

TUGAS AKHIR

**POTENSI *CARRIER* KOMPOS SEBAGAI MEDIA
MIKROORGANISME UNTUK MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS TANAH PASCA TAMBANG TIMAH**

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



TRI WAHYUNINGTYAS

18513068

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

2025

TUGAS AKHIR

POTENSI *CARRIER* KOMPOS SEBAGAI MEDIA MIKROORGANISME UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS TANAH PASCA TAMBANG TIMAH

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



TRI WAHYUNINGTYAS

18513068

Disetujui,

Dosen Pembimbing

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

NIK. 18513041

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

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

NIK. 045130401

Tanggal : 26 Mei 2025

HALAMAN PENGESAHAN

POTENSI *CARRIER* KOMPOS SEBAGAI MEDIA MIKROORGANISME UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS TANAH PASCA TAMBANG TIMAH

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari :

Tanggal :

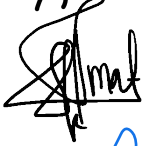
Disusun Oleh :

Tri Wahyuningtyas

18513068

Tim Penguji :

Penguji 1 : Dewi Wulandari. S.Hut., M.Agr., Ph.D. ()

Penguji 2 : Novia Ima Wantoputri, S.T., M.T. ()

Penguji 3 : Diah Ayu Prawitasari, S.T., M.T. ()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

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

Yogyakarta, 29 April 2025

Yang membuat pernyataan,



1000
TTL 20
METERAI
TEMPEL
63287AMX219958948

Tri Wahyuningtyas

NIM : 18513068

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wa 'rahmatullahi Wa 'barakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Potensi Carrier Kompos Sebagai Media Mikroorganisme Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah Pasca Tambang Timah”**, yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

Selama perjalanan panjang dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan serta doa yang tak ternilai harganya. Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tulus kepada semua pihak yang berperan aktif dalam kelancara dan penyelesaian tugas akhir ini. Tanpa bantuan, motivasi dan doa mereka, perjalanan ini tidak akan dapat terwujud dengan baik. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala, Tuhan yang Maha Esa, yang dengan kasih sayang dan kemurahan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini meskipun dengan berbagai keterbatasan yang penulis hadapi. Allah selalu ada untuk memberikan petunjuk dan kekuatan dalam setiap langkah, meberikan ketenangan di tengah kebingungan dan kegelisahan. Di setiap saat sulit, Allah hadir memberikan harapan dan semangat untuk terus maju. Hanya dengan izin-Nya, penulis dapat mencapai titik ini, dan semoga segala usaha ini diterima sebagai amalan yang bermanfaat dan mendapat ridha-Nya di dunia dan akhirat.
2. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada diri pribadi, yang telah mampu bertahan dan melewati segala tantangan yang ada. Di tengah kesulitan, kelelahan, kecemasan dan rasa pesimis yang sering muncul, penulis terus berusaha untuk tidak menyerah. Terima kasih untuk terus maju, mengatasi setiap hambatan dan tidak membiarkan keterbatasan menghalangi langkah. Jangan pernah meragukan diri sendiri, karena proses

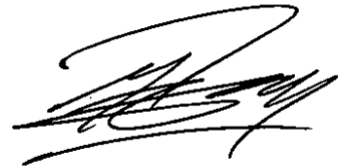
ini menunjukkan betapa kuatnya kamu. Buktikan pada diri sendiri, kamu mampu meraih lebih, kamu mampu mengatasi segala hal yang datang dan kamu layak meraih impianmu. Takdir Allah terlalu baik untuk dicurigai.

3. Kedua orangtua penulis Bapak Jasmani dan Ibu Endang Woro Atmiasih yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan doa yang tak terhingga. Terimakasih telah memberikan segala yang terbaik, mengorbankan banyak hal demi kebahagiaan dan kesuksesan penulis. Tanpa doa, cinta dan semangat disetiap harinya, penulis tidak mungkin sampai di titik ini. Semoga Allah membalas segala pengorbanan dan cinta yang mereka berikan dengan berlipat ganda. Terimakasih telah selalu ada untuk penulis, memberikan cinta yang tak terhingga dan menjadi sumber inspirasi.
4. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis yang telah dengan sabar membantu memberikan ilmu, waktu untuk mengarahkan dan memberikan masukan untuk penulis. Terimakasih atas segala bantuan serta pemahaman ibu terhadap kondisi penulis dan selalu memberikan semangat untuk penulis. Semoga segala kebaikan dan ilmu yang ibu berikan mendapat balasan terbaik dari Allah.
5. Ibu Novia Ima Wantoputri, S.T., M.T. dan ibu Diah Ayu Prawitasari, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan untuk penulis. Terimakasih kesabaran kesabaran ibu dalam memberikan ilmu dan waktu serta memahami kondisi penulis. Semoga segala kebaikan dan ilmu yang ibu berikan mendapat balasan terbaik dari Allah.
6. Kaka penulis yaitu Yudha Krisna Suhendra dan Jaswardini yang telah memberikan dukungan secara material dan memberikan semangat serta selalu mendoakan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan baik secara mental dan material dengan kasih sayangnya. Devy, Anin, Tiwi dan Siti yang selalu membantu memberikan semangat, menjadi pendengar keluh kesah, terimakasih sudah menjadi sahabat penulis yang tulus membantu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan kritik yang membangun untuk perbaikan dimasa mendatang.

Wassalamu'alaikum Wrahmaturrahman Wabarakatuh

Yogyakarta, 29 April 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, flowing letters that appear to read 'Tri Wahyuningtyas'.

Tri Wahyuningtyas

ABSTRAK

TRI WAHYUNINGTYAS. *The Potential of Compost Carriers as Microbial Media to Improve Soil Productivity in Post-Tin Mining Land*. Dibimbing oleh Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., PhD.

Tanah bekas tambang timah merupakan tanah yang telah tercuci karena proses penambangan sehingga menghilangkan liat, bahan organik, menurunkan aktivitas mikroorganisme, dan menyisakan tanah kaya fraksi pasir. Indonesia memiliki cadangan timah yang cukup besar dan sudah ditambang lebih dari 300 tahun. Aktivitas ini menyebabkan degradasi lahan dan menurunkan kualitas tanah, yang menghambat pertumbuhan tanaman. Untuk meningkatkan produktivitas tanah pasca tambang timah, perlu dilakukan *soil conditioning* dengan tambahan mikroorganisme dan bahan organik seperti kompos. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *carrier* kompos sebagai media mikroba terhadap pertumbuhan tanaman *Eucalyptus sp.* dalam meningkatkan produktivitas tanah timah dan untuk menginvestigasi pengaruh *carrier* kompos terhadap serapan kandungan nutrisi (P tersedia dan K), kadar logam berat (Fe dan Zn) dan pH pada tanah timah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 hingga bulan Agustus 2022 dalam skala rumah kaca. Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan standar error dengan membandingkan hasil ke 6 perlakuan berbeda terhadap pemberian mikroba (1 konsorsium, 2 konsorsium dan 3 konsorsium) ke tanaman dengan *carrier* kompos dan membandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan (kontrol). Hasil dari penelitian yang didapat yaitu penggunaan *carrier* kompos sebagai media mikroorganisme dapat meningkatkan pH (H₂O) tanah menjadi 7,022 dan pH KCl menjadi 6,125, kemudian mampu meningkatkan ketersediaan serapan fosfor dan kalium mencapai 2463,10 mg/kg dan 20.534,45 mg/kg, serta mampu memberikan pengaruh dalam mereduksi logam Zn pada tanah.

Kata kunci : *Carrier* Kompos, Tanah Pasca Tambang Timah, *Eucalyptus sp.*, Bakteri Pelarut Fosfat. Produktivitas tanah.

ABSTRACT

TRI WAHYUNINGTYAS. *Potensi Carrier Kompos Sebagai Media Mikroorganisme Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah Pasca Tambang Timah. Dibimbing oleh Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., PhD.*

*Post-tin mining soil is characterized by its leached condition due to the mining process, resulting in the loss of clay, organic matter, reduced microbial activity, and soil dominated by sand fractions. Indonesia has significant tin reserves and has been mining for over 300 years. This activity has caused land degradation and reduced soil quality, which hinders plant growth. To improve the productivity of post-tin mining soil, soil conditioning is necessary through the addition of microorganisms and organic material such as compost. This study aims to analyze the effect of compost carrier as a microbial medium on the growth of *Eucalyptus* sp. in enhancing the productivity of tin-contaminated soil and to investigate its influence on nutrient uptake (available phosphorus and potassium), heavy metal content (Fe and Zn), and soil pH. The research was conducted from December 2021 to August 2022 on a greenhouse scale. Data were analyzed using the standard error approach by comparing the results of six different treatments involving microbial application (1 consortium, 2 consortia, and 3 consortia) with compost carrier, and compared to untreated plants (control). The results showed that using compost carrier as a microorganism medium increased soil pH (H₂O) to 7.022 and pH KCl to 6.125, it also enhanced the availability and uptake of phosphorus and potassium up to 2,463.10 mg/kg and 20,534.45 mg/kg, respectively, and contributed to the reduction of zinc (Zn) content in the soil.*

Keywords : *Compost Carrier, Post-Tin Mining soil, *Eucalyptus* sp., Phosphate Solubilizing Bacteria, Soil Productivity.*

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tailing Tambang Timah dan Produktivitasnya	6
2.2 <i>Eucalyptus sp.</i>	7
2.3 Bahan Pembawa (<i>Carrier</i>) Kompos	8
2.4 Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)	9
2.5 PGPR Bakteri (Plant Growth Promoting Rhizobakter).....	10
2.6 Bioremediasi dan Bioaugmentasi	11
2.7 Penelitian Terdahulu.....	11

BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Lokasi.....	16
3.2 Tahap Penelitian	16
3.2.1 Persiapan Media <i>Carrier</i> Kompos.....	18
3.2.2 Reculture Mikroba	18
3.2.3 Inokulasi Media Terseleksi Ke Media <i>Carrier</i> Kompos.....	19
3.2.4 Penanaman <i>Eucalyptus</i> sp.....	20
3.2.5 Inokulasi Media <i>Carrier</i> Kompos Ke Tanaman <i>Eucalyptus</i> sp.....	21
3.2.6 Penyiraman dan Pengukuran Pertumbuhan Tanaman <i>Eucalyptus</i> sp....	23
3.2.7 Pemanenan dan Pengambilan Sampel	24
3.2.8 Analisa Tanah dan Jaringan Tanaman.....	26
3.2.9 Analisa Statistik.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Karakteristik Kompos.....	34
4.2 Hasil Analisis Pengukuran	35
4.2.1 Tinggi Tanaman.....	36
4.2.2 Diameter Tanaman	37
4.2.3 Jumlah Daun Tanaman (helai).....	38
4.2.4 Biomassa Tanaman.....	39
4.3 Hasil Analisis pH Tanah.....	41
4.4 Hasil Analisis Nutrisi	43
4.4.1 Fosfor (P-Total) Pada Jaringan Tanah dan Tanaman	43
4.4.2 Kalium (<i>Potassium</i>) Pada Jaringan Tanaman.....	46
4.5 Hasil Analisis Logam Berat.....	48
4.5.1 Hasil Pengujian Pada Logam Fe.....	48

4.5.2 Hasil Pengujian Pada Logam Zn	49
BAB V KESIMPULAN.....	51
5.1 Kesimpulan	51
Daftar Pustaka	52
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Tahap Penelitian	17
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Persiapan Media <i>Carrier</i> Kompos.....	18
Gambar 3. 3 <i>Flowchart Reculture</i> Mikroba.....	19
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Inokulasi Media Terseleksi Ke Media <i>Carrier</i> Kompos	20
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Penanaman <i>Eucalyptus sp.</i>	21
Gambar 3. 6 Menghitung Populasi Mikroba.....	22
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> Inokulasi <i>Carrier</i> Kompos Ke Tanaman.....	23
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> Penyiraman dan Pengukuran Pertumbuhan Tanaman <i>Eucalyptus sp.</i>	24
Gambar 3. 9 Pemanenan dan Pengambilan Sampel Tanah.....	25
Gambar 3. 10 Pemanenan dan Pengambilan Sampel Jaringan Tanaman	25
Gambar 3. 11 Uji pH Sampel Tanah.....	27
Gambar 3. 12 <i>Flowchart</i> Uji Nutrisi K.....	28
Gambar 3. 13 <i>Flowchart</i> Uji Nutrisi P.....	29
Gambar 3. 14 <i>Flowchart</i> Uji Logam Jaringan Tanaman	31
Gambar 3. 15 <i>Flowchart</i> Uji Logam Jaringan Tanah	32
 Gambar 4. 1 Grafik Rerata Pertumbuhan Tinggi Tanaman <i>Eucalyptus sp.</i> Selama 3 Bulan Penanaman	37
Gambar 4. 2 Grafik Rerata Pertumbuhan Diameter Tanaman <i>Eucalyptus sp.</i> Selama 3 Bulan Penanaman	38
Gambar 4. 3 Grafik Rerata Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman <i>Eucalyptus sp.</i> Selama 3 bulan.....	39
Gambar 4. 4 Grafik Rerata Berat Basah dan Berat Kering Jaringan Akar Tanaman <i>Eucalyptus sp.</i> Selama 3 Bulan.....	41
Gambar 4. 5 Grafik Rerata Berat Basah dan Berat Kering Jaringan Batang Tanaman <i>Eucalyptus sp.</i> Selama 3 Bulan.....	41
Gambar 4. 6 Grafik Rerata pH H ₂ O dan KCl pada Sampel Tanah	43

Gambar 4. 7 Grafik Konsentrasi P Total Pada Sampel Tanah dan Jaringan Tanaman	
<i>Eucalyptus sp.</i>	45
Gambar 4. 8 Grafik Konsentrasi Kalium Pada Sampel Tanah dan Jaringan Tanam	
<i>Eucalyptus sp.</i>	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Standar Kualitas Kompos.....	35
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah bekas tambang timah merupakan tanah yang telah mengalami pencucian oleh proses penambangan sehingga menghilangkan liat, bahan organik, menurunkan aktivitas mikroorganisme, dan menyisakan tanah kaya fraksi pasir (Rusli et al., 2016). Indonesia mempunyai cadangan timah yang cukup besar dan telah ditambang lebih dari 300 tahun. Cadangan timah ini tersebar dalam bentangan wilayah sejauh lebih dari 800 kilometer, yang disebut *The Indonesian Tin Belt* (Sabuk Timah Indonesia). Bentangan ini merupakan bagian dari *The Southeast Asia Tin Belt* (Sabuk Timah Asia Tenggara) yang membujur sejauh kurang lebih 3.000 km dari daratan Asia ke arah Thailand, semenanjung Malaysia hingga Indonesia. Di Indonesia sendiri, wilayah cadangan timah mencakup Pulau Karimun, Kundur, Singkep, dan sebagian di daratan Sumatera (Bangkinang) di utara terus ke arah selatan yaitu Pulau Bangka, Belitung, dan Karimata hingga ke daerah sebelah barat Kalimantan (Harahap, 2016). Serta pulau Indonesia yang menghasilkan timah terbanyak yaitu pulau Bangka.

Aktivitas pertambangan timah yang terus berlangsung menyebabkan degradasi lahan dan kualitas tanah semakin menurun sehingga luas lahan kritis terus bertambah. Tanah lapisan atas hilang, kemampuan menahan air rendah dan sangat miskin hara sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman terhambat dan produktivitasnya sangat rendah (Hamid et al., 2017). Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan upaya rehabilitasi lahan untuk memperbaiki lingkungan lahan pasca penambangan dengan penghijauan /regreening dengan tanaman non konsumtif terutama bila terdapat logam berat yang relatif tinggi dan berbahaya untuk kesehatan manusia. Pemilihan tanaman diutamakan jenis yang mampu tumbuh dalam kondisi buruk dan cepat tumbuh (Tala'ohu et al., 1998) dalam (Sitorus et al., 2008). Bioremediasi merupakan

salah satu teknik yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengurangi dampak cemaran logam berat dengan memanfaatkan makhluk hidup. Mikroorganisme seperti halnya fungi, memainkan peran penting sebagai agen mikoremediator dalam proses bioremediasi (Archana & K., 2015) dalam (Azizah et al., 2020). Adapaun jenis tanaman yang sering digunakan untuk reklamasi lahan pasca tambang timah yaitu, Pohon Karet (*Havea Brasillensis*), akasia (*Acacia mangium* dan *A. auriculiformis*), gamal dan sengon (Rahmat et al., 2022).

Pada studi penelitian terdahulu menurut (Pratiwi et al., 2012) didapatkan data hasil bahwa tanaman *Eucalyptus Urophilla* dapat tumbuh pada media tanah tambang timah dengan menggunakan bahan organik 20%, bahan top soil, bahan kapur 5% dan pupuk NPK 1%. Hasil yang di dapatkan memberikan pertumbuhan lebih bagus dengan dosis tinggi di bandingkan dengan dosis rendah.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No.7/Permentan/SR.140/10/2011 dijelaskan bahwa pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba, yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Permentan, 2011). Menurut (Hartatik Wiwik et al, 2015) menjelaskan adapun peran pupuk organik terhadap sifat fisika tanah yaitu memperbaiki struktur tanah karena bahan organik dapat “mengikat” partikel tanah menjadi agregat yang mantap, memperbaiki distribusi ukuran pori tanah sehingga daya pegang air (*water holding capacity*) tanah menjadi lebih baik dan pergerakan udara (*aerose*) di dalam tanah juga menjadi lebih baik dan mengurangi (*buffer*) fluktuasi suhu tanah. Kemudian terhadap sifat biologi tanah adalah sebagai sumber energi dan makanan bagi mikro dan meso fauna tanah (Hartatik et al., 2015).

