

**TUGAS AKHIR**

**POTENSI PENGGUNAAN PEMBENAH TANAH DAN  
MIKROORGANISME UNTUK STABILISASI TANAH BEKAS  
TAMBANG EMAS (STUDI KASUS: TAMBANG EMAS DESA  
KALIREJO, KULONPROGO, DAERAH ISTIMEWA  
YOGYAKARTA)**

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



**MUHAMAD ALFANDI INDRA**

**18513095**

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

## TUGAS AKHIR

# POTENSI PENGGUNAAN PEMBENAH TANAH DAN MIKROORGANISME UNTUK STABILISASI TANAH BEKAS TAMBANG EMAS (STUDI KASUS: TAMBANG EMAS DESA KALIREJO, KULONPROGO, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)

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



**MUHAMAD ALFANDI INDRA**  
**18513095**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

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

**NIK. 185130401**

Tanggal: 23 Desember 2022

**Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.**

**NIK. 165131305**

Tanggal: 26 Desember 2022

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



**Dr.Eng. Awaluddin Nurmianto, S.T., M.Eng.**

**NIK. 095130403**

Tanggal: 23/12/2022

**HALAMAN PENGESAHAN**

**POTENSI PENGGUNAAN PEMBENAH TANAH DAN  
MIKROORGANISME UNTUK STABILISASI TANAH  
BEKAS TAMBANG EMAS (STUDI KASUS:  
TAMBANG EMAS DESA KALIREJO,  
KULONPROGO, DAERAH ISTIMEWA  
YOGYAKARTA)**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Rabu  
Tanggal: 21 Desember 2022

Disusun Oleh:

MUHAMAD ALFANDI INDRA  
18513095

Tim Penguji :

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

(  )

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.

(  )  
26 Desember 2022

Dr. Ir. Kasam, 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 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, tanggal submit TA

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a 5000 Rupiah banknote. The banknote is yellow and features the Garuda Pancasila emblem. The signature is written in a cursive style across the center of the note.

**Muhamad Alfandi Indra**

NIM: 18513095

## PRAKATA

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. Atas segala nikmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang dilaksanakan sejak Desember 2021 ini dengan judul **“Potensi Penggunaan Pembenh Tanah Dan Mikroorganisme Untuk Stabilisasi Tanah Bekas Tambang Emas (Studi Kasus : Tambang Emas Desa Kalirejo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta)”**.

Selanjutnya penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang membantu kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir baik berupa dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat kepada penulis. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat, karunia dan hadiah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi TeknikLingkungan Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. dan Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. Selaku pembimbing yang telah memberikan waktu, bimbingan serta saran yang bermanfaat sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
4. Seluruh dosen di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu yang banyak kepada penulis.
5. Ayah Indra Mahkota, Ibu Marni , Kakak Ayu Indra Mashita, Abang M. Fadli Indra, Adik Gani Kurniawan, serta Keluarga Besar atas segala doa, dukungan moril dan material serta kasih sayangnya.
6. Hani selaku partner yang telah memberikan dukungan penuh serta semangat terhadap penulis.
7. Uci Multhaza, reynaldi, luthfi selaku teman kelompok dalam tugas akhir tambang emas.

8. Keluarga besar WD, Gondes TL, KBW, serta teman teman yang belum disebutkan terimakasih selalu menemani dan selalu support dalam menulis laporan Tugas Akhir penulis.
9. Adrian Oka Pramana, M. Arif Rahman Gus Riwa, Bagus Rusdiyant Pinto, Adhiel Prasetya, Reyhan Alfaiz, Atthariq Alwin terimakasih telah selalu menemani dan memberikan support kepada penulis.
10. Staff laboran dari Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII.
11. Teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2018 yang telah memberikan banyak kenangan di masa perkuliahan penulis.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu selama penelitian dan pengumpulan data dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan baik secara penulisan maupun materi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan laporan tugas akhir ini. Besar harapan penulis, laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

***Wasalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Yogyakarta,

*Muhamad Alfandi Indra*



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ***ABSTRACT***

MUHAMAD ALFANDI INDRA, Potential Use of Soil Improvements and Microorganisms to Stabilize Ex-Gold Mine Soil (Case Study: Kalirejo Village Gold Mine, Kulon Progo, Yogyakarta Special Region). Supervised by Dewi Wulandari., S.Hut.,M.Agr.,Ph.D and Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.

