
--------------	-------	-----------

	µg/ml	
Table Blank		0.0000
Standard 1	0,500	0,0020
Standard 2	1,000	0,0050
Standard 3	2,000	0,0150
Standard 4	3,000	0,0222
Standard 5	4,000	0,0300
Standard 6	5,000	0,041
Koef Korelasi		0,997861906
Slope		0,008547945
Intersep		-0,002882192
Sy/x		0,001091687
IoD		0,3831402
IoQ		1,277133999

Parameter Pb Akar Akasia								
Parameter	Mean Abs.	Conc. (µg/ml)	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Larutan Ekstrak (mL)	Sampe Tanah (Kg)	Konsentrasi ppm (mg/kg)	Rerata Konsentrasi ppm (mg/kg)
AC + NaCl 4	0,005	0,9221	5	0,005	5,000	0,002	11,52644231	10,40531517
AC + NaCl 7	0,0043	0,8402	5	0,004	5,000	0,002	10,50280449	
AC + NaCl 6	0,0034	0,7349	5	0,004	5,000	0,002	9,186698718	
K 7	0,00106	0,4612	5	0,002	5,000	0,002	5,764823718	9,167200855
K 4	0,0035	0,7466	5	0,004	5,000	0,002	9,332932692	
K 1	0,0056	0,9923	5	0,005	5,000	0,002	12,40384615	
NaCl 5	0,0055	0,9806	5	0,005	5,000	0,002	12,25761218	10,79527244
NaCl 6	0,0033	0,7232	5	0,004	5,000	0,002	9,040464744	
NaCl 13	0,0047	0,8870	5	0,004	5,000	0,002	11,08774038	
AC 5	0,0049	0,9104	5	0,005	5,000	0,002	11,38020833	13,37873932
AC 7	0,004	0,8051	5	0,004	5,000	0,002	10,06410256	
AC 11	0,0099	1,4954	5	0,007	5,000	0,000	18,6919	

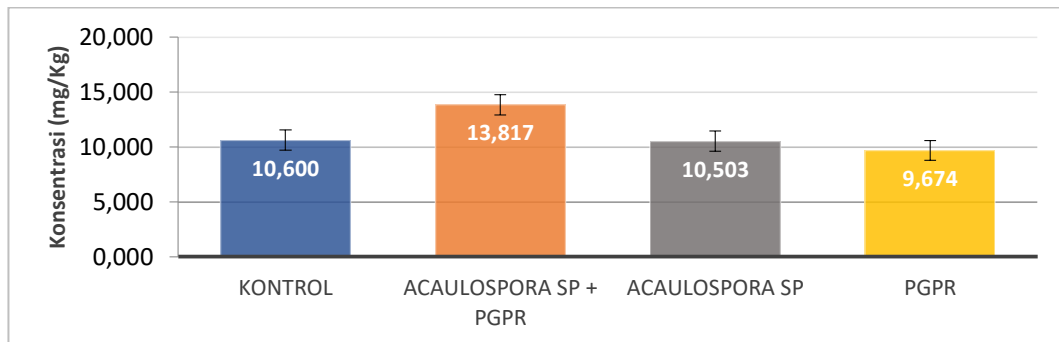


					0	2	0705	
--	--	--	--	--	---	---	------	--



#### 4. Konsentrasi Logam Berat Pb dalam Jaringan Batang

Parameter Pb Batang Akasia								
Parameter	Mean Abs.	Conc. ( $\mu\text{g/ml}$ )	Pengenceran	Konsentrasi (mg/L)	Larutan Ekstrak (mL)	Sam pel Tanah (Kg)	Konsentrasi ppm (mg/kg)	Rerata Konsentrasi ppm (mg/kg)
AC + NaCl 4	0,0058	1,0157	5	0,005	5,000	0,002	12,6963141	13,81744124
AC + NaCl 7	0,007	1,1561	5	0,006	5,000	0,002	14,45112179	
AC + NaCl 6	0,0069	1,1444	5	0,006	5,000	0,002	14,30488782	
K 7	0,006	1,0391	5	0,005	5,000	0,002	12,98878205	10,6002938
K 4	0,0059	1,0274	5	0,005	5,000	0,002	12,84254808	
K 1	0,0012	0,4776	5	0,002	5,000	0,002	5,969551282	
NaCl 5	0,0018	0,5478	5	0,003	5,000	0,002	6,846955128	9,674145299
NaCl 6	0,0054	0,9689	5	0,005	5,000	0,002	12,11137821	
NaCl 13	0,004	0,8051	5	0,004	5,000	0,002	10,06410256	
AC 5	0,0038	0,7817	5	0,004	5,000	0,002	9,771634615	10,50280449
AC 7	0,0056	0,9923	5	0,005	5,000	0,002	12,40384615	
AC 11	0,0035	0,7466	5	0,004	5,000	0,002	9,332932692	



### Lampiran 1.5 Dokumentasi



Mengambil sampel tanah



Homogenisasi sampel tanah



Perawatan dengan melakukan penyiraman



Pengukuran pertumbuhan tanaman



Penyaringan hasil destruksi



Pengujian logam berat dengan  
AAS



Kondisi TPA Piyungan 15 Agustus 2023

## RIWAYAT HIDUP

### Data Pribadi

Nama : Arden Arya Pratama  
Tempat, Tanggal Lahir : Pematangsiantar, 18 September 2001  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Status dalam Keluarga : Anak pertama dari 2 bersaudara  
Nama Ayah : Suroto, S.E.  
Nama Ibu : Afrida



### Latar Belakang Pendidikan

2017 – 2019 : SMAS Plus Taruna Andalan  
2019 – Sekarang : Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia

### Pengalaman Organisasi

2021 – 2022 : Kepala Departemen Media, Dokumentasi dan Informasi IPMRKP-Y

### Pengalaman Kepanitiaan

2020 : Organizing Committee Lintas Lingkungan  
2020 : Organizing Committee Enviro Champion

### Pengalaman Kerja / Project

2019 - Sekarang : Social Media Creator  
2021 : PT. Satukan Olahraga Indonesia – Desain Grafis  
2022 : PT Cipta Kridatama – Kerja Praktik

2022	: PT. Multi Tech Mandiri	– Petugas Teknis Sampling
2023	: Calathea.wear	– Creative Director
2023	: Noxscent.id	– Creative Director
2023 - Sekarang	: PT. Multi Tech Mandiri	- Petugas Teknis Sampling - Social Media Specialist
2023 - Sekarang	: MAC Travel Yogyakarta	- CEO