Upaya untuk meningkatkan produktivitas fungsi lahan tanah yaitu dengan cara reklamasi. Usaha untuk memperbaiki tanah dapat dilakukan secara

biologis dengan proses mikroba potensial. Menurut penelitian (Novalia et al., 2022) bahwa salah satu tanaman untuk reklamasi lahan pasca tambang timah yaitu lada, serta penambahan bakteri *Azotobacteria* dan *Azospirillum* yang merupakan bakteri perlarut fosfat. Hasil dari penelitian menunjukkan bakteri resisten terhadap logam berat Pb serta tidak patogen terhadap tumbuhan, hewan dan manusia.

Pada penelitian terdahulu menurut (Hindersah & Matheus, 2015) penggunaan bakteri PGPR dengan tanaman jagung pada tanah tailing bekas tambang timah menyebutkan bahwa inokulasi bakteri indigen meningkatkan populasi bakteri di rizosfer tanaman dan tinggi tanaman, namun hanya isolat BKH1 dengan dosis 5 mL/tanaman yang meningkatkan bobot kering tanaman. Kandungan Cd tanah menurun jika diinokulasi bakteri meskipun tidak nyata secara statistik sedangkan efek inokulasi terhadap serapan Cd tanaman tidak konsisten, sehingga penelitian ini dapat dikembangkan sebagai PGPR maupun bioremediator untuk remediasi tailing tercemar logam berat Cd.

Pada penelitian sebelumnya, salah satu upaya untuk mengatasi masalah kesuburan tanah pada lahan terdegradasi seperti lahan bekas tambang timah adalah melalui pemberian soil conditioning. Pengkondisi tanah sebagai bahan pembenah tanah diperlukan untuk meningkatkan kualitas kesuburan tanah pada lahan bekas tambang. Dalam penelitian ini bertujuan untuk membuktikan potensi bakteri terseleksi dengan *carrier* kompos pada pertumbuhan tanaman *Eucalyptus sp* untuk meningkatkan produktivitas tanah pasca tambang timah, serta menganalisis terkait pertumbuhan tanaman, pH tanah, kadar nutrisi dan kadar logam berat. Sehingga pemberian bakteri terseleksi pada *carrier* kompos pada penelitian ini diaplikasikan untuk memperbaiki kondisi tanah dan tumbuhan *Eucalyptus sp*, serta meningkatkan kemampuan dalam menyisihkan logam pencemar pada tanah pasca tambang timah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

- 1) Bagaimana pengaruh *carrier* kompos terhadap pertumbuhan tanaman *Eucalyptus sp.* serta dalam meningkatkan produktivitas tanah pasca tambang timah?
- 2) Bagaimana pengaruh *carrier* kompos terhadap serapan kandungan nutrisi (P tersedia dan K), kadar logam berat (Fe dan Zn), dan pH pada lahan pasca tambang timah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk menganalisis pengaruh *carrier* kompos sebagai media mikroba terhadap pertumbuhan tanaman *Eucalyptus sp.* dalam meningkatkan produktivitas tanah timah.
- 2) Untuk menginvestigasi pengaruh *carrier* kompos terhadap serapan kandungan nutrisi (P tersedia dan K), kadar logam berat (Fe dan Zn) dan pH pada tanah timah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

- 1) Sebagai bahan studi literatur tentang potensi *carrier* kompos sebagai media mikroba untuk meningkatkan produktivitas tanah pasca tambang timah.
- 2) Sebagai bahan acuan untuk meningkatkan produktivitas tanah pasca tambang timah dengan menggunakan metode yang sama dan dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian serupa.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

- 1) Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 hingga bulan Agustus 2022
- 2) Penelitian, pengamatan dan pelaksanaan dilakukan skala rumah kaca dan laboratorium.
- 3) Jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Eucalyptus sp.*

- 4) Menggunakan bakteri terseleksi dengan *carrier* kompos.
- 5) Pengujian serapan kandungan nutrisi (P tersedia dan K), Logam berat (Fe dan Zn) dan pH tanah timah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tailing Tambang Timah dan Produktivitasnya

Kegiatan penambangan timah telah mengakibatkan kerusakan lingkungan secara biofisik lingkungan. Salah satunya penurunan produktivitas lahan yang sangat rendah akibat rusaknya sifat fisik, kimiawi, dan biologi tanah. Karakteristiknya berupa tanah berpsir kuarsa banyak dijumpai, unsur C organik pada tanah rendah, unsur hara makro dan mikro esensial, kandungan mikroba tanah rendah. Dibandingkan lahan hutan dan lahan pertanian, konsentrasi Ca, Mg, K, Na, KTK dan total basa-basa (KB) pada lahan pasca tambang timah sangat rendah (Asmarhansyah, 2017).

Tanah pasir kuarsa banyak dijumpai di Pulau Bangka Belitung yang merupakan lahan bekas tambang timah. Tanah pasir ini merupakan limbah tailing dari prosesing bijih tambang timah yang menutupi lansekap baik di dalam maupun diluar lokasi penambangan. Umumnya tanah ini bertekstur kasar, berwarna putih, sebagian besar berupa pasir kuarsa yang disebut tailing. Selanjutnya limbah tailing ini mempunyai daya dukung yang sangat rendah untuk kehidupan flora maupun fauna, karena mempunyai tekstur tanah didominasi pasir kuarsa (>90%) dan C organik kurang dari 1%, yang mengakibatkan kemampuan untuk memegang hara dan air sangat rendah (Sukarman & Gani, 2020). Pertambangan timah di Kepulauan Bangka Belitung memberikan manfaat positif dari segi ekonomi pada masyarakat, akan tetapi aktivitas pertambangan ini menimbulkan kerusakan pada sifat biofisik sumber daya tanah. Jenis kerusakan sumber daya tanah antara lain bercampurnya lapisan tanah atas dan bawah, penurunan kandungan bahan organik, kerusakan struktur tanah, perubahan tekstur tanah kasar dan kuarsa, kesuburan tanah sangat rendah, munculnya material pirit, dan penambahan logam berat ke permukaan tanah. Luas lahan bekas tambang di Kepulauan Bangka Belitung mencapai 124.838 ha, meliputi wilayah Pulau Bangka seluas 79.163 ha dan

Pulau Belitung seluas 45.675 ha, serta jenis tanah Regosol Kuarsa dan Regosol Gleik mendominasi daerah ini. Selain itu terdapat kandungan logam berat Cu, Pb, Cd dan Hg yang terdapat pada lahan bekas tambang (Sukarman et al., 2020)

Nigeria merupakan salah satu negara penghasil timah utama di dunia pada abad ke 20 hingga pada akhir abad tersebut produksinya kian menurun, namun aktivitas penambangan tersebut masih terus berlangsung. Dari penambangan timah tersebut menghasilkan tailing timah dengan jumlah yang sangat besar sekitar 90-98% berupa biji tembaga dan 20 -50% berupa mineral lain yang kurang berharga. Dari penambangan timah tersebut menghasilkan mineral yang mengandung konsentrasi tinggi ^{40}K , ^{226}Ra , dan ^{232}U yang merupakan radionuklida dan ditambah dengan logam berat beracun lainnya. Sebagian besar tailing tambang memiliki efek lingkungan yang signifikan, seperti kerusakan tanah alami, ekstraksi sejumlah besar material, dan peningkatan kadar elemen-elemen jejak. Selain itu, logam berat atau beracun adalah bahan yang tidak dapat terurai secara hayati, dan pembuangan tailing secara sembarangan dari lokasi pertambangan akan menyebabkan bioakumulasi dan ketersediaan hayati di dalam tanah, permukaan udara, dan vegetasi alami. Dampak paling signifikan dari polusi yang terjadi di lahan pertanian. Jumlah logam-logam ini yang tinggi di tanah dapat membahayakan manusia dan ekosistem dalam jangka panjang (Bwede et al., 2019).

2.2 *Eucalyptus sp.*

Eucalyptus termasuk dalam famili Myrtaceae merupakan genus pohon cemara besar dan semak yang tumbuh cepat dengan lebih dari 900 spesies di Australia, India, Portugal, Afrika Selatan, Brasil, Chili dan Prancis (Abiri et al., 2020). Di Indonesia Eucalyptus lebih dikenal dengan nama Empupu, Leda dan Eukaliptus. Seperti banyak di negara tropis, Indonesia memiliki wilayah yang luas yang ditanami *Eucalyptus sp* untuk produksi kayu lunak. Spesies yang asli Indonesia yaitu Eucalyptus Deglupta dan Eucalyptus urophylla, serta sebaran alaminya ada di pulau-pulau bagian timur. Di Indonesia *Eucalyptus sp*

banyak ditanam di Sumatera (Aceh, Sumatera Utara dan Jambi) dan Kalimantan (Kalimantan Barat, Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan) (K.S.S. & ed., 2000).

Eucalyptus sp. merupakan salah satu spesies eksotik yang sering digunakan dalam pembangunan HTI karena kemampuannya tumbuh dengan cepat di daerah marjinal dan kondisi lingkungan yang berbeda dari habitat aslinya. Jenis pertumbuhan tanaman hutan ini tidak membutuhkan persyaratan yang tinggi pada tempat tumbuhnya. Dapat tumbuh di dataran rendah berbatu dan tanah berawa yang kesuburan tanahnya bervariasi dari tanah yang kurang kaya nutrisi hingga tanah yang baik dan subur (pamoengkas). , 1992) dan (Supriyanto & Sayid, 2022) dalam (Wahyudiono et al., 2023).

2.3 Bahan Pembawa (*Carrier*) Kompos

Bahan pembawa atau *carrier* adalah komponen utama dalam pupuk hayati, karena bahan pembawa merupakan habitat sementara mikroba sebelum diaplikasikan ke tanah. Ada beberapa jenis bahan pembawa pupuk hayati yaitu bahan pembawa padat dan cair. Contoh bahan pembawa padat antara lain yaitu kompos, serbuk gergaji, tepung beras, dedak padi, blotong. Serta contoh bahan pembawa cair yaitu cairan dari limbah tebu (molase), limbah cair pengolahan kedelai pada industri tahu (Setiawati et al., 2017).

Kompos merupakan bahan organik sudah didekomposisikan dan didaurulang sehingga dapat berfungsi sebagai pupuk dan bahan pembenah tanah. Kandungan dari kompos berupa nutrisi yang sangat tinggi (Worotitjan et al., 2022). Keunggulan dari pupuk kompos yaitu dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, hal ini karena karakteristik dari pupuk kompos yang mengandung unsur hara dalam jenis jumlah bervariasi tergantung bahan asal, kemudian menyediakan unsur hara secara lambat (slow release) dan dalam jumlah terbatas, serta mempunyai fungsi utama memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah (Pratama et al., 2022), sehingga pemberian bahan organik

berupa kompos merupakan alternatif yang sat baik dalam pengelolaan tanah bekas tambang (Karamoy et al., 2015).

2.4 Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri tanah yang bersifat nonpatogenik dan termasuk dalam kategori bakteri pemacu pertumbuhan tanaman yang menghasilkan berupa vitamin dan fitohormon. Vitamin dan fitorhormon tersebut bermanfaat dalam memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (WIDAWATI & SULIASIH, 1970). Bakteri pelarut fosfat mampu mensekresikan enzim fosfatase yang berperan dalam proses hidrolisis P organik menjadi P anorganik dan juga bakteri pelarut fosfat dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh. Beberapa jenis bakteri pelarut fosfat pada tanah yang telah banyak ditemui yaitu berasal dari genus *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Azetobacter*, *Mycrobacterium*, *Enterobacter*, *Klebsiella* dan *Flovobacterium* (Bagus et al., 2014).

Unsur fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara essensial bagi tanaman yang ketersediaannya sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Pada tanah masam, sebagian besar dari P yang diberikan akan membentuk senyawa yang tidak larut dan tidak tersedia bagi P yang diberikan akan membentuk senyawa yang tidak larut dan tidak tersedia bagi tanaman. Bakteri pelarut fosfat (BPF) merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang yang dapat memperbaiki penyediaan P pada tanah masam (Roni et al., 2013). Menurut (Hamid et al., 2017) karakteristik tanah timah pada sifat kimia tanah khususnya pada pH tanah menurut hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa keadaan pH tanah lahan bekas tambang timah termasuk ke dalam kategori sangat masam yaitu kisaran pH 3,46 – 5,3. Kekurangan P tersedia dalam tanah akan mengurangi Nitrogen dan mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat. Menurut (Sariwahyuni, 2012) pemberian bahan organik dan bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan pH tanah dari rata – rata 4,19 menjadi 7,5 (44,13%). Pada tanaman tebu penggunaan bakteri pelarut P (P. Putida dan P.

Fluoresces) dapat meningkatkan bobot kering tanaman sebesar 5 – 40% dan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk P asal TSP sebanyak 60 – 135% (Elfiati, 2005) dalam (Nursanti, 2008).

2.5 PGPR Bakteri (Plant Growth Promoting Rhizobakter)

Bakteri PGPR merupakan bakteri yang hidup aktif mengkolonisasi di daerah akar tanaman dan memiliki tiga peran utama bagi tanaman, yaitu sebagai *biofertilizer* (PGPR mampu mempercepat proses pertumbuhan tanaman melalui percepatan penyerapan unsur hara), sebagai biostimulan (PGPR dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon) dan sebagai bioprotektan (PGPR melindungi tanaman dari patogen). Adapun beberapa macam mikroba yang termasuk dalam kelompok PGPR yaitu *Azotobacter sp.*, *Azospirillum sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, dan *Acetobacter sp.* (Fani Patading & Song Ai, 2021).

Pengaruh PGPR secara langsung adalah menyediakan dan memobilisasi penyerapan berbagai unsur hara dalam tanah. Selain itu juga dalam sintesis dan pengontrolan konsentrasi berbagai hormon pemacu pertumbuhan tanaman. Secara tidak langsung PGPR berperan melindungi tanaman dengan cara menghambat aktivitas patogen. Selain itu juga dapat memperbaiki struktur tanah serta mengikat logam berat yang terdapat di dalam tanah (Ahmad & Kibret, 2014). Menurut (Ningrum et al., 2017) PGPR aktif mengkoloni akar tanaman dengan memiliki tiga peran utama bagi tanaman yaitu sebagai biofertilizer, biostimulan dan bioprotektan. Sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman dan lingkungan yang seimbang bagi bakteri diperlukan penambahan bahan organik. Pemberian pupuk kandang kelinci diasumsikan dapat menyediakan nutrisi bagi PGPR, sehingga mikroorganisme dalam PGPR mampu bertahan pada lingkungan rizosfer dan menjalankan fungsinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara PGPR dan pupuk kandang kelinci berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, luas daun, indeks luas daun, bobot kering tanaman, panjang tongkol tanpa kelobot, diameter tongkol tanpa

kelobot, bobot tongkol tanpa kelobot, bobot tongkol dengan kelobot dan bobot tongkol persatuan hektar. Menurut (Pertumbuhan et al., 2015) tingkat kontaminan kadmium (Cd) pada tailing di areal lahan bekas tambang timah yang melebihi ambang batas dengan melakukan bioaugmentasi dengan bakteri PGPR di tailing bekas tambang timah menunjukkan bahwa kandungan Cd tanah menurun jika diinokulasi bakteri meskipun tidak nyata secara statistika sedangkan efek inokulasi terhadap serapan Cd tanaman tidak konsisten.

2.6 Bioremediasi dan Bioaugmentasi

Bioremediasi merupakan metode pemulihan tanah tercemar secara biologis menggunakan mikroorganisme untuk menurunkan konsentrasi atau toksisitas polutan, termasuk logam berat. Salah satu teknik yang umum digunakan adalah bioaugmentasi, yaitu penambahan mikroba tertentu untuk mempercepat proses remediasi (Singh et al., 2022)

Bioaugmentasi efektif diterapkan pada tanah bekas tambang karena mampu meningkatkan aktivitas biologis tanah, memperbaiki ketersediaan unsur hara seperti fosfor dan kalium, serta menurunkan konsentrasi logam berat seperti Zn dan Fe (Liu et al., 2019). Dalam konteks penelitian ini, mikroba seperti bakteri pelarut fosfat dan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) digunakan bersama kompos sebagai carrier, yang juga berfungsi memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Penggunaan tanaman *Eucalyptus* sp. mendukung remediasi melalui penyerapan logam berat, sehingga berkontribusi pada fitoremediasi.