*The people's mining area (WPR) is an area that has been endorsed by governments as a mining area run by communities that are useful to local prosperity. The gold mine of Kulonprogo is still processing gold using the amalgamation technique. In the process it still uses heavy metal. Heavy metals are classified as toxic pollutants in the environment. Therefore, the need to stabilize the soil of the former gold mine was needed to increase productivity in the soil and lower concentration of metals. This research was conducted to identify the chemical characteristics of the soil and analyze the impact of soil conditioner and microorganisms in improvement of both heavy metals (Pb, Cd, Hg) and soil nutrition (p and k). The research was conducted by the treatment of mixing soil with cage compost and biochar as soil conditioner and indigenous bacterial as microbes. A test sample with the required parameters of pH, temperature and moisture in the soil. It has a reasonably significant impact that there has been an increase in soil pH and increased humidity, and it could lower concentrations of heavy metal used an atomic absorption spectrophotometer (AAS).*

***Keywords: Soil Conditioner, Microorganism, Heavy metal, Gold mine land.***



## ABSTRAK

MUHAMAD ALFANDI INDRA, Potensi Penggunaan Pembenh Tanah Dan Mikroorganisme Untuk Stabilisasi Tanah Bekas Tambang Emas (Studi Kasus: Tambang Emas Desa Kalirejo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta). Dibimbing oleh Dewi Wulandari., S.Hut.,M.Agr.,Ph.D dan Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.

Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) adalah suatu kawasan yang telah disahkan oleh pemerintah sebagai kawasan pertambangan yang dikelola masyarakat yang berguna untuk kemakmuran masyarakat lokal. Tambang emas di kulonprogo masih melakukan pengolahan emas dengan menggunakan teknik amalgamasi. Pada proses tersebut masih menggunakan logam. logam berat digolongkan dalam polutan beracun bagi lingkungan. Oleh karena itu, diperlukannya stabilisasi tanah pada tanah bekas tambang emas guna untuk meningkatkan produktivitas pada tanah serta menurunkan konsentrasi pada logam. Penelitian kali ini lakukan untuk mengetahui karakterisasi sifat kimia pada tanah uji dan menganalisa dari pengaruh penggunaan pembenh tanah dan mikroorganisme dalam perbaikan kualitas tanah baik itu serapan logam berat (Pb, Cd, Hg) dan nutrisi (P dan K). penelitian ini dilakukan dengan perlakuan berupa pencampuran tanah uji dengan kompos kandang dan biochar sebagai pembenh tanah dan bakteri *indigenus* sebagai mikroba. Dilakukannya pengamatan pada sampel uji dengan parameter yang dibutuhkan yaitu pH, temperatur, dan kelembaban pada tanah. Didapatkan hasil yang cukup signifikan yaitu terjadi peningkatan pada pH tanah dan kelembaban yang meningkat, serta bisa mengecilkan angka konsentrasi pada logam dengan analisis data logam menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

**Kata Kunci : Pembenh tanah, Mikroorganisme, Logam berat, Tanah tambang emas**



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR TABEL.....	3
DAFTAR GAMBAR.....	4
DAFTAR LAMPIRAN.....	5
BAB I PENDAHULUAN.....	6
1.1 Latar Belakang.....	6
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan.....	7
1.4 Manfaat.....	8
1.5 Ruang Lingkup.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Tambang emas.....	9
2.2 Proses amalgamasi pada tambang emas.....	9
2.3 Logam berat tambang emas.....	10
2.3.1 Merkuri (Hg).....	10
2.3.2 Timbal (Pb).....	11
2.3.3 Kadmium (Cd).....	11
2.4 Kompos.....	11
2.5 Biochar.....	12
2.7 Stabilisasi tanah.....	12
2.8 Penelitian terdahulu.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Tahapan penelitian.....	16
3.2 Waktu, dan lokasi penelitian.....	16
3.3 Prosedur penelitian.....	17
3.3.1 Pengambilan sampel tanah.....	17
3.3.2 Alat penelitian.....	18
3.3.3 Isolasi mikroba <i>indigenus</i> .....	18
3.3.4 Stabilisasi tanah bekas tambang emas.....	19
3.3.5 Proses pengamatan.....	20
3.3.6 Analisa logam berat dan peningkatan nutrisi.....	20

3.3.7 Analisa data.....	20
3.3.8 Analisis statistik.....	20
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA .....	21
4.1 Pengaruh bahan pembenah tanah dan mikroorganisme terhadap tanah tambang emas.....	21
4.1.1 pH dan temperatur tanah uji.....	21
4.1.2 Kelembaban tanah uji .....	22
4.2 Pengaruh penggunaan bahan pembenah tanah dan mikroorganisme terhadap tanah tambang emas dalam pertumbuhan tanaman uji.....	24
4.2.1 pH tanaman uji.....	24
4.2.2 Jumlah daun dan tinggi batang .....	25
4.2.3 Biomassa tanaman uji .....	26
4.3 Hasil pengujian pH tanah.....	27
4.4 Pengaruh penggunaan bahan pembenah tanah dan mikroorganisme terhadap reduksi logam pada tanah tambang emas .....	28
4.4.1 Reduksi logam Pb .....	29
4.4.2 Reduksi logam Cd.....	29
4.4.3 Reduksi Logam Hg .....	30
4.5 Pengaruh penggunaan bahan pembenah tanah dan mikroorganisme terhadap peningkatan nutrisi pada tanah tambang emas .....	31
4.5.1 Peningkatan nutrisi P tersedia.....	31
4.5.2 Peningkatan nutrisi Kalium.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	34
5.1 Kesimpulan .....	34
5.2 Saran .....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	13
Tabel 3. 1 Alat Penelitian.....	18
Tabel 3. 2 perlakuan pada tanah uji .....	19



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram alir tahapan penelitian .....	16
Gambar 3. 2 tahapan dalam isolasi mikroba .....	19
Gambar 4. 1 pH dan Temperatur tanah uji .....	22
Gambar 4. 2 Kelembaban tanah uji.....	23
Gambar 4. 3 Rerata pengujian pH tanaman uji.....	24
Gambar 4. 4 Rerata pengujian jumlah daun tanaman uji.....	25
Gambar 4. 5 Rerata pengujian tinggi batang tanaman uji.....	26
Gambar 4. 6 Biomassa tanaman uji .....	26
Gambar 4. 7 pH tanah .....	28
Gambar 4. 8 Kadar logam Pb.....	29
Gambar 4. 9 Kadar logam Cd .....	30
Gambar 4. 10 Kadar logam Hg.....	31
Gambar 4. 11 grafik nutrisi P tersedia .....	32
Gambar 4. 12 grafik nutrisi K.....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengambilan sampel tanah uji tambang emas desa kalirejo.....	36
Lampiran 2 Isolasi mikroba indigenous.....	36
Lampiran 3 Inokulasi mikroba indigenous .....	36
Lampiran 4 Haluzon mikroba indigenous pada cawan petri.....	36
Lampiran 5 Sampel tanah uji yang sudah diberi perlakuan .....	36
Lampiran 6 Pemantauan pH, kelembaban, dan suhu pada tanah uji.....	36
Lampiran 7 Pengukuran berat kering tumbuhan.....	36
Lampiran 8 Penanaman semai pada tanah uji.....	36
Lampiran 9 Destruksi tanah uji sebelum pengujian logam berat.....	36
Lampiran 10 Tanah uji yang didestruksi .....	36