2.7 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Tema Penelitian	Hasil
1.	Hindersah, R dan J. Matheus (2015)	Respon Pertumbuhan Vegetatif Jagung Di Tailing	Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi bakteri di rizofe

		Tambang Timah Terkontaminasi Kadmium Setelah Inokulasi Bakteri Indogenus	tanaman setelah inokulasi bakteri indigenus meningkatkan lebih dari 10x lipat dari pada tanaman kontrol. Serta inokulasi bakteri mampu meningkatkan tinggi tanaman akan tetapi hanya isolat BKH 1 (diisolasi dari rizosfir tanaman harendong) dengan dosis 5 ml per pot yang meningkatkan bobot kering.
2.	Tuti Suryati dan Dominikus H.Akhadi (2015)	Pengelolaan Tailing Tambang Timah Menggunakan Tanaman Akar Wangi	Pemberian fungi mikrozia arbuskula (FMA) dengan kompos pada tailing pasir timah terjadi penurunan kadar Zn dalam media tanamnya setelah

			percobaan tiga bulan, karena sebagian Zn telah diserap oleh tanaman Kadar Zn dalam tanaman secara total (tajuk + akar) pada perlakuan P2 (40,65 mg/Kg) paling tinggi dibandingkan berturut-turut P1 (38,73 mg/Kg), P3 (34,91 mg/Kg) dan P0 (34,58 mg/Kg). Dari data tersebut dapat ditunjukkan bahwa penambahan FMA mampu meningkatkan absorpsi Zn dalam tanaman. Akar tanaman bermikoriza ternyata meningkatkan
--	--	--	--

			penyerapan seng dan sulfur dari dalam tanah lebih cepat daripada tanaman yang tidak bermikoriza
3.	Amran Jaenudin, Umi Trisnaningsih, dan Jodi Wicaksono (2018)	Pengaruh Kombinasi Kompos dan Tanah Bekas Tambang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman jagung (<i>Zea mays L.</i>) Kultivar <i>Bisma</i>	Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan kompos dan tanah tambang memberikan pengaruh yang nyata terhadap serapan N, P, dan K. Hasil tertinggi pada serapan N, P, dan K yaitu pada perlakuan B (12 kg tanah bekas tambang + 3 kg kompos per ember).
4.	Iwan Hilwan (2015)	Respon Pertumbuhan Tiga Jenis Tanaman Pada Media Tailing Bekas	Dari ketiga jenis bibit tanaman yang terdiri dari jombon putih, gampol, dan

		Penambangan Pasir Kuarsa di Kabupaten Belitung Timur	jombon merah diberikan masing – masing perlakuan yang terdiri dari kontrol, kompos dan asam humat. Respon pertumbuhan yang sangat nyata dari pertumbuhan tinggi, diameter batang, serta berat kering biomassa yaitu tanaman jombon putih dengan media tanam tailing yang diberi kompos.
--	--	---	--

BAB III

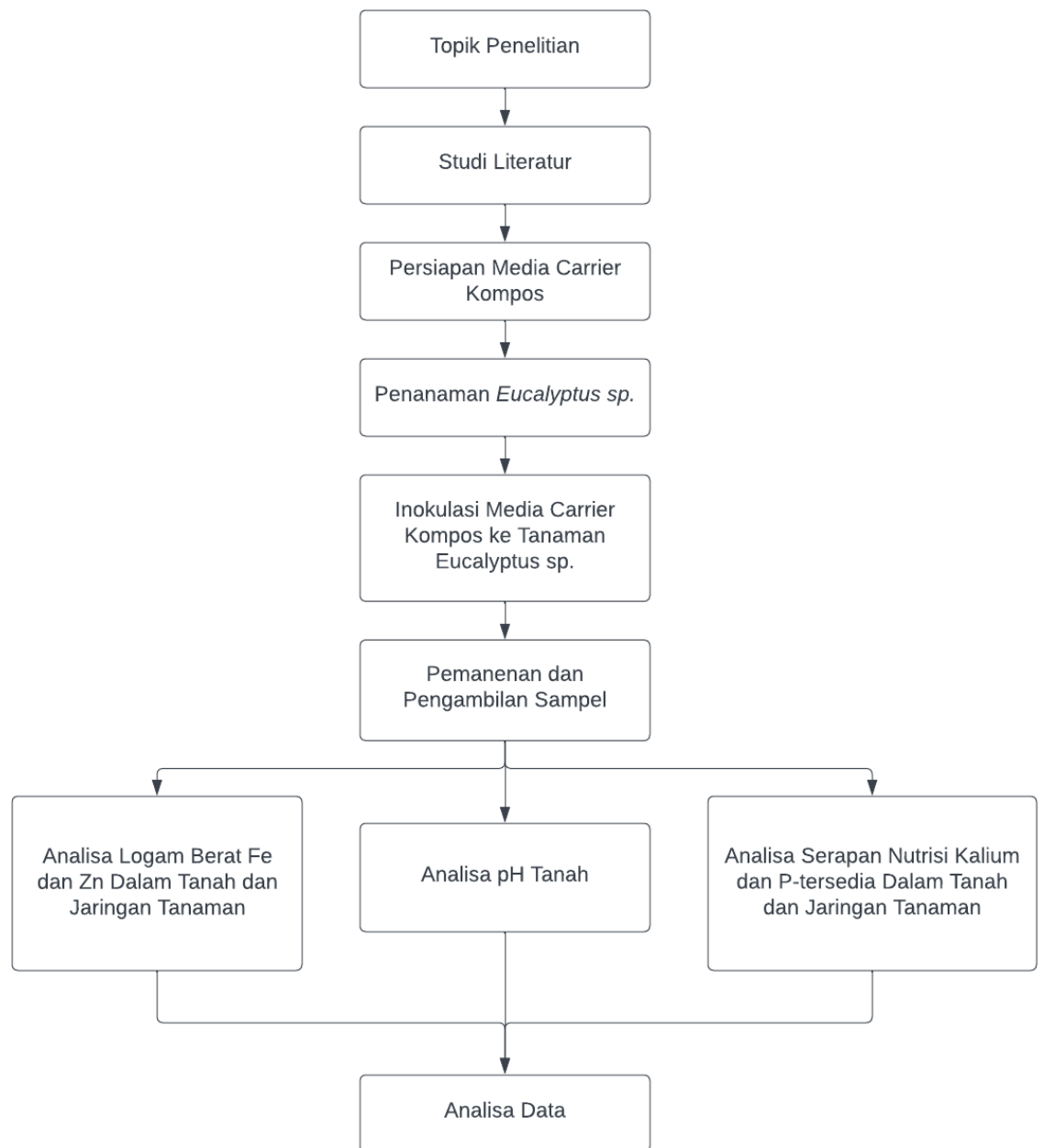
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2021 hingga bulan Agustus 2022 yang berlokasi di dua tempat yaitu, untuk penyiapan media hingga pemanenan dilakukan di *Green House* yang terletak di Dusun Kalido, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan untuk pengujian kadar logam berat, pH dan nutrisi di Laboratorium PSTL Universitas Islam Indonesia. Penelitian dilakukan mulai dari tahap persiapan media *carrier* kompos, reculture mikroba, inokulasi mikroba terseleksi ke dalam media *carrier* kompos, penanaman *Eucalyptus sp.* pada media tanam, inokulasi media *carrier* kompos pada tanaman *Eucalyptus sp.*, penyiraman dan pengukuran tanaman *Eucalyptus sp.*, pemanenan dan pengambilan sampel *Eucalyptus sp.* untuk dianalisis logam berat, pH dan nutrisi. Serta untuk media tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari bekas penambangan timah Provinsi Bangka.

3.2 Tahap Penelitian

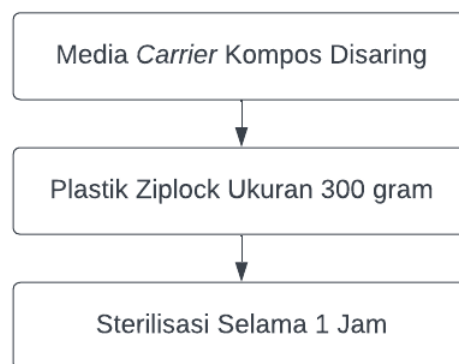
Berikut merupakan alur tahap penelitian yang dilakukan dalam bentuk *flowchart* (lihat Gambar 3.1 pada halaman selanjutnya) :



Gambar 3. 1 *Flowchart* Tahap Penelitian

3.2.1 Persiapan Media *Carrier* Kompos

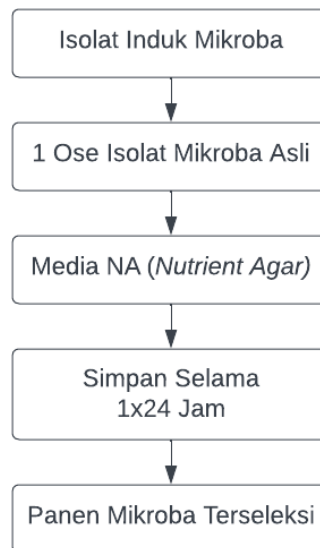
Pada penelitian ini menggunakan media *carrier* kompos yang berasal dari tumbuhan yang mengandung kadar NPK. Kompos tersebut terlebih dahulu disaring untuk menghaluskan tanah kompos yang berbentuk padat menjadi partikel lebih kecil dan memisahkan dari bebatuan kecil. Kemudian kompos yang telah disaring dimasukkan ke dalam plastik ziplock tahan panas dengan berat kompos 300 gram untuk disterilkan menggunakan autoklaf selama 1 jam untuk menghilangkan kontaminasi mikroorganisme.



Gambar 3. 2 *Flowchart* Persiapan Media *Carrier* Kompos

3.2.2 Reculture Mikroba

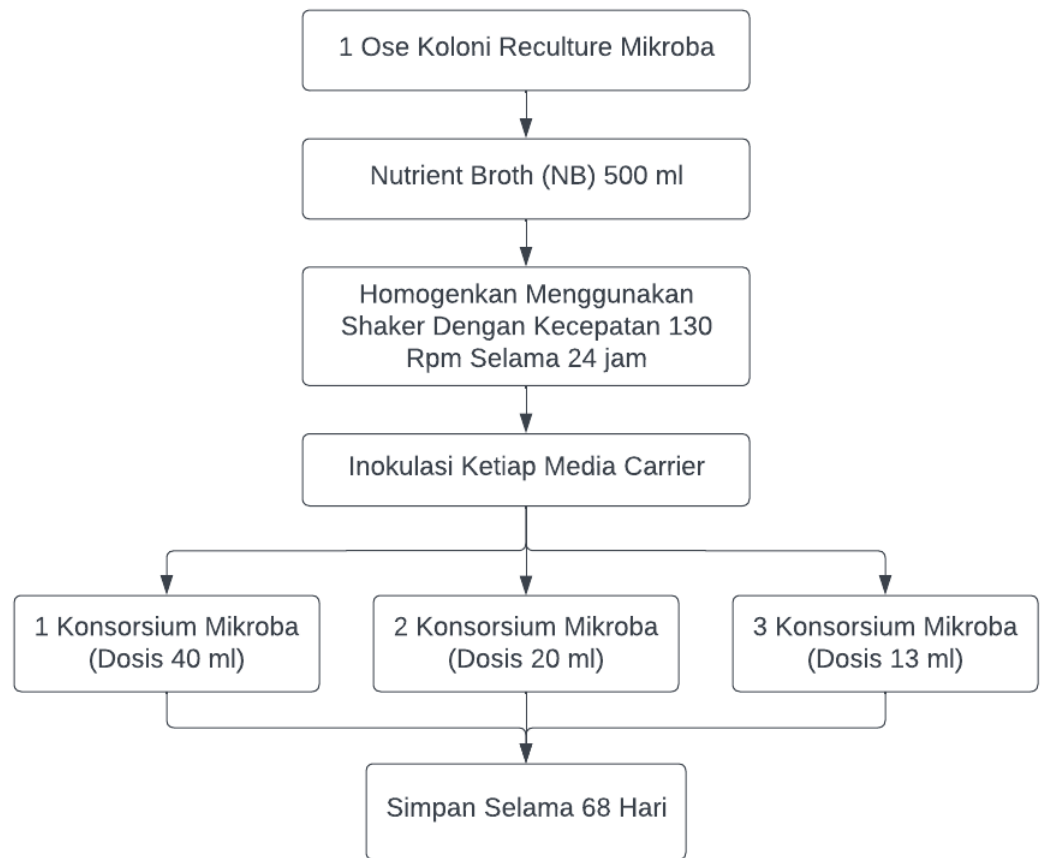
Reculture mikroba dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk memperbanyak biakan mikroba dan menjaga mikroba induk supaya tidak terkena kontaminasi, serta biakan mikroba yang akan digunakan dalam keadaan segar. Proses reculture dilakukan di laminar airflow dengan cara mengambil 1 oca isolat mikroba induk kemudian digoreskan ke media Nutrient Agar (NA) dalam petri dish dan disimpan selama 24 jam dengan dibungkus kertas sampul. Hasil yang didapatkan dari reculture isolat induk ini yaitu 3 macam mikroba terseleksi.



Gambar 3. 3 *Flowchart Reculture Mikroba*

3.2.3 Inokulasi Media Terseleksi Ke Media *Carrier* Kompos

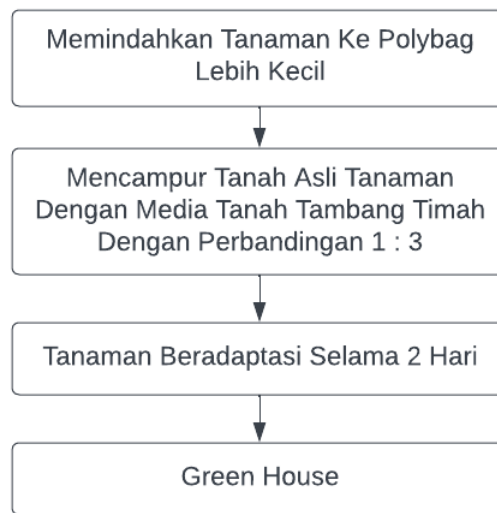
Inokulasi merupakan proses pemindahan mikroba dari media lama ke media yang baru, dimana mikroba terseleksi yang telah didapat di inokulasikan ke media *carrier* kompos dengan menggunakan suntikan. Proses pertama yaitu pembuatan inokulum dengan mengambil sejumlah koloni dari masing masing bakteri terseleksi dengan menggunakan ose kemudian dimasukkan kedalam media Nutrient Broth (NB) dan di homogenkan menggunakan shaker dengan kecepatan 130 Rpm selama 24 jam. Setelah inokulum telah homogen proses selanjutnya inokulasi ke tiap media *carrier* kompos dengan cara menyuntikannya. Penyuntikan inokulasi ke media *carrier* kompos dibagi menjadi 3 treatment dan masing-masing dosis nya yaitu, 1 konsorsium mikroba dengan dosis 40 ml , 2 konsorsium mikroba dengan dosis 20 ml dan 3 konsorsium mikroba dengan dosis 13 ml. Kemudian media *carrier* kompos disimpan selama 68 hari sebelum diinokulasi ke medai tanaman.



Gambar 3. 4 *Flowchart* Inokulasi Media Terseleksi Ke Media Carrier Kompos

3.2.4 Penanaman *Eucalyptus* sp

Penanaman *Eucalyptus* sp. dilakukan dengan metode semai, dimana tanaman dipindahkan dari polybag asal ke polybag lebih kecil. Kemudian tanah asli tanaman dicampur dengan media tanah tambang timah dengan perbandingan 1 : 3. Proses selanjutnya setelah pemindahan media dan tanaman ke polybag baru, tanaman membutuhkan penyesuaian atau adaptasi selama 2 hari sebelum dimasukkan ke dalam green house.

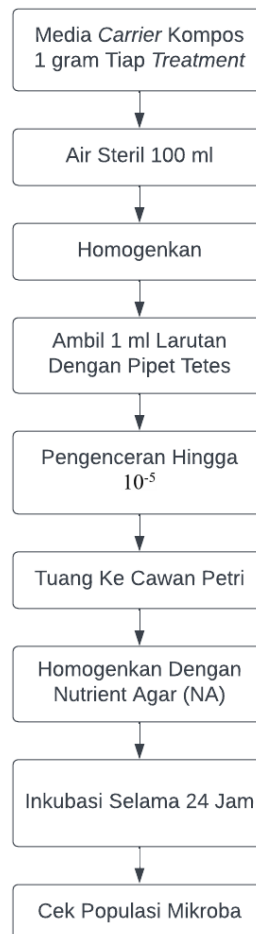


Gambar 3. 5 *Flowchart* Penanaman *Eucalyptuse sp.*

3.2.5 Inokulasi Media *Carrier* Kompos Ke Tanaman *Eucalyptuse sp*

Proses pertama untuk inokulasi ini yaitu dengan menghitung populasi mikroba pada *carrier* kompos. Perhitungan koloni dilakukan dengan cara pengenceran pada media *carrier* kompos dengan mengambil 1 gram tiap treatment media *carrier* kompos (1 konsorsium, 2 konsorsium dan 3 konsorsium), kemudian 1 gram tersebut dilarutkan dengan 100 ml air steril dan dihomogenkan. Kemudian diambil 1 ml larutan yang telah homogen tersebut menggunakan pipet steril dan dilakukan pengenceran hingga 10^{-5} . Setelah itu dipipet 1 ml dan dituangkan ke dalam cawan petri kemudian homogenkan dengan Nutrient Agar (NA). Setelah itu diinkubasi selama 24 jam dan dicek populasi mikrobanya. Selanjutnya untuk inokulasi ke tanaman yaitu dengan mengambil 7 gram tiap treatment media *carrier* kompos (1 konsorsium, 2 konsorsium dan 3 konsorsium), lalu tanah pada tanaman *eucalyptus sp* digali sedalam 2cm sebagai tempat inokulasi. Kemudian 7 gram tiap treatment media *carrier* kompos dimasukkan ke tempat inokulasi. Setelah inokulasi dilakukan memberi kode pada tiap

polybag sesuai dengan treatment dan melakukan pengukuran tinggi serta diameter awal tanaman.