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada dasarnya proses kegiatan pertambangan akan menimbulkan dampak pada perubahan kualitas lingkungan. Perubahan kualitas lingkungan yang berdampak positif perlu dijaga maupun ditingkatkan sedangkan yang berdampak negatif perlu diperkecil hingga sesuai batas standar atau baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) merupakan suatu area pertambangan yang telah ditetapkan oleh pemerintah sebagai wilayah pertambangan yang dikelola oleh masyarakat untuk kemakmuran masyarakat lokal. Dengan adanya WPR, potensi sumber daya lokal masyarakat di sekitar tambang maupun mineral logam emas dapat dikelola secara baik dan berkelanjutan di wilayah penambangan emas tradisional (Santoso dan Gomareuzzaman, 2018).

Tambang emas di kulonprogo melakukan pengolahan emas secara langsung di tempat pengambilan emas dengan menggunakan merkuri dengan teknik amalgamasi (proses pengikatan logam emas dari bijih tersebut dengan menggunakan merkuri (Hg) dalam tabung yang disebut sebagai gelundung (amalgamator). Kurangnya perhatian pemerintah terhadap masyarakat yang menggunakan merkuri untuk melakukan pengolahan emas (Larasati, dkk, 2012). Setelah proses pengolahan emas selesai, limbah yang mengandung merkuri dialirkan ke kolam penampungan tanpa ada pengolahan lebih lanjut. Kegiatan tersebut dilakukan walaupun tempat kolam penampungan sudah melebihi kapasitas sehingga limbah tersebut mengalir ke sungai dan menyebabkan perairan di sungai tersebut terkontaminasi (Setiabudi, 2005).

Logam berat digolongkan dalam polutan beracun bagi lingkungan, meskipun berbagai sumber logam berat ada yang terjadi secara alami di lingkungan yang berperan sebagai manfaat pada lingkungan, terutama dalam pertumbuhan tanaman (Aydinalp & Marinova, 2009). Namun pada konsentrasi logam berat yang tinggi dapat memberikan dampak buruk yang tinggi pula pada kualitas lingkungan. Logam berat yang tinggi juga mengganggu aktivitas tanah dan biomassa bahkan mengurangi komposisi serta keragaman komunitas mikroba tanah (XU et al, 2015).

Usaha yang bisa dilakukan untuk memperbaiki kualitas tanah yang terkontaminasi oleh kegiatan pertambangan yaitu menggunakan input luar rendah (*low external input*) seperti penggunaan bahan alami yaitu pupuk organik atau pupuk hayati (*biofertilizers*). Penggunaan pupuk hayati untuk memperbaiki kualitas lahan bekas pertambangan yaitu mikoriza (Kroop, 1990).



Biochar adalah bahan sisa pertanian yang diproses dengan pembakaran pada suhu tertentu dengan udara sehingga berubah bentuk menjadi kehitaman seperti arang. Dimana bahan ini awet didalam tanah dan mampu menyimpan CO<sub>2</sub> (Bambang, 2012). Pemberian biochar atau arang hayati ini mampu memperbaiki kekritisian suatu lahan yang sedikit unsur hara atau terdegradasi (Asai et al., 2009).

Kompos merupakan bahan organik yang telah lapuk seperti jerami, daun – daunan, rumput, dan kotoran hewan. Sehingga penggunaan kompos berfungsi sebagai unsur hara dalam tanah, dapat memperbaiki kandungan bahan organik, struktur tanah, serta membantu kehidupan relik tanah (Hardjowigeno, 2003).

Bakteri indigenus adalah bakteri yang secara alami hidup bebas di alam serta mempunyai berbagai macam manfaat bagi manusia. Beberapa hasil penelitian memanfaatkan bakteri indigenus sebagai agen bioremediasi limbah, pengendali hayati tanaman, penghasil antibiotik, pelarut fosfat, penghasil enzim yang manfaatnya dapat digunakan di bermacam bidang industri dan lain sebagainya (Batubara dkk, 2015).

Dari permasalahan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang rehabilitasi logam berat pada tanah di lahan pasca tambang emas kalirejo. Karena pada tanah lahan tambang emas tersebut memiliki potensi pencemaran lingkungan yang sangat besar dan dapat mengontaminasi kandungan tanah serta memberikan dampak buruk bagi lingkungan sekitar. Maka dari itu peneliti membawa judul penelitian adalah **“Potensi Penggunaan Pembenh Tanah Dan Mikroorganisme Untuk Stabilisasi Tanah Bekas Tambang Emas (Studi Kasus : Tambang Emas Desa Kalirejo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta)”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun permasalahan penelitian ini, sebagai berikut:

1. Apakah tanah tambang emas Kalirejo mengandung logam berat.
2. Bagaimana efektifitas penggunaan pembenh tanah dan mikroorganisme dalam proses stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Karakterisasi sifat kimia tanah dilokasi tambang emas Kalirejo.

2. Menganalisa pengaruh dari penggunaan pembenah tanah dan mikroorganisme terhadap perbaikan kualitas tanah baik serapan logam berat dan nutrisi.

#### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1. Bagi Universitas**

Sebagai studi literatur mengenai analisis kandungan logam berat dan potensi risiko lingkungan di tanah pasca tambang emas kalirejo.

- 2. Bagi Mahasiswa**

Sebagai wadah dan pengalaman bagi mahasiswa menerapkan pengetahuan yang telah didapatkan di Universitas terkait dengan efektifitas penggunaan pembenah tanah dan mikroorganisme untuk stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat pada tanah tambang emas kalirejo.

- 3. Bagi Pemerintah dan Masyarakat**

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan bahan referensi bagi pemerintah dan masyarakat untuk melihat bagaimana logam berat di dalam tanah lahan tambang dan pengaruh logam berat sehingga mendapatkan gambaran mengenai langkah pasti yang akan dilakukan.

#### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Analisa terkait logam yang terkandung pada tanah uji yaitu Pb, Cd, dan Hg menggunakan parameter uji pada yaitu pH, suhu, dan kelembaban.
2. Kegiatan penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia
3. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2022 sampai Oktober 2022

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tambang emas**

Proses pertambangan emas di Indonesia yang banyak dilakukan adalah secara tradisional. Hal ini disebabkan oleh biaya atau modal yang dikeluarkan oleh masyarakat tidak begitu besar. Secara umum kegiatan pertambangan emas tersebut disebut dengan PETI ( Penambangan Emas Tanpa Izin) atau disebut secara ilegal. Tentu saja hal tersebut memberikan dampak yang buruk terhadap kualitas lingkungan disekitar aera tambang tersebut. Kegiatan pertambangan emas tradisional mempunyai ciri khas dengan penggunaan teknik eksplorasi dan eksploitasi yang sederhana dan biaya yang rendah. Pertambangan emas di Desa Kalirejo merupakan kegiatan pertambangan yang dilakukan secara ilegal. Dalam kegiatan pengolahan hasil tambang emas di Kalirejo, menggunakan teknik amalgamasi yaitu proses pengikatan logam emas dari bijih menggunakan merkuri (Hg) yang dilakukan didalam gelondong. Penggunaan metode tersebut memberikan dampak buruk terhadap lingkungan maupun manusia karena potensi terakumulasi kontaminan merkuri dan logam berat lainnya semakin tinggi (Setiabudi, 2005).

#### **2.2 Proses amalgamasi pada tambang emas**

Proses pengolahan emas pada tambang emas tradisional di Indonesia menggunakan metode yang sederhana yaitu proses amalgamasi. Proses amalgamasi merupakan proses pengikatan logam emas dari bijih menggunakan merkuri (Hg). Proses amalgamasi bijih emas menghasilkan *tailing*. *Tailing* merupakan residu dari pengolahan bijih emas yang menyebabkan limbah merkuri (Hg) mencemari wilayah disekitar penambangan emas. Pencemaran oleh limbah merkuri dapat membahayakan kesehatan manusia (Herman, 2006). Proses pengolahan emas menggunakan amalgamasi menjadi pilihan utama bagi pertambangan emas skala kecil karena cara pengolahannya yang paling sederhana dibanding metode lain. Juga biaya operasional yang murah dan mudah dalam pemasaran produknya.