Gambar 3. 6 Menghitung Populasi Mikroba



Gambar 3. 7 *Flowchart* Inokulasi *Carrier* Kompos Ke Tanaman

3.2.6 Penyiraman dan Pengukuran Pertumbuhan Tanaman *Eucalyptus sp*

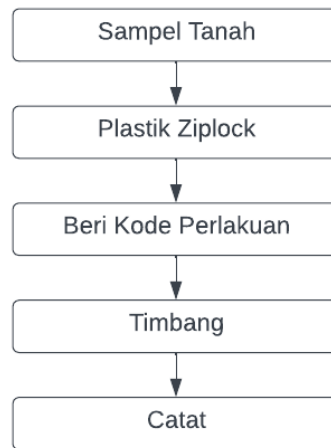
Perawatan pada tanaman *Eucalyptus sp.* berupa penyiraman yang dilakukan setiap hari yaitu di pagi hari atau di sore hari. Kemudian setiap 2 minggu sekali dilakukan pengukuran tanaman untuk mengetahui perkembangan pertumbuhan tanaman. Pengukuran tanaman terdiri dari pengukuran tinggi tanaman (cm) dan diameter batang tanaman (mm). Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dari permukaan tanah hingga pucuk tanaman menggunakan meteran atau penggaris. Untuk pengukuran diameter tanaman dilakukan 2 cm dari permukaan tanah menggunakan calliper digital.



Gambar 3. 8 *Flowchart* Penyiraman dan Pengukuran Pertumbuhan Tanaman *Eucalyptu sp.*

3.2.7 Pemanenan dan Pengambilan Sampel

Pada proses pemanenan dilaksanakan setelah ± 3 bulan pengamatan pertumbuhan pada tanaman. Pemanenan dilakukan dengan pemisahan antara jaringan bawah (akar) dan jaringan atas (batang, daun). Setelah itu jaringan atas dan jaringan bawah dibersihkan dari sisa tanah kemudian ditimbang dan dicatat hasilnya untuk mengetahui berat basahanya. Jaringan bawah dan jaringan atas yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam amplop dan diberi kode nama sesuai perlakuan tanaman. Proses selanjutnya jaringan atas dan jaringan bawah dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70°C selama 48 jam untuk menghitung berat keringnya. Kemudian jaringan bawah dan atas yang telah kering ditimbang kembali menggunakan neraca analitik dengan ketelitian 0,001 gram. Untuk sampel tanah proses dilakukan dengan memasukkannya ke dalam plastik ziplock dan memberikan kode naman sesuai perlakuan tanaman.



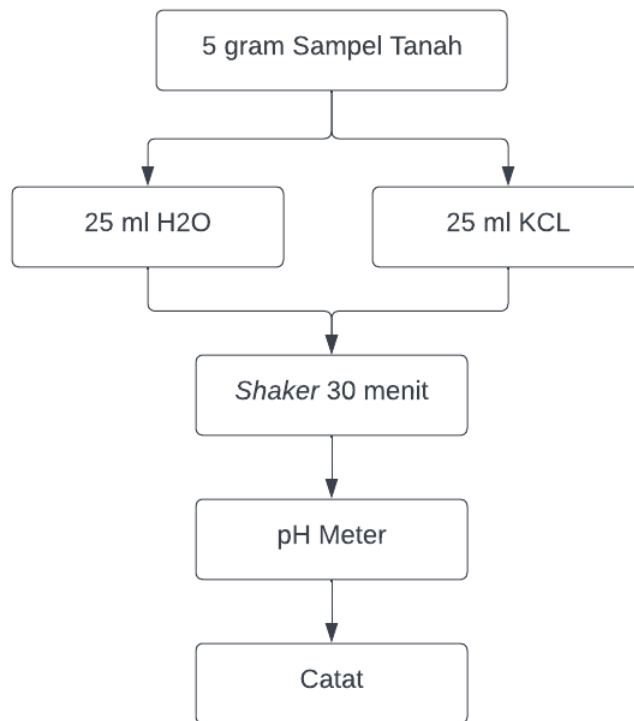
Gambar 3. 9 Pemanenan dan Pengambilan Sampel Tanah



Gambar 3. 10 Pemanenan dan Pengambilan Sampel Jaringan Tanaman

3.2.8 Analisa Tanah dan Jaringan Tanaman

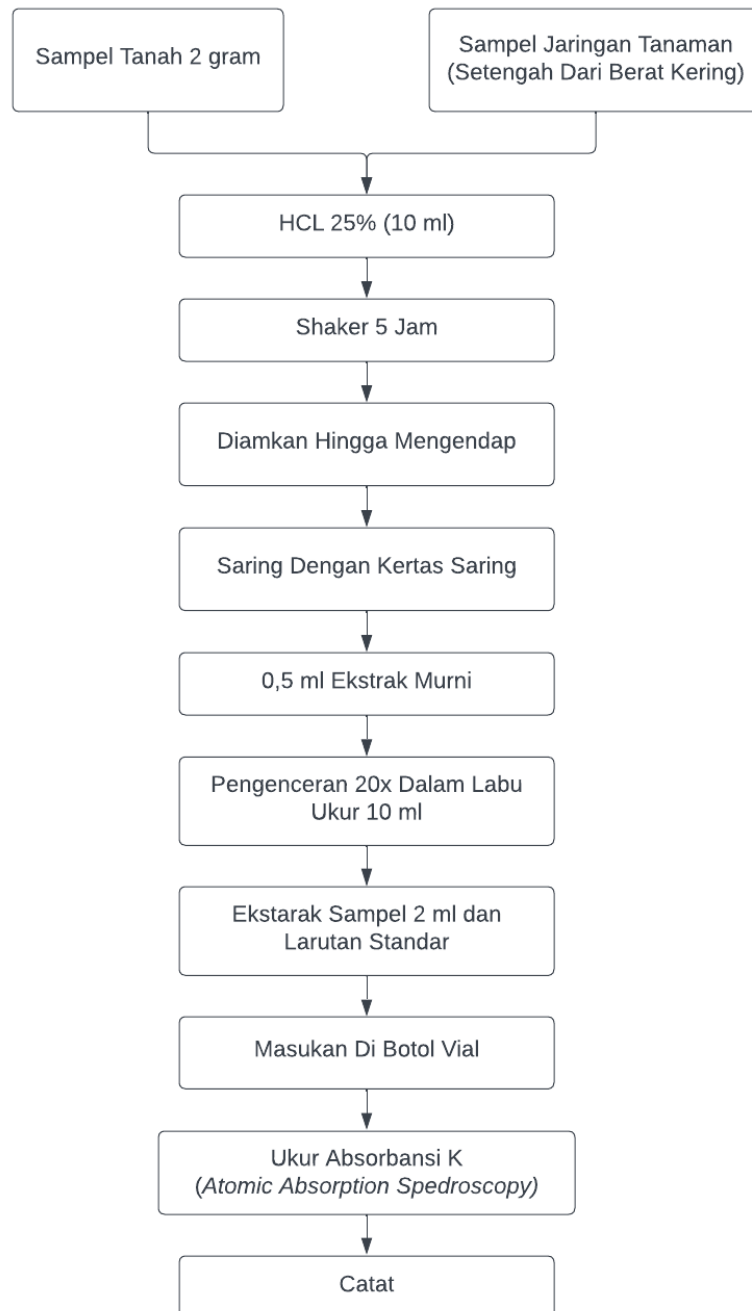
Analisa sampel tanah dan jaringan tanaman atas dan bawah dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat Fe dan Zn dengan menggunakan alat AAS (*Atonomic Absorption Spectrophotometer*). Serta parameter uji lainnya yaitu pH, nutrisi (K dan P). Dalam uji kemasaman menggunakan dua macam pH yaitu pH aktual (pH H₂O) dan pH potensial (pH KCl) (YANTI & Kusuma, 2022). Adapun pengertian pH aktual adalah pH yang menunjukkan konsentrasi H⁺ di dalam larutan tanah sesuai dengan kondisi aslinya, sedangkan pH KCl atau yang disebut pH tanah potensial adalah pH yang menunjukkan nilai pH tanah setelah H⁺ di dalam jerapan tanah yang didesak keluar dan digantikan oleh kation K⁺ (Azurianti et al., 2022). Analisis uji pH pada tanah ini dilakukan berdasarkan pada Petunjuk Teknis (Analisis Kimia Tanah, 2005.) dengan menggunakan 2 bahan yaitu KCl 1 N dan H₂O serta pengukuran menggunakan alat pH meter. Pengujian dilakukan dengan menyiapkan masing-masing sampel tanah yang telah ditimbang sebanyak 5 gram. Kemudian sampel 5 gram tersebut dimasukkan kedalam botol dan masing-masing ditambahkan pengestrak 25 ml H₂O. Hal serupa juga untuk pengestark KCl, sampel 5 gram ditambahkan dengan 25 ml KCl, kemudian dihomogenkan menggunakan Shaker selama 30 menit. Setelah itu pengukuran dapat dilakukan menggunakan pH meter.



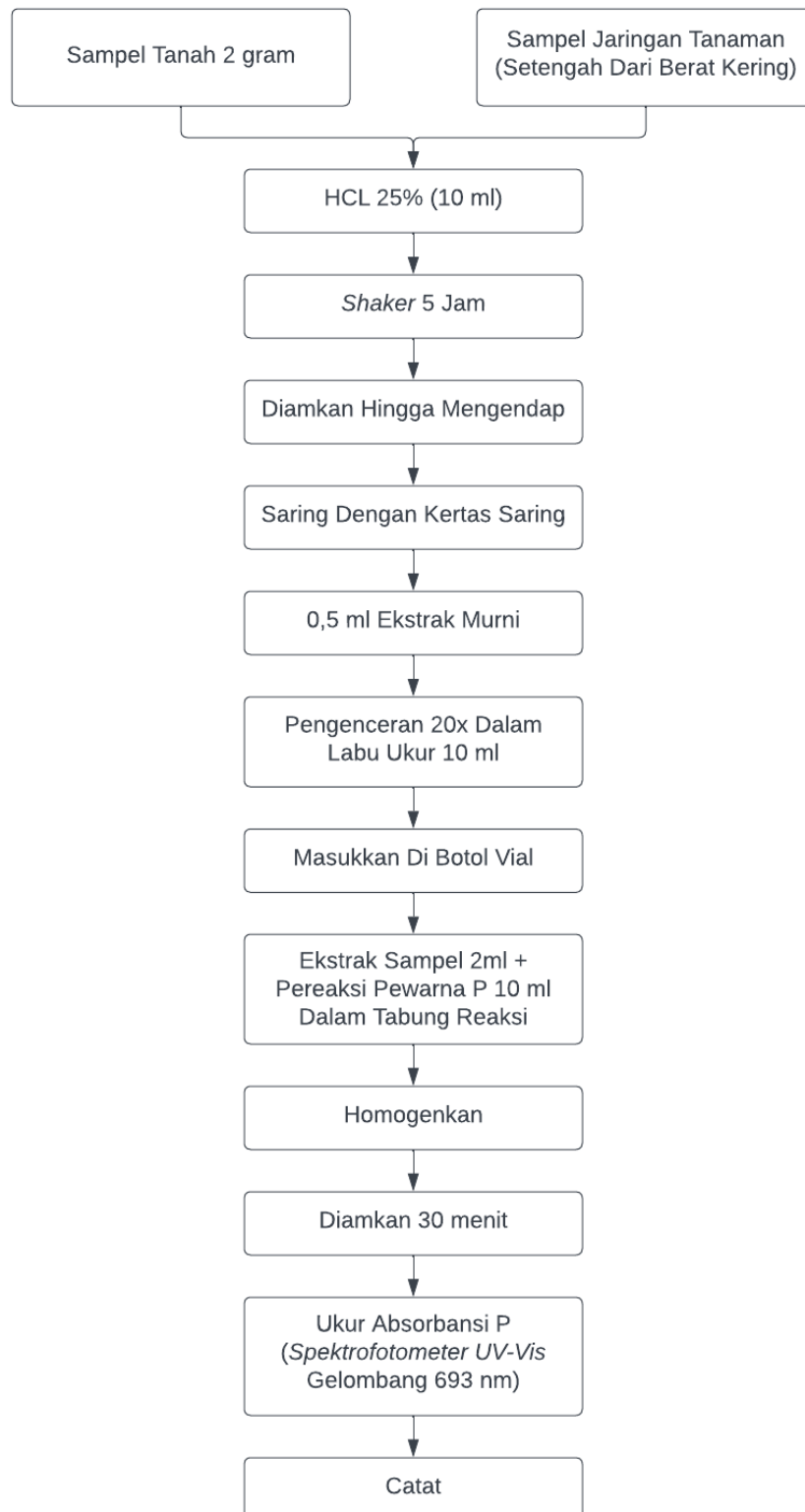
Gambar 3. 11 Uji pH Sampel Tanah

Untuk analisis uji nutrisi P dan K pada sampel jaringan tanaman dan tanah dilakukan dengan metode penetapan P dan K ekstrak HCL 25%. Untuk uji P dan K sampel tanah ditimbang sebanyak 2 gram dan sampel jaringan tanaman ditimbang sebanyak setengah dari berat kering, kemudian ditambahkan 10 ml HCL 25% lalu di homogenkan menggunakan shaker selama 5 jam. Setelah dishaker sampel didiamkan hingga mengendap selama semalam, kemudian disaring dengan dengan kertas saring dan hasil yang didapat berupa ekstark murni. Ekstrak murni diambil sebanyak 0,5 ml untuk dilakukan pengenceran 20x dalam labu ukur 10 ml. Setelah dilakukan pengenceran sampel diambil 2 ml ekstrak sampel dan larutan standar. Kemudian dimasukan ke dalam botol vial dan dilakukan uji K dengan alat *Automic Absorption Spedroscopy (AAS)* tipe *SavantAA GBC*. Untuk analisis uji P, tahap dilanjutkan dengan mengambil 2 ml ekstrak sampel dan larutan standar, kemudian ditambahkan pereaksi pewarna P sebanyak 10 ml dalam

tabung reaksi lalu dihomogenkan. Sampel dibiarkan selama 30 menit , setelah itu mengukur absorbansinya P dengan alat *Spektrofotometri UV-VIS* dengan panjang gelombang 693nm (Analisis Kimia Tanah, 2005.)