Proses pengolahan dengan metode amalgamasi terdiri dari 2 jenis yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pada amalgamasi langsung seluruh material dimasukkan secara bersamaan pada awal proses pengolahan sehingga proses penghalusan bijih emas dan pengikatan emas oleh air raksa terjadi secara bersamaan. Namun cara ini kurang efektif karena memerlukan jumlah air raksa yang banyak. Sedangkan pada amalgamasi tidak langsung, pengolahan bijih

emas mendapatkan hasil logam emas lebih besar dan kehilangan merkuri yang lebih sedikit, dengan cara bijih emas tidak langsung dimasukkan ke dalam amalgamator namun dilakukan terlebih dahulu pencucian terhadap bijih emas (Widodo *et al*, 2011).

Bunyi disebut juga suara. Bunyi merupakan suatu perubahan tekanan atau getaran berupa gelombang longitudinal yang dapat dirangsang oleh indera pendengar dan merambat melalui suatu medium baik berupa zat padat, cair, maupun zat gas (Luxson *et al.*, 2012). Bunyi diukur dalam satuan *Hertz* (Hz) dan kenyaringan pada bunyi diukur dalam decibel (dB). Maka manusia dapat mendengar bunyi ketika gelombang bunyi merambat melalui suatu medium hingga sampai ke gendang telinga manusia. Bunyi yang dapat dirangsang oleh indera pendengaran manusia ketika berada pada frekuensi 20 – 20.000 Hz (Zuhra, 2019).

### **2.3 Logam berat tambang emas**

Logam berat adalah sisa atau residu kimia yang keberadaannya harus diwaspadai. Konsentrasi logam berat yang tinggi banyak ditemukan pada kegiatan penambangan, terutama dari *tailing* ( hasil proses pemisahan biji emas). Secara kimia *tailing* tidak mengandung koloid yang mengakibatkan rendahnya kapasitas pertukaran kation (KTK), dan unsur hara rendah. Unsur hara logam mikro sangat tinggi dikarenakan bahan sisa tambang yang kemungkinan besar dapat meracuni tanaman, hewan maupun manusia. *Tailing* terdiri atas berbagai mineral seperti silika, magnesium, silikat besi, natrium, kalium, dan sulfida. Sifat kimia pada Sulfida relatif aktif sehingga apabila bersentuhan dengan udara menyebabkan oksidasi. Hasil oksidasi tersebut akan membentuk garam-garam yang bersifat asam dan cairan asam. Reaksi cairan asam tersebut mengandung sejumlah logam yang beracun serta mencemari lingkungan seperti Hg, Pb dan Cd (Herman, 2006).

Berikut merupakan penjelasan terkait masing-masing logam berat pada kandungan *tailing*:

#### **2.3.1 Merkuri (Hg)**

Merkuri merupakan unsur logam yang sangat penting. Bentuk fisik dan kimianya sangat menguntungkan karena merupakan satu-satunya logam berbentuk cair dalam temperatur 25 C. Merkuri memiliki kecenderungan menguap lebih besar, mudah bercampur dengan logam – logam lain menjadi logam campuran. Juga dapat mengalirkan arus listrik sebagai konduktor baik tegangan arus listrik tinggi maupun tegangan arus listrik rendah. Komponen merkuri dapat ditemukan pada batu karang, udara, tanah air serta organisme. Merkuri dapat meracuni makhluk hidup dan hampir

seluruh merkuri diproduksi dengan cara pembakaran merkuri sulfida (HgS) di udara (Alfian, 2006).

### **2.3.2 Timbal (Pb)**

Sama halnya dengan merkuri, timbal juga merupakan logam berat yang sangat berbahaya