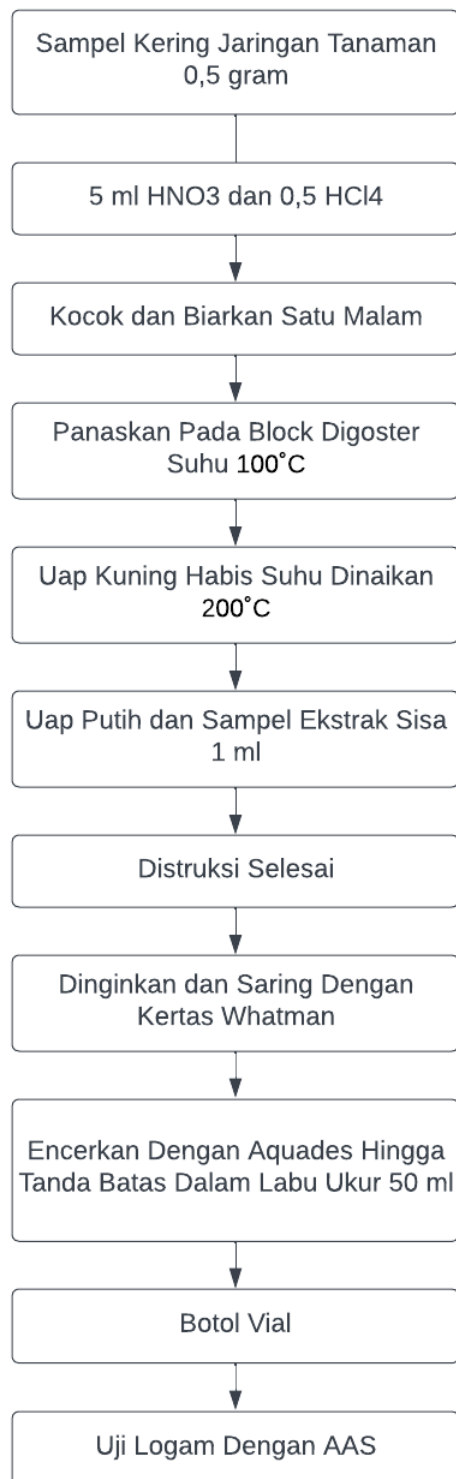
Gambar 3. 12 *Flowchart* Uji Nutrisi K



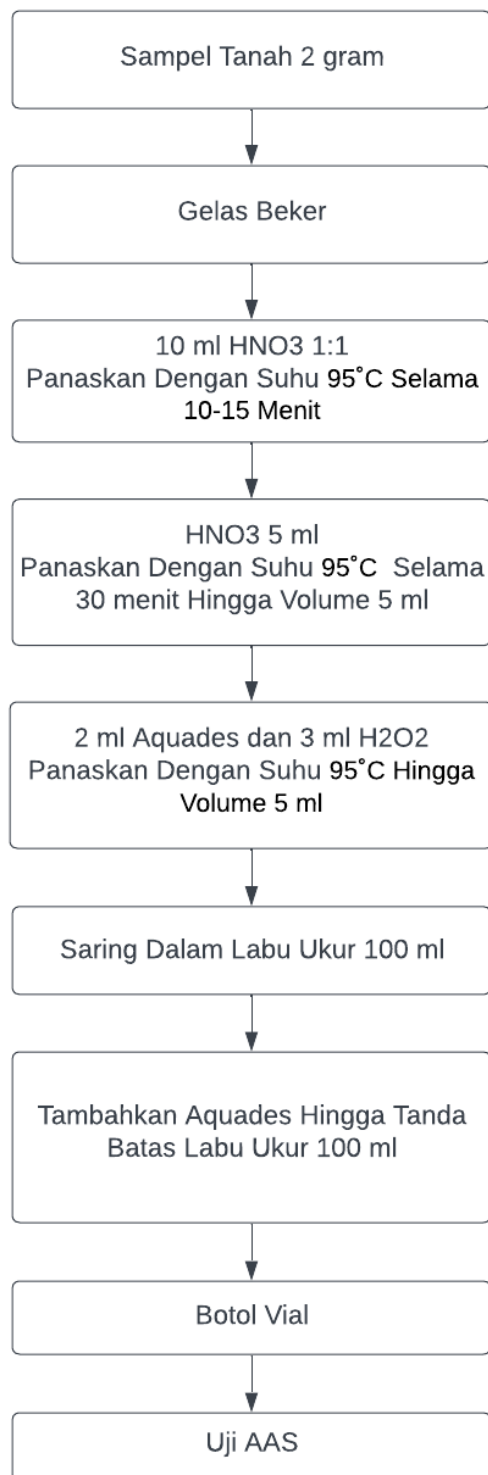
Gambar 3. 13 *Flowchart* Uji Nutrisi P

Pengujian kadar logam pada sampel jaringan tanaman dan sampel tanah menggunakan *Atomic Absorption Spectrometry (AAS)* type SavantAA GBC. Penelitian kadar logam pada sampel jaringan tanaman diawali dengan menimbang 0,5 gram sampel jaringan kering yang telah dihaluskan kemudian dimasukan kedalam labu ukur. Setelah itu tambahkan 5 ml HNO_3 dan 0,5 ml HClO_4 , homogenkan dan biarkan satu malam. Setelah itu panaskan dalam block digestion dengan suhu 100°C , setelah uap kuning habis suhu dinaikkan 200°C . Apabila uap telah putih dan sampel pada labu ukur tersisa kurang lebih 1 ml destruksi selesai. Sampel yang telah didestruksi di dinginkan dan disaring dengan kertas saring W-41 agar didapat ekstrak sampel yang jernih, kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas labu ukur 50 ml dan dihomogenkan. Ekstark sampel yang telah diencerkan tersebut di masukan ke botol vial dan dilakukan uji pengukuran langsung dengan *Atomic Absorption Spectrometry (AAS)* (Analisis Kimia Tanah, 2005).

Untuk uji logam pada sampel tanah dilakukan berdasarkan SNI 8910:2021, diawali dengan menyiapkan sampel tanah yang telah ditimbang 2 gram, kemudian dimasukan ke gelas beker dan ditambahkan 10 ml HNO_3 1:1. Homogenkan campuran kemudian tutup dengan kaca arloji dan panaskan larutan dengan suhu 95°C selama 10 menit sampai 15 menit tanpa mendidih. Setelah itu dinginkan dan tambahkan 5 ml HNO_3 pekat, tutup kembali dengan kaca arloji dan panaskan kembali dengan suhu 95°C selama 30 menit tanpa mendidih hingga volume 5 ml. Dinginkan kembali sampel kemudian tambahkan 2 ml aquades dan 3 ml H_2O_2 , tutup kembali dengan kaca arloji dan panaskan dengan suhu 95°C hingga volume tersisa 5 ml. Dinginkan sampel destruksi dan saring dengan kertas saring dalam labu ukur 100 ml. Tambahkan aquades hingga tanda batas labu ukur 100 ml. Ekstrak sampel yang telah didapat kemudian dimasukan ke dalam botol vial dan siap untuk dilakukan uji pengukuran kadar logam dengan *Atomic Absorption Spectrometry (AAS)*.



Gambar 3. 14 *Flowchart* Uji Logam Jaringan Tanaman



Gambar 3. 15 *Flowchart* Uji Logam Jaringan Tanah

3.2.9 Analisa Statistik

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan standar error dengan membandingkan hasil ke 6 perlakuan berbeda terhadap pemberian mikroba (1 konsorsium, 2 konsorsium dan 3 konsorsium) ke tanaman dengan *carrier* kompos dan membandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan (kontrol). Ke 6 perlakuan tersebut yaitu Data yang dianalisis pertumbuhan tanaman, biomassa tanaman, konsentrasi nutrisi K dan P, konsentrasi logam berat Fe dan Zn, serta pH tanaman. Data yang dihasilkan dari penelitian dianalisis secara kuantitatif untuk menguji hipotesis dan kebenaran penelitian. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk diagram batang. Analisis data dalam penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi dari bakteri terseleksi dengan *carrier* kompos.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Kompos

Sumber bahan pupuk kompos yang digunakan berasal dari sisa-sisa tanaman (jerami, batang, dahan). Spesifikasi kompos berdasarkan SNI 197030-2004 yang mencakup parameter seperti kandungan bahan organik, pH, unsur hara dan kadar bahan yang dapat terurai. Karakteristik kompos yang optimal meliputi keseimbangan kandungan nitrogen, fosfor dan kalium, serta pH yang mendekati nilai netral (6-7) untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Table 4.1 standar kualitas kompos pada halaman selanjutnya yang terdapat dalam SNI 197030-2004.

Tabel 4. 1 Standar Kualitas Kompos

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		suhu air tanah
3	Warna			kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
Unsur makro				
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0.10	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,20	*
Unsur mikro				
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
Unsur lain				
25	Kalsium	%	*	25.50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0.60
27	Besi (Fe)	%	*	2.00
28	Aluminium (Al)	%	*	2.20
29	Mangan (Mn)	%	*	0.10
Bakteri				
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3
Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum				

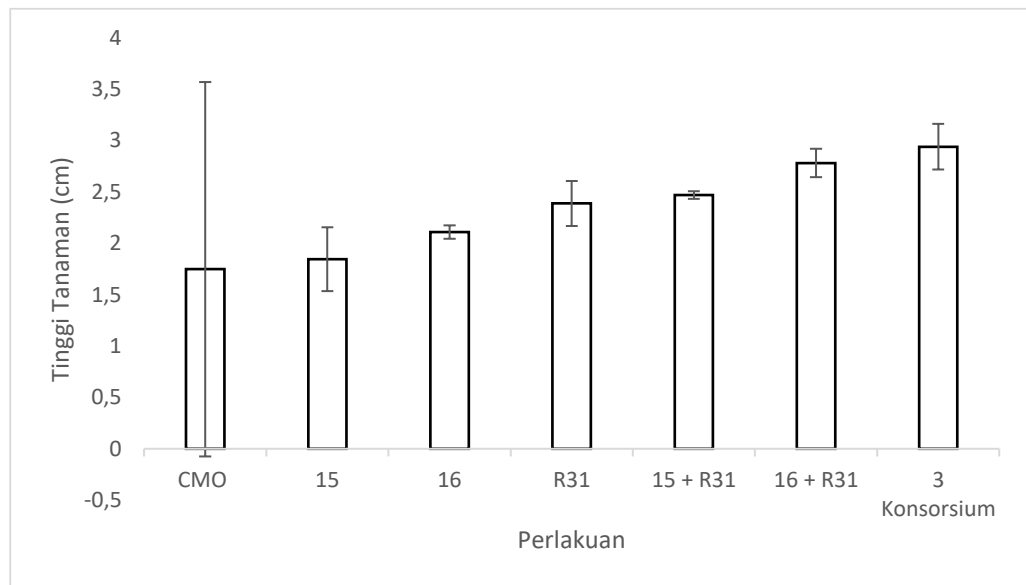
4.2 Hasil Analisis Pengukuran

Pengamatan parameter pertumbuhan tanaman *Eucalyptus sp.* yang dilakukan meliputi tinggi tanaman, diameter tanaman dan jumlah daun. Pengamatan dan pengukuran ini dilaksanakan di greenhouse tiap 2 minggu sekali dalam jangka waktu 3 bulan. Serta dilakukan pengamatan biomassa tanaman setelah perlakuan. Terdapat 6 perlakuan diantaranya pada perlakuan 1 konsorsium yaitu perlakuan 15 dan 16 menggunakan bakteri pelarut fosfat dan pada perlakuan R31 menggunakan *enterobacter sp.*

4.2.1 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan komponen penting dalam membantu penentuan pertumbuhan yang dicapai selama periode pertumbuhan (Jirmanová et al., 2016) karena untuk mengetahui respon tanaman terhadap pengaruh lingkungan atau pengaruh perlakuan terhadap tanaman. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur bagian tanaman dari atas permukaan media tanam sampai ujung daun tertinggi. Pengukuran ini dilakukan tiap 2 minggu sekali dalam jangka waktu 3 bulan. Hasil yang diperoleh berupa rerata pertumbuhan tinggi tanaman selama 3 bulan penanaman yang tertera pada Gambar 4.1.

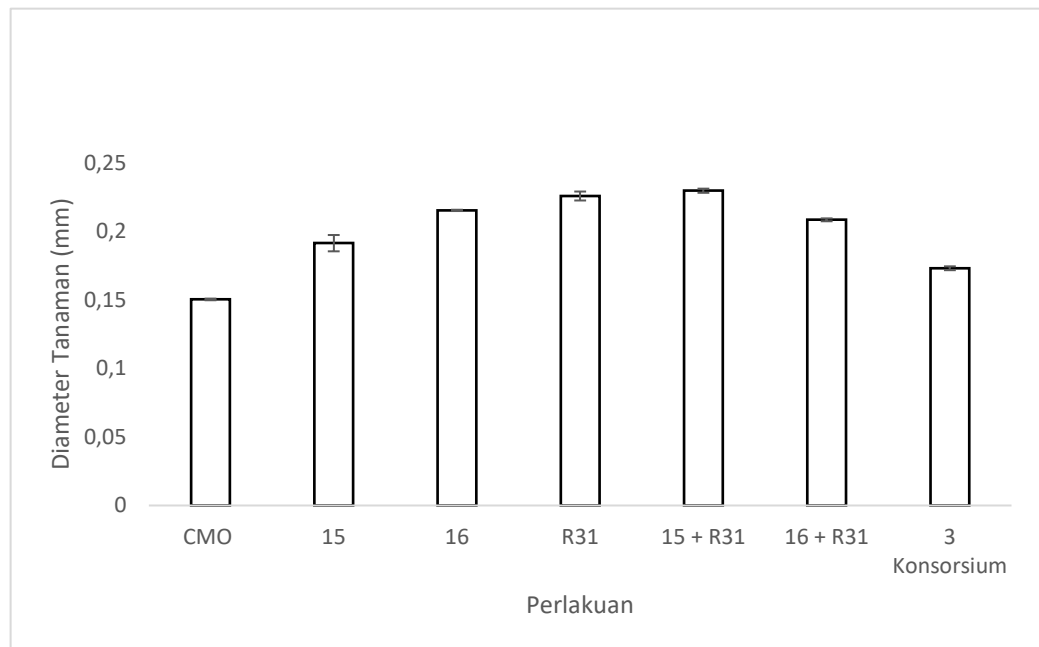
Berdasarkan rerata pada Gambar 4.1 diketahui bahwa tinggi tanaman menunjukkan peningkatan tiap 2 minggu, serta terdapat pengaruh beda nyata rerata pertumbuhan tinggi tanaman antar perlakuan kontrol dengan menggunakan mikroba pada tiap perlakuan. Pada perlakuan kontrol tanpa mikroba rerata didapat yaitu 1,75 cm. Kemudian dengan 1 mikroba pada perlakuan 15, 16, dan R31 rerata didapat secara berurutan yaitu 1,85 cm ; 2,1 cm ; 2,38 cm. Lalu perlakuan dengan 2 konsorsium pada 15+R31 dan 16+R31 rerata didapat yaitu 2,47 cm dan 2,78 cm. Serta perlakuan dengan 3 konsorsium 15+16+R31 rerata yang didapat yaitu 2,94 cm. Dari hasil rerata tersebut dapat dibandingkan antar kontrol dengan perlakuan lainnya dan rerata pertumbuhan tertinggi yaitu pada tanaman perlakuan 3 konsorsium. Hal ini diartikan bahwa dengan menggunakan tanaman perlakuan 3 konsorsium lebih efektif dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini karena aktivitas metabolisme antar isolat dapat saling mendukung, sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih optimum (Sumpethanaya et al., 2017)



Gambar 4. 1 Grafik Rerata Pertumbuhan Tinggi Tanaman *Eucalyptus sp.* Selama 3 Bulan Penanaman

4.2.2 Diameter Tanaman

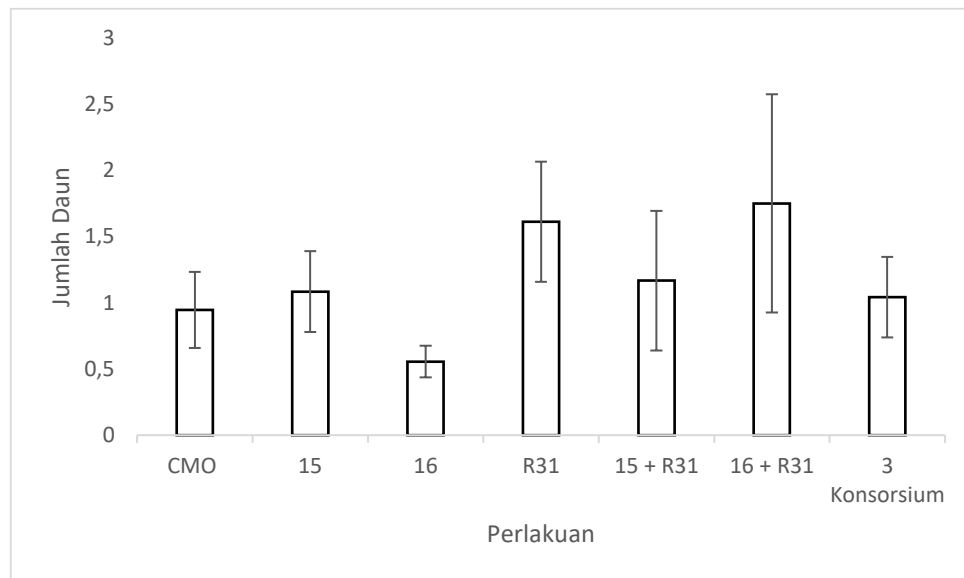
Berdasarkan pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa perlakuan dengan media tanaman yang berbeda pada *Eucalyptus sp.* menghasilkan diameter tanaman yang berbeda dimana tiap 2 minggu mengalami peningkatan. Pertumbuhan diameter tanaman jika dibandingkan antar kontrol dengan perlakuan lainnya terdapat pengaruh beda nyata rerata pertumbuhan diameter tanaman. Pada perlakuan kontrol tanpa mikroba rerata yang diperoleh yaitu 0,15 mm. Kemudian dengan 1 mikroba pada perlakuan 15, 16 dan R31 rerata diperoleh secara berurut yaitu 0,19 mm; 0,21 mm; dan 0,22 mm. Lalu perlakuan dengan 2 konsorsium pada perlakuan 15 + R31 dan 16 + R31 diperoleh rerata secara berurut yaitu 0,23 mm dan 0,20 mm. Pada perlakuan dengan 3 konsorsium 15+16+R31 rerata yang diperoleh yaitu 0,17 mm. Jika dibandingkan antara kontrol, hasil rerata diameter tertinggi yaitu pada perlakuan 15 + R31 dengan 0,23 mm.



Gambar 4. 2 Grafik Rerata Pertumbuhan Diameter Tanaman *Eucalyptus* sp. Selama 3 Bulan Penanaman

4.2.3 Jumlah Daun Tanaman (helai)

Daun merupakan organ tumbuhan tempat sintesis makanan sesuai dengan kebutuhan tumbuhan dan sebagai cadangan makanan. Daun mengandung klorofil yang berperan dalam fotosintesis. Semakin banyak daun, semakin banyak tempat untuk fotosintesis dan semakin baik hasilnya. Nitrogen merupakan unsur hara utama yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman dan pembentukan organ vegetatif seperti batang, daun, dan akar (Suhastyo & Raditya, 2019).



Gambar 4. 3 Grafik Rerata Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman *Eucalyptus* sp. Selama 3 bulan

Selama penelitian yang dilakukan tiap 2 minggu, pertumbuhan jumlah daun pada tanaman mengalami peningkatan dan penurunan. Didapatkan hasil rata rata pertumbuhan jumlah daun yang signifikan tiap minggunya pada perlakuan kontrol (CMO), R31, 15+R3 dan 16+R31. Serta rata rata pertumbuhan jumlah daun mengalami penurunan yaitu perlakuan 15 dan 3 Konsorsium di minggu ke 8, serta perlakuan 16 di minggu ke 10. Berdasarkan rerata pada Gambar 4.3 pada perlakuan kontrol tanpa mikroba rerata yang diperoleh yaitu 0,94. Kemudian dengan 1 mikroba pada perlakuan 15, 16 dan R31 rerata diperoleh secara berurut yaitu 1,08; 0,55; dan 1,61. Lalu perlakuan dengan 2 konsorsium pada perlakuan 15 + R31 dan 16 + R31 diperoleh rerata secara berurut yaitu 1,16 dan 1,75. Serta perlakuan dengan 3 konsorsium 15+16+R31 rerata yang didapat yaitu 1,04. Apabila dibandingkan antara kontrol dengan perlakuan lainnya, hasil rerata pertumbuhan jumlah daun tertinggi yaitu pada perlakuan 16 + R31.

4.2.4 Biomassa Tanaman

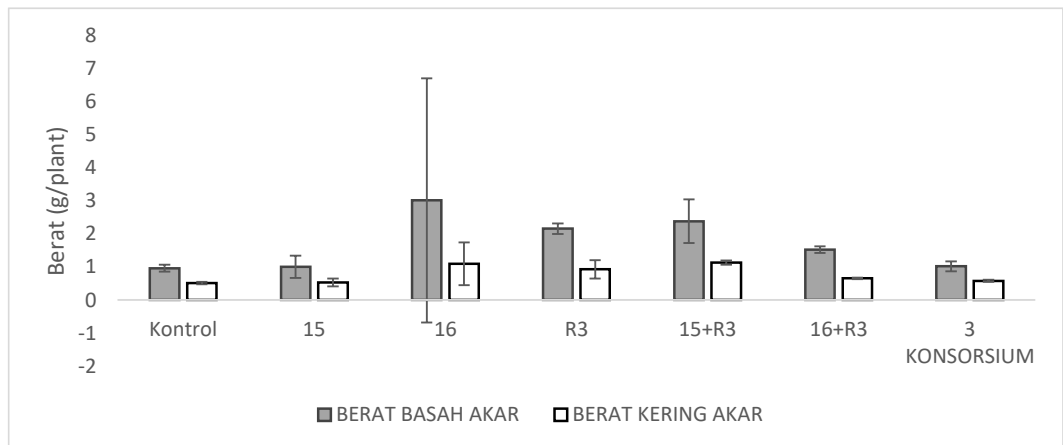
Untuk menentukan biomassa tanaman metode yang digunakan yaitu dengan mengukur berat basah dan berat kering tanaman. Dalam penelitian

ini penimbangan berat basah dan berat kering tanaman *Eucalyptus sp.* meliputi bagian jaringan atas (batang & daun) dan bagian bawah (akar). Berat basah merupakan berat keseluruhan bagian tanaman setelah dipanen sebelum kehilangan air dan kemudian layu, serta berat basah dipengaruhi oleh kandungan air yang ada pada tanaman sehingga berat basah pada tanaman akan bervariasi (Jayantie et al., 2017). Pada gambar 4.4 dan 4.5 merupakan perbandingan data berat basah dan kering antara jaringan akar dan jaringan batang.

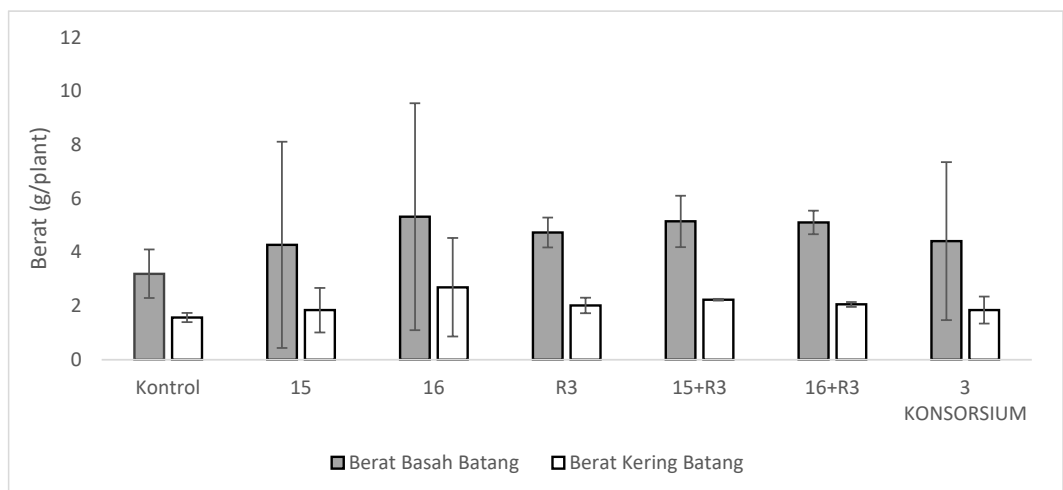
Berdasarkan gambar 4.4 menunjukkan grafik perbandingan rerata berat basah dan berat kering pada jaringan akar tanaman *Eucalyptus sp.* jika dibandingkan antara kontrol dengan perlakuan 1 mikroba dan konsorsium, hasil nilai rerata yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan kontrol. Untuk hasil nilai rerata berat basah kontrol yaitu 0,963 g/plant dan hasil nilai rerata berat kering kontrol yaitu 0,513 g/plant. Hasil nilai rerata berat basah pada perlakuan 1 mikroba yang tertinggi yaitu pada perlakuan 16 dibandingkan perlakuan lainnya dengan nilai rerata sebesar 3,01 g/plant. Kemudian pada perlakuan 2 konsorsium yakni perlakuan 15 + R3 merupakan rerata tertinggi urutan ke dua dengan nilai rerata sebesar 2,38 g/plant. Serta untuk hasil rerata berat kering jaringan akar yang tertinggi yaitu pada perlakuan 2 konsorsium 15 + R3 dengan nilai rerata sebesar 1,13 g/plant dan rerata berat kering jaringan akar tertinggi urutan ke dua yaitu pada perlakuan 1 mikroba yakni perlakuan 16 dengan nilai rerata sebesar 1,09 g/plant.

Pada Gambar 4.5 menunjukkan grafik perbandingan rerata berat basah dan berat kering pada jaringan batang tanam *Eucalyptus sp.* jika dibandingkan antara kontrol dengan perlakuan 1 mikroba dan konsorsium hasil nilai rerata diperoleh lebih tinggi dibandingkan kontrol. Untuk hasil nilai rerata berat basah kontrol yaitu 3,2 g/plant dan hasil nilai rerata berat kering kontrol 1,57 g/plant. Hasil rerata nilai berat basah dan berat kering jaringan batang tertinggi yaitu pada perlakuan 1 mikroba yakni perlakuan 16 dengan nilai rerata berat basah sebesar 5,32 g/plant dan nilai rerata berat kering sebesar 2,69 g/plant. Kemudian rerata tertinggi urutan ke dua yaitu

pada perlakuan 2 konsorsium 15 + R3 dengan hasil nilai rerata berat basah sebesar 5,15 g/plant dan hasil nilai rerata berat kering sebesar 2,23 g/plant.



Gambar 4. 4 Grafik Rerata Berat Basah dan Berat Kering Jaringan Akar Tanaman *Eucalyptus sp.* Selama 3 Bulan



Gambar 4. 5 Grafik Rerata Berat Basah dan Berat Kering Jaringan Batang Tanaman *Eucalyptus sp.* Selama 3 Bulan

4.3 Hasil Analisis pH Tanah

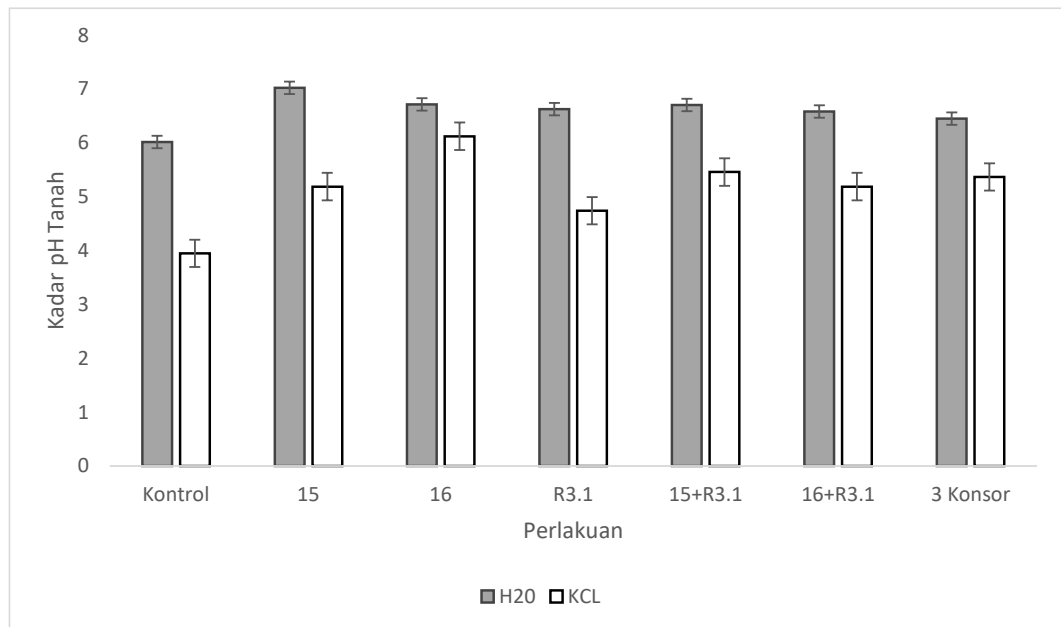
pH merupakan sifat dasar tanah sangat penting yang dapat mempengaruhi sifat fisikokimia tanah lainnya serta aktivitas mikroorganisme

dan pertumbuhan tanaman. Nilai pH sebagai parameter kimia yang menggambarkan derajat keasaman atau kebasaan suatu lingkungan (Revansyah et al., 2023). Untuk tanah yang asam ($\text{pH} < 7$), biasanya mengandung lebih banyak Al^{3+} dan H^+ yang dapat ditukar, serta banyaknya Al^{3+} dapat menjadi racun bagi tanaman (Wang et al., 2019). Dalam uji kemasaman menggunakan dua metode yaitu H_2O dan KCl, dimana reaksi tanah H_2O digunakan sebagai pH kemasaman aktif (aktual) dan KCl digunakan sebagai pH kemasaman cadangan (potensial). pH H_2O ideal tanah harus lebih tinggi dari pH KCl sebab, pada pH KCl senyawa KCl mampu menekan ion H^+ yang bersifat asam yang ada di dalam jerapan tanah, sehingga ion H^+ terdesak keluar dan konsentrasi H^+ dalam larutan tanah meningkat, menyebabkan nilai pH turun (Zuhri Multazam, 2023). Untuk memastikan hitungan H_2O benar dibutuhkan perhitungan KCl, jika H_2O lebih besar dari KCl maka perhitungan pH valid.

Hasil analisis pH tanah dengan menggunakan 2 metode yaitu H_2O dan KCl pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa rentang pH H_2O 6 – 7 dan rentang pH KCl 3,95 – 6,125. Pada Perlakuan kontrol pH dengan larutan H_2O yaitu 6,02 dan pH dengan larutan KCl yaitu 3,95. Perlakuan dengan 1 mikroba yaitu perlakuan 15 hasil pH H_2O 7,022 dan pH KCl 5,19. Kemudian perlakuan 16 hasil pH H_2O 6,719 dan pH KCl 6,125. Perlakuan R31 pH H_2O 6,630 dan pH KCl 4,74. Perlakuan dengan 2 konsorsium yaitu pada 15+R31 hasil pH H_2O 6,703 dan pH KCl 5,46. Kemudian perlakuan 16+R31 hasil pH H_2O 6,585 dan pH KCl 5,19. Serta perlakuan 3 konsorsium hasil pH H_2O 6,450 dan pH KCl 5,37.

Dari kadar pH tanah yang diperoleh tersebut jika dibandingkan antara pH tanah Kontrol dengan pH tanah perlakuan lainnya, dapat disimpulkan pada tanah yang diberi perlakuan 1 mikroba, 2 konsorsium dan 3 konsorsium mengalami peningkatan pH tanah, sedangkan kadar pH tanah terkecil yaitu pada perlakuan kontrol. Serta kadar pH tanah tertinggi dengan metode H_2O yaitu perlakuan 15 dengan kadar pH tanah 7,022 dimana pH tanah telah netral dan untuk metode KCl yaitu perlakuan 16 dengan kadar pH tanah 6,125 dimana

masih dikategorikan termasuk pH masam. Hal ini membuktikan bahwa dengan pemberian *carrier* kompos pada sampel cukup efektif untuk meningkatkan kadar pH khusus nya pada tanah timah.



Gambar 4. 6 Grafik Rerata pH H2O dan KCl pada Sampel Tanah

4.4 Hasil Analisis Nutrisi

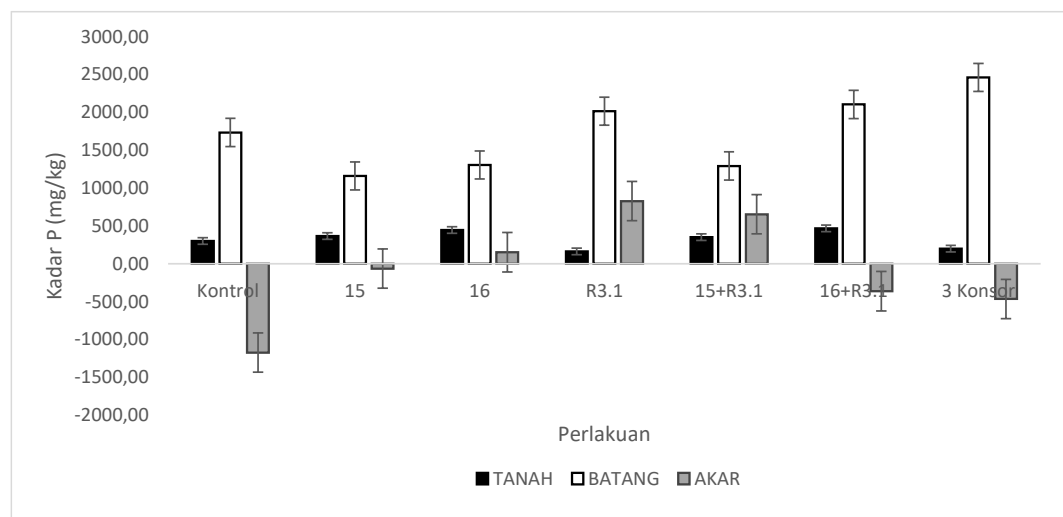
Dalam tanaman unsur hara kalium dan fosfor saling bergantung dimana kalium berperan sebagai media transportasi hara dari akar termasuk unsur fosfor ke daun dan serta mentransfer asimilat dari daun ke seluruh jaringan tanaman (E.Kaya., 2012). Fosfor terutama berperan dalam proses energi, pembelahan sel, dan pengembangan akar, serta kalium sangat penting dalam pengendalian status air tanaman, aktivitas enzim dan ketahanan terhadap stress. Pada analisis nutrisi ini meliputi pengukuran uji konsentrasi fosfor dan kalium pada tanah, akar serta batang.

4.4.1 Fosfor (P-Total) Pada Jaringan Tanah dan Tanaman

Fosfor merupakan unsur hara makro yang paling penting setelah nitrogen untuk proses metabolisme tanaman dan di dalam tanah fosfor tersedia dalam bentuk organik dan anorganik (Maharajan et al., 2018).

Meskipun melimpah di tanah, dalam bentuk organik maupun anorganik, ketersediaan fosfor terbatas karena sebagian besar terjadi dalam bentuk yang tidak larut, serta 0,2 % hingga 0,8% berat kering tanaman dipengaruhi oleh fosfor (Sharma et al., 2013). Dalam buku *Soil Fertility and Fertilizers* (Havlin et al., 2017) menjelaskan bahwa fosfor berperan penting dalam penyimpanan dan transfer energi sebagai ADP dan ATP. ATP diperlukan untuk berbagai proses metabolisme, seperti fotosintesis, respirasi, dan sintensi biomolekul lainnya. Tanpa fosfor yang cukup, tanaman tidak dapat menyimpan atau memindahkan energi secara efisien, yang bisa menghambat pertumbuhan dan perkembangan. Serta fosfor dalam tanah sulit diserap langsung oleh tanaman karena, bentuk fosfor dalam tanah yang ditemukan umumnya yang tidak terlarut. Adapun ketersediaan fosfor dalam tanah dipengaruhi oleh pH tanah, bahan organik, dan aktivitas mikroba tanah. Pada pH tanah yang rendah atau sangat tinggi, fosfor dapat mengikat dengan unsur lain seperti alumunium (Al) dan besi (Fe) menjadikan senyawa yang tidak larut, sehingga yang terjadi total fosfor dalam tanah tinggi tetapi ketersediaannya rendah untuk tanaman. Adapun total fosfor pada permukaan tanah berkisar dari 0,005 – 0,15%.

Berikut grafik hasil uji kadar P total pada tanah kompos dan jaringan tanaman *eucalyptus sp* :



Gambar 4. 7 Grafik Konsentrasi P Total Pada Sampel Tanah dan Jaringan Tanaman *Eucalyptus sp.*

Berdasarkan hasil pengujian Gambar 4.7, untuk konsentrasi P total dalam tanah didapatkan hasil yang bervariasi jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Dimana untuk perlakuan kontrol didapatkan hasil 301,49 mg/kg. Kemudian untuk perlakuan 1 mikroba yaitu pada perlakuan 15 didapatkan hasil 367,58 mg/kg, perlakuan 16 didapatkan hasil 446,88 mg/kg dan perlakuan R31 didapatkan hasil 164,91 mg/kg. Adapun untuk perlakuan 2 konsorsium yaitu pada perlakuan 15+R31 didapatkan hasil 352,16 mg/kg dan perlakuan 16+R31 didapatkan hasil 468,91 mg/kg. Serta untuk perlakuan 3 konsorsium didapatkan hasil sebesar 202,36 mg/kg. Dari hasil berikut jika dibandingkan dengan kontrol, pada perlakuan 15, 16, 15+R31 dan 16+R31 memiliki nilai kadar P total lebih tinggi. Khususnya pada perlakuan 16+R31 yang memiliki hasil tertinggi, yang berarti mampu menaikkan kadar fosfor pada tanah. Tetapi pada perlakuan R31 memiliki hasil kadar P total paling kecil dibandingkan dengan kontrol maupun semua perlakuan.

Kemudian untuk hasil pengujian konsentrasi P total pada batang tanaman pada Gambar 4.7 hasil yang didapat juga bervariasi, jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pada perlakuan kontrol didapatkan hasil 1.735,52 mg/kg. Kemudian pada perlakuan 1 mikroba yaitu perlakuan 15 didapatkan hasil 1.161,98 mg/kg, perlakuan 16 didapatkan hasil 1.306,93 mg/kg dan perlakuan R31 didapatkan hasil 2.017,56 mg/kg. Untuk perlakuan 2 konsorsium yaitu pada perlakuan 15+R31 didapatkan hasil 1.293,81 mg/kg dan perlakuan 16+R31 didapatkan hasil 2.106,12 mg/kg. Serta untuk perlakuan 3 konsorsium didapatkan hasil 2.463,10 mg/kg. Jika dibandingkan dengan kontrol pada perlakuan 3 konsorsium merupakan hasil paling tinggi. Sedangkan pada perlakuan 15, 16 dan 15+R31 hasil yang didapat lebih kecil jika dibandingkan dengan kontrol.

Sedangkan untuk hasil pengujian konsentrasi P total pada akar tanaman Gambar 4.7, untuk kontrol dan perlakuan 15, 16 +R31, 3

konsorsium hasil yang diperoleh yaitu minus. Lalu pada perlakuan 16 hasil kadar konsentrasi P total yang didapatkan yaitu 153,79 mg/kg. Serta pada perlakuan R31 kadar konsentrasi P total pada akar yaitu 828,87 mg/kg yang merupakan hasil tertinggi dari semua perlakuan. Adapun pada perlakuan 15+R3 hasil kadar konsentrasi P total yang didapat yaitu 655,15 mg/kg.

4.4.2 Kalium (*Potassium*) Pada Jaringan Tanaman

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro esensial bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman setelah nitrogen (N) dan fosfor (P), sehingga kalium berperan penting dalam merangsang beberapa proses metabolisme seperti, fotosintesis, sintesis protein dan pati, aktivitas enzim dan memberikan ketahanan tanaman terhadap patogen (Babar et al., 2024). Kalium tidak hanya berperan sebagai nutrisi esensial tetapi juga sebagai modulator fisiologis dan biokimia utama dalam membentuk tanaman bertahan dari kekeringan melalui regulasi air, anti oksidan dan keseimbangan metabolik. Stress kekeringan pada tanaman menjadi faktor utama yang merusak pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga kekurangan kalium menyebabkan tanaman sangat rentan terhadap penyakit dan serangan serangga (Bhardwaj et al., 2025). Tanaman yang kekurangan kalium akan menunjukkan warna menguning dan kecoklatan pada tepi daun serta menjadi keriting dan membentuk bercak nekrotik (J. et al., 2025).

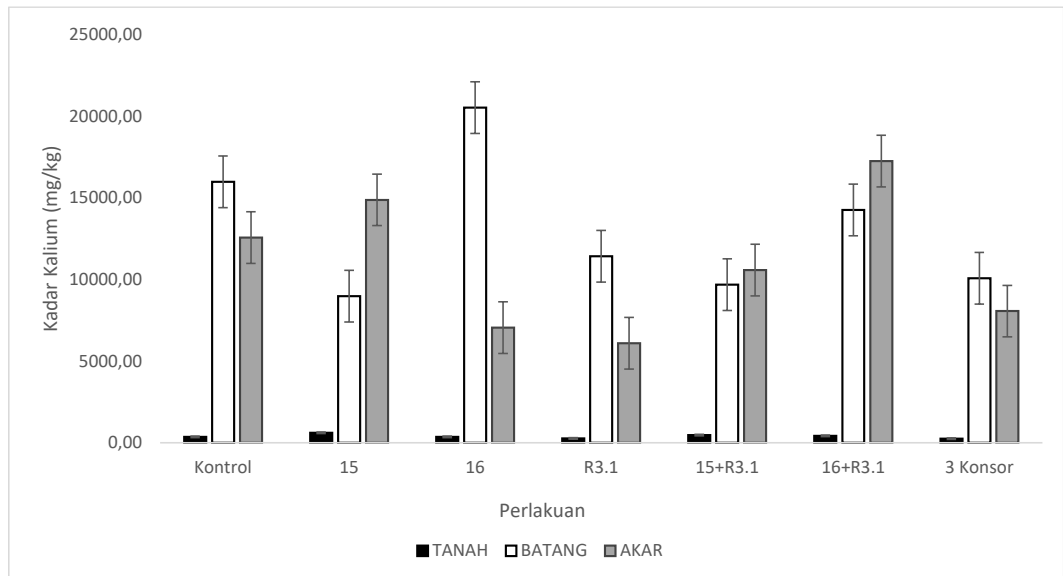
Berdasarkan grafik pada Gambar 4.8 yang menampilkan hasil uji konsentrasi kalium pada sampel tanah bahwa didapat hasil yang bervariasi. Untuk hasil uji kadar kalium pada kontrol yaitu 351,11 mg/kg, jika dibandingkan antara kontrol dengan perlakuan R31 dan 3 konsorsium, hasil yang didapat lebih unggul pada kontrol. Pada perlakuan R31 hasil uji kadar kalium yaitu 257,91 mg/kg dan pada perlakuan 3 konsorsium hasil uji kadar kalium yaitu 239,42 mg/kg. Serta pada perlakuan 15 merupakan hasil uji kadar kalium tertinggi dengan hasil 610,10 mg/kg. Kemudian hasil uji kadar kalium untuk perlakuan 16 yaitu 359,95 mg/kg. Selanjutnya untuk kadar kalium pada perlakuan 15+R31 didapatkan hasil yaitu 458,82 mg/kg. Serta

pada perlakuan 16+R31 hasil uji kadar kalium yang didapat yaitu 417,39 mg/kg.

Kemudian pada Gambar 4.8 juga menampilkan hasil konsentrasi kalium pada sampel jaringan batang. Untuk perlakuan 16 merupakan hasil uji kadar kalium tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lain dan kontrol, dengan hasil yaitu 20534,45 mg/kg. Sedangkan untuk kontrol hasil uji kadar konsentrasi kalium yang didapatkan yaitu 15990,10 mg/kg. Namun untuk perlakuan 15, R31, 15+R31, 16+R31 dan 3 konsorsium jika dibandingkan dengan hasil uji kontrol hasil yang didapat lebih unggul kontrol. Hasil uji konsentrasi kalium terkecil pertama yaitu pada perlakuan 15 dengan hasil 8978,02 mg/kg. Urutan kedua yaitu perlakuan 15+R31 dengan hasil uji konsentrasi kaliumnya 9689,80 mg/kg. Lalu urutan ketiga yaitu perlakuan 3 konsorsium dengan hasil uji konsentrasi kalium 10079,64 mg/kg dan yang terakhir perlakuan R31 dengan hasil uji konsentrasi kalium 1425,89 mg/kg.

Dari hasil pengujian grafik Gambar 4.8 untuk kadar konsentrasi kalium pada akar hasil tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lain dan kontrol yaitu pada perlakuan 16+R31 dengan hasil yang didapat 17252,85 mg/kg. Lalu hasil uji tertinggi kedua yaitu perlakuan 15 dengan hasil uji konsentrasi kalium yang didapat 14882,59 mg/kg. Sedangkan untuk kontrol hasil uji konsentrasi kalium yang didapat yaitu 12571,05 mg/kg. Akan tetapi terdapat beberapa perlakuan yang hasil uji konsentrasi kalium yang didapat lebih kecil jika dibandingkan dengan kontrol yaitu, perlakuan 16, R31, 15+R31 dan 3 konsorsium. Urutan terkecil pertama yaitu pada perlakuan R31 dengan hasil uji konsentrasi kalium yang didapat 6088,42 mg/kg. Kemudian urutan ke dua yaitu perlakuan 16 dengan hasil uji konsentrasi kalium yang didapat yaitu 7050,53 mg/kg. Lalu urutan ke tiga yaitu pada perlakuan 3 konsorsium dengan hasil uji konsentrasi kalium yang didapat yaitu 8063,64 mg/kg dan urutan terakhir yaitu perlakuan 15+R31 dengan hasil uji konsentrasi kalium yang didapat 10584,06 mg/kg.

Berikut grafik hasil uji kadar kalium dengan *carrier* kompos pada tanah dan jaringan akar serta batang tanaman *eucalyptu sp.* :



Gambar 4. 8 Grafik Konsentrasi Kalium Pada Sampel Tanah dan Jaringan Tanam *Eucalyptus sp.*

4.5 Hasil Analisis Logam Berat

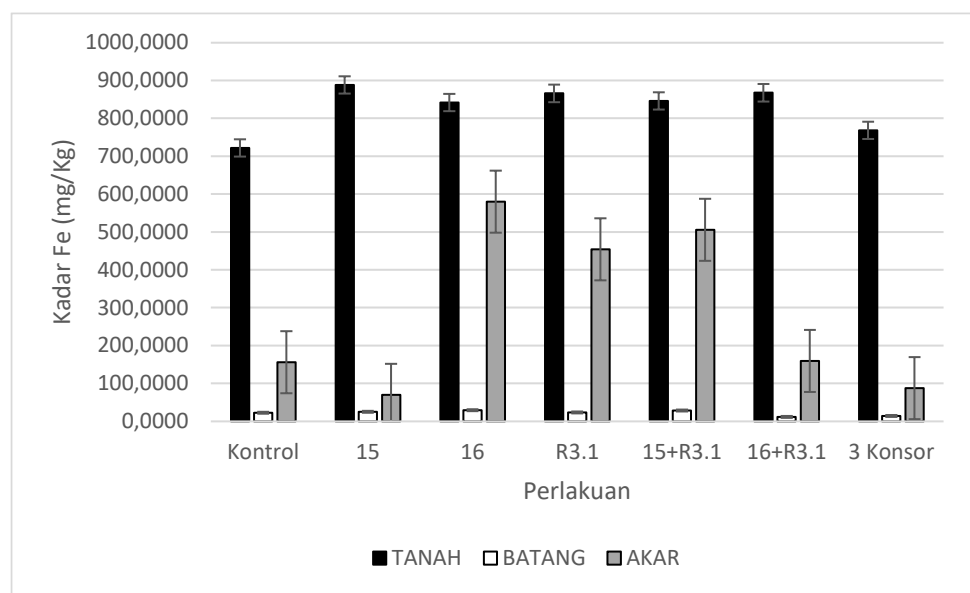
Berdasarkan hasil pengujian diperoleh data tentang kandungan logam berat Fe dan Zn yang terdapat pada jaringan tanah dan jaringan tanaman akar dan batang tanaman *Eucalyptus sp.* Kandungan logam Fe dan Zn diperoleh dengan analisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS). Hasil analisis ini akan memberikan gambaran bagaimana *carrier* kompos sebagai media mikroba menggunakan media tanaman *eucalyptus sp.* dapat mereduksi logam berat Fe dan Zn.

4.5.1 Hasil Pengujian Pada Logam Fe

Berdasarkan hasil pengujian pada gambar 4.9 kadar logam Fe pada sampel tanah tergolong dalam kategori tinggi dimana batas maksimum toksisitas Fe pada tanah yaitu 100 hingga 500 mg/kg. Jika dibandingkan

dengan perlakuan lain, pada kontrol hasil kadar logam didapat paling rendah yaitu kontrol dengan hasil 721,459 mg/kg.

Kemudian untuk hasil analisis logam Fe pada jaringan batang seperti gambar 4.9 didapatkan kandungan Fe tertinggi yaitu pada perlakuan 16 dengan hasil 29,077 mg/kg dan hasil terendah yaitu pada perlakuan 16+R31 dengan hasil 11,304 mg/kg. Serta pada jaringan akar kandungan logam fe tertinggi yaitu pada perlakuan 16 dengan hasil 580,242 mg/kg dan hasil terendah yaitu pada perlakuan 15 dengan hasil 69,413 mg/kg.

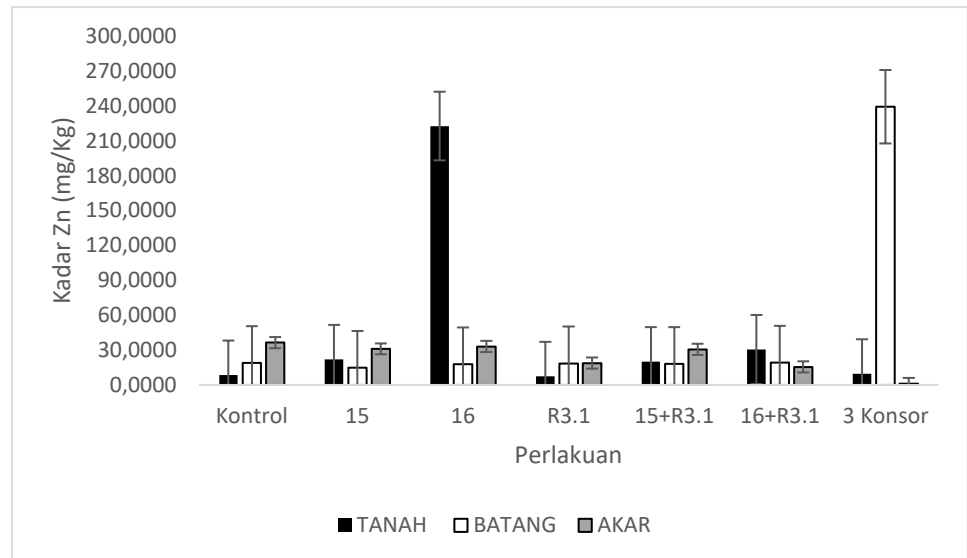


Gambar 4.9 Grafik Konsentrasi Kadar Logam Fe Pada Sampel Tanah dan Jaringan Tanaman *Eucalyptus sp.*

4.5.2 Hasil Pengujian Pada Logam Zn

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 4.10 kadar logam Zn pada sampel tanah didapatkan hasil paling tinggi yaitu pada perlakuan 16 dengan hasil 222,827 mg/kg dan hasil paling rendah yaitu pada perlakuan R31 dengan hasil 7,272 mg/kg. Adapun kandungan logam Zn pada jaringan batang tertinggi yaitu pada perlakuan 3 konsorsium dengan hasil 239,405 mg/kg dan hasil terendah pada perlakuan 15 dengan hasil 14,788 mg/kg. Serta pada Jaringan akar diperoleh hasil tertinggi pada perlakuan kontrol

dengan hasil 36,354 mg/kg dan hasil terendah pada perlakuan 3 konsorsium dengan hasil 1,055 mg/kg.



Gambar 4.10 Grafik Konsentrasi Kadar Logam Zn Pada Sampel Tanah dan Jaringan Tanaman *Eucalyptus sp.*

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis dan pembahasan hasil dari penelitian ini didapatkan kesimpulan yaitu :

1. Penggunaan *carrier* kompos sebagai media mikroba mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter dan jumlah daun tanaman eucalyptus.
2. Penggunaan *carrier* kompos sebagai media mikroba mampu menaikkan pH tanah
3. Penggunaan *carrier* kompos sebagai media mikroba efektif dalam meningkatkan ketersediaan kalium mencapai 20.534,45 mg/kg terkhusus pada perlakuan 16 jika dibandingkan dengan tanpa perlakuan.
4. Penggunaan *carrier* kompos sebagai media mikroba terbukti mampu meningkatkan serapan fosfor pada tanaman dan mendukung produktivitas tanah terutama pada perlakuan R31 menunjukkan efektivitas tertinggi.
5. Penggunaan *carrier* kompos sebagai media mikroba mampu memberikan pengaruh dalam mereduksi logam Zn

Daftar Pustaka

- Abiri, R., Atabaki, N., Abdul-Hamid, H., Sanusi, R., Shukor, N. A. A., Shahrudin, N. A., Ahmad, S. A., & Malik, S. (2020). The Prospect Of Physiological Events Associated With The Micropropagation Of Eucalyptus Sp. *Forests*, 11(11), 1–29. <https://doi.org/10.3390/F11111211>
- Ahemad, M., & Kibret, M. (2014). Mechanisms And Applications Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Current Perspective. *Journal Of King Saud University - Science*, 26(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/J.Jksus.2013.05.001>
- Asmarhansyah. (2017). *Inovasi Teknologi Untuk Peningkatan Produktivitas Lahan Bekas Tambang Timah Innovation Technology For Enhancing Land Productivity Of Abandoned Tin-Mining Lands*. Sainsbury 1959, 91–106.
- Azizah, N., Sari, E., Annis Hidayati, N., Biologi Universitas Bangka Belitung Universitas Bangka Belitung, J., Balunijuk Kecamatan Merawang, D., Bangka, K., Bangka Belitung, P., Pengkajian Teknologi Pertanian Bangka Belitung Jl Mentok Km, B., Pinang, P., & Bangka Belitung, K. (N.D.). *Mikoremediasi Lahan Bekas Tambang Timah Tercemar Logam Pb Dengan Fungi Pelarut Kalium Sebagai Biofertilizer Potensial Mycoremediation Of Pb-Contaminated Ex-Tin Mining Land By Potassium Solubilizing Fungi As A Potential Biofertilizer*. 229–242.
- Azurianti, A., Wulansari, R., Athallah, F. N. F., & Prijono, S. (2022). The Relation Study Of Soil Nutrient To Productivity Of Productive Tea Plants In Pagar Alam Tea Plantation, South Sumatra. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(1), 153–161. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jtsl.2022.009.1.17>
- Babar, S., Baloch, A., Qasim, M., Wang, J., Wang, X., Li, Y., Khalid, S., & Jiang, C. (2024). Unearthing The Soil-Bacteria Nexus To Enhance Potassium Bioavailability For Global Sustainable Agriculture: A Mechanistic Preview. *Microbiological Research*, 288(April), 127885.

<https://doi.org/10.1016/J.Micres.2024.127885>

- Bagus, I., Darmayasa, G., Made, I. G., Nurjaya, O., & Kawuri, R. (2014). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat Potensial Pada Tanah Konvensional Dan Tanah Organik. *Simbiosis*, 2(1), 173–183.
- Bhardwaj, S., Kapoor, B., Kapoor, D., Thakur, U., Dolma, Y., & Raza, A. (2025). Manifold Roles Of Potassium In Mediating Drought Tolerance In Plants And Its Underlying Mechanisms. *Plant Science*, 351(November 2024), 112337. <https://doi.org/10.1016/J.Plantsci.2024.112337>
- Fani Patading, G., & Song Ai, N. (2021). Efektivitas Penyiraman Pgpr (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Terhadap Tinggi, Lebar Daun Dan Jumlah Daun Bawang Merah (*Allium Cepa L.*). *Biofaal Journal*, 2(1), 35–41. <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/biofaal/article/view/3596>
- Hamid, I., Jaya Priatna, S., Agus Hermawan, Dan, Kunci, K., Tambang Timah, R., Fisika Tanah, S., & Kimia Tanah, S. (2017). Karakteristik Beberapa Sifat Fisika Dan Kimia Tanah Pada Lahan Bekas Tambang Timah. *Jurnal Penelitian Sains*, 19, 23–31.
- Harahap, F. (2016). Fitri Ramdhani Harahap. *Jurnal Society*, Volume Vi, Nomor I, Vi, 61–69.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). Peranan Pupuk Organik Dalam Peningkatan Produktivitas Tanah Dan Tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 107–120.
- Hindersah, R., & Matheus, J. (2015). *Agrologia Tailing Timah Di Pulau Bangka*. 4(1).
- J., A., K., M., V., S. K., & K., V. (2025). Investigation Of Nitrogen/Potassium Deficiency In *Alternanthera Sessilis* Plant Using Deep Learning Model Combined With Cf-Libs Approach. *Optik*, 321(December 2024), 172183. <https://doi.org/10.1016/J.Ijleo.2024.172183>

- Jayantie, G., Yunus, A., Pujiasmanto, B., & Widiyastuti, Y. (2017). Pertumbuhan Dan Kandungan Asam Oleanolat Rumput Mutiara (*Hedyotis corymbosa*) Pada Berbagai Dosis Pupuk Kandang Sapi Dan Pupuk Organik Cair. *Agrotechnology Research Journal*, 1(2), 13–18. <https://doi.org/10.20961/Agrotechresj.V1i2.18880>
- Jirmanová, J., Fuksa, P., Hakl, J., Brant, V., & Šantrůček, J. (2016). Effect Of Different Plant Arrangements On Maize Morphology And Forage Quality. *Agriculture (Pol'nohospodarstvo)*, 62(2), 62–71. <https://doi.org/10.1515/Agri-2016-0007>
- K.S.S., N., & Ed. (2000). Insect Pests And Diseases In Indonesian Forest: An Assessment Of The Major Threats, Research Efforts And Literature. In *Insect Pests And Diseases In Indonesian Forest: An Assessment Of The Major Threats, Research Efforts And Literature*. <https://doi.org/10.17528/Cifor/000700>
- Kacang, H., Arachis, T., Pada, L., Kambisol, T., Pupuk, P., Dan, K., Terhadap, F., Zea, J., Varietas, L., Spodoptera, H., & Kubis, T. (2012). Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman. *Ilmu Budidaya Tanaman*, 1(2), 91–169.
- Karamoy, T. L., Kumolontang, W. J. N., & Rondonuwu, J. (2015). Pemberian Kompos Pada Tanah Bekas Tambang Dengan Indikator Tanaman Sawi (*Brassica chinensis* L.). *Eugenia*, 21(2), 88–93. <https://doi.org/10.35791/Eug.21.2.2015.9711>
- Liu, X., Zhang, Y., & Chen, J. (2019). Effect Of Bioaugmentation On Soil Biological Activity And Heavy Metal Reduction In Mine Tailings. *Journal Of Environmental Management*, 234, 215–222.
- Maharajan, T., Ceasar, S. A., Ajeesh Krishna, T. P., Ramakrishnan, M., Duraipandiyar, V., Naif Abdulla, A. D., & Ignacimuthu, S. (2018). Utilization Of Molecular Markers For Improving The Phosphorus Efficiency In Crop Plants. *Plant Breeding*, 137(1), 10–26. <https://doi.org/10.1111/Pbr.12537>

- Ningrum, W. A., Wicaksono, K. P., & Tyasmoro, S. Y. (2017). Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Pgpr) Dan Pupuk Kandang Kelinci Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Manis (Zea Mays Saccharata) The Effect Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Pgpr) And Rabbit Compost On Growth And Pr. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3), 433–440.
- Novalia, Nurtjahya, E., Santi, R., & Sari, E. (2022). Karakter Bakteri Azotobacter Dan Azospirillum Dari Rizosfer Tanaman Lada Di Lahan Bekas Tambang Timah (Characters Of Azotobacter And Azospirillum Bacteria From Pepper Rhizosphere In Extin-Mined Soil). *Jurnal Bios Logos*, 12(1), 46–54. <https://doi.org/10.35799/Jbl.V12i1.34690>
- Nursanti, I. (2008). Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap Ketersediaan Fosfat Dan Pertumbuhan Tanaman. *J. Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 8(2), 44–49.
- Permentan. (2011). Pupuk Organik, Pupuk Hayati Dan Pembenah Tanah. *Journal Of Chemical Information And Modeling*, 70(140), 1–109.
- Pertumbuhan, R., Jagung, V., Tailing, D. I., & Timah, T. (2015). *Hindersah, R Dan J. Matheus, 2015. Respons Pertumbuhan Vegetatif Jagung ... Respons Pertumbuhan Vegetatif Jagung Di Tailing Tambang Timah Terkontaminasi Kadmium Setelah Inokulasi Bakteri Indigenus.*
- Pratama, M. R., Wita, H., Handayani, F., Kurniawan, R., Saputra, J., Nada, K., Muchlisinalahuddin, M., Yermadona, H., & Earnestly, F. (2022). Rege (Recycle Vegetable Waste): Pemberdayaan Limbah Sayur Menjadi Pupuk Organik Padat Dan Cair Ramah Lingkungan Di Pasar Koto Baru. *Pengabdianmu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1), 17–24. <https://doi.org/10.33084/Pengabdianmu.V7i1.2246>
- Pratiwi, P., Santoso, E., & Turjaman, M. (2012). Penentuan Dosis Bahan Pembenah (Ameliorant) Untuk Perbaikan Tanah Dari Tailing Pasir Kuarsa Sebagai Media Tumbuh Tanaman Hutan. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi*

Alam, 9(2), 163–174. <https://doi.org/10.20886/jphka.2012.9.2.163-174>

Rahmat, F. I., Nurkhamim, & Risal Gunawan. (2022). Overview Pemilihan Jenis Tanaman Revegetasi Untuk Perencanaan Reklamasi Lahan Bekas Tambang Berdasarkan Riwayat Penggunaan Lahan. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Dan Informasi*, 2022(November), 306–311.

Revansyah, M. A., Men, L. K., Setianto, S., F, F., Safriani, L., & Aprilia, A. (2023). Analisis Tds, Ph, Dan Cod Untuk Mengetahui Kualitas Air Di Desa Cilayung. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 12(02), 43. <https://doi.org/10.24198/jme.V12i02.41305>

Roni, N. G. K., Witariadi, N. M., Candraasih K., N. N., & Siti, N. W. (2013). Pemanfaatan Bakteri Pelarut Fosfat Untuk Meningkatkan Produktivitas Kudzu Tropika (*Pueraria Phaseoloides Benth.*). *Pastura: Journal Of Tropical Forage Science*, 3(1), 13–16.

Rusli, R., Ferry, Y., Hafif, B., & Wardiana, E. (2016). Keefektifan Pembenah Tanah, Pemupukan, Dan Mikoriza Untuk Pertumbuhan Tanaman Karet Di Lahan Bekas Tambang Timah. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 3(3), 175. <https://doi.org/10.21082/jtidp.V3n3.2016.P175-184>

Sariwahyuni. (2012). Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang Pt. Incosorowako Dengan Bahan Organik, Bakteri pelarut Fosfat Dan Bakteri Pereduksi Nikel (Rehabilitation Of Minewastelandpt. Inco Sorowako With Organic Matter, Bacteria Solubilizing Ofphosphateandbacteria Reducing Of Nickel. *Jurnal Riset Industri*, 7(2), 149–155.

Setiawati, M. R., Suryatmana, P., & Chusnul, A. (2017). Karakteristik Azolla Pinnata Sebagai Pengganti Bahan Pembawa Pupuk Hayati Padat Bakteri Penambat N₂ Dan Bakteri Pelarut P. *Soilrens*, 15(1), 46–52. <https://doi.org/10.24198/soilrens.V15i1.13346>

Singh, M., Jayant, K., Bhutani, S., Mehra, A., Kaur, T., Kour, D., Suyal, D. C., Singh, S., Rai, A. K., & Yadav, A. N. (2022). Bioremediation-A Sustainable

Tool For Diverse Contaminants Management: Current Scenario And Future Aspects. *Journal Of Applied Biology And Biotechnology*, 10(August), 48–63. <https://doi.org/10.7324/jabb.2022.10s205>

Sitorus, S. R., Kusumastuti, E., & Badri, L. (2008). Karakteristik Dan Teknik Rehabilitasi Lahan Pasca Penambangan Timah Di Pulau Bangka Dan Singkep Lingkungan Lahan Pasca Penambangan Dengan Penambangan Timah Di Sungai Liat Kabupaten Bangka Induk Provinsi Bangka Belitung Dan Tailing Dari Bukit Setajam , Kec. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 27, 57–74.

State, P., Dd, B., Ra, W., Me, K., Go, E., Au, I., & Eb, D. (N.D.). *Journal Of Environmental Analytical Physicochemical Characterization And Assessment Of Ecological Risk Of Heavy Metals In Tin Mine Tailings In Riyom Local Government Area Of*. 6(3).

Suhastyo, A. A., & Raditya, F. T. (2019). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Sawi Pagoda (Brassica Narinosa) Terhadap Pemberian Mol Daun Kelor. *Agrotechnology Research Journal*, 3(1), 56–60. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.V3i1.29064>

Sukarman, Gani, R. A., & Asmarhansyah. (2020). Tin Mining Process And Its Effects On Soils In Bangka Belitung Islands Province, Indonesia. *Sains Tanah*, 17(2), 180–189. <https://doi.org/10.20961/stjssa.V17i2.37606>

Sukarman, N., & Gani, R. A. (2020). Lahan Bekas Tambang Timah Di Pulau Bangka Dan Belitung, Indonesia Dan Kesesuaiannya Untuk Komoditas Pertanian (Ex-Mining Land In Bangka And Belitung Islands, Indonesia And Their Suitability For Agricultural Commodities). *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 41(2), 101. <https://doi.org/10.21082/jti.V41n2.2017.101-114>

Sumpethanaya, D. B., Yuliani, & Lisdiana, L. (2017). Potensi Konsorsium Tiga Dan Empat Isolat Bakteri Endofit Dari Akar Tanaman Ubi Jalar Varietas Papua Patippi Dalam Memproduksi Iaa. *Lentera Bio*, 6(2), 32–37.

Wahyudiono, S., Falah, M. D., Suwadji, S., Sari, K., & Aeng, N. (2023). *Evaluasi*

Pertumbuhan Tanaman Eukaliptus (Eucalyptus Sp) Pada Variasi Umur Dan Unit Pengelolaan Tanah Yang Berbeda. 12(02), 55–62.

Wang, A., Li, D., Huang, B., & Lu, Y. (2019). A Brief Study On Using $\text{pH} \pm \text{H}^2/\text{O} \pm \text{To Predict} \text{pH} \pm \text{Kcl} \pm \text{For Acid Soils}$. *Agricultural Sciences*, 10(02), 142–149. <https://doi.org/10.4236/as.2019.102012>

Widawati, S., & Suliasih, S. (1970). Augmentation Of Potential Phosphate Solubilizing Bacteria (Psb) Stimulate Growth Of Green Mustard (Brasica Caventis Oed.) In Marginal Soil. *Biodiversitas Journal Of Biological Diversity*, 7(1), 10–14. <https://doi.org/10.13057/biodiv/D070104>

Worotitjan, F. D., Pakasi, S. E., & Kumulontang, W. J. N. (2022). Teknologi Pengomposan Berbahan Baku Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Danau Tondano. *Jurnal Agroteknologi Terapan*, 3, 1–7.

Yanti, I., & Kusuma, Y. R. (2022). Pengaruh Kadar Air Dalam Tanah Terhadap Kadar C-Organik Dan Keasaman (Ph) Tanah. *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 6(2), 92–97. <https://doi.org/10.20885/ijcr.Vol6.Iss2.Art5>

Zuhri Multazam. (2023). Kajian Nilai Ph Tanah Pada Berbagai Toposekuen Dan Kelas Lereng Yang Berbeda Pada Lahan Perkebunan Karet Rakyat Di Kecamatan Pelepat Ilir, Kabupaten Bungo, Jambi. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 2(2), 105–114. <https://doi.org/10.55606/jurrit.V2i2.2710>

LAMPIRAN



Media tanaman tanah timah



Tanaman *eucalyptus* sp. setelah dipindahkan ke media tanam tanah timah



Penyiraman



Pengukuran tinggi tanaman tiap 2 minggu sekali



Pengukuran diameter tanaman
tiap 2 minggu sekali



Inokulum mikroba



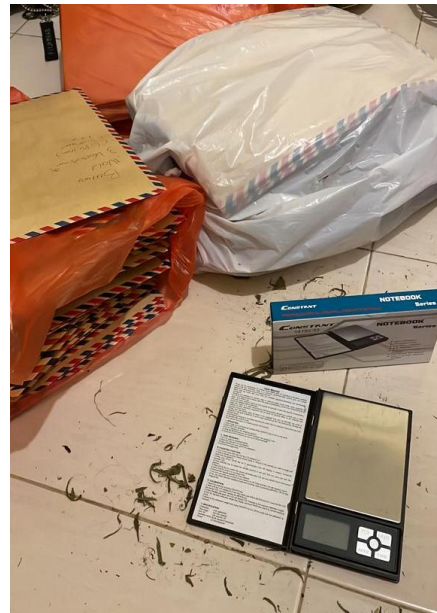
Inokulasi mikroba ke media
kompos



Proses pemanenan memisahkan jaringan tanaman
dengan jaringan tanah



Penimbangan berat basah



Penimbangan berat kering



Uji K dan logam Fe Zn

	Foto Perlakuan (Kontrol, Nb,15, 16, R31, 15+R31, 16+R31, 3Konsorsium)
	Foto Perlakuan (Kontrol, 15 Nb, 15)
	Foto Perlakuan (Kontrol, 16 Nb, 16)

	Foto Perlakuan (Kontrol, R31 Nb, R31)
	Foto Perlakuan (Kontrol, 15+R31 Nb, 15+R31)
	Foto Perlakuan (Kontrol, 16+R31 Nb, 16+R31)

	Foto Perlakuan (Kontrol, 3Konsorsium Nb, 3Konsorsium)
	Foto Perlakuan Berat Basah (Kontrol, 15, 16, R31, 15+R31, 16+R31, 3Konsorsium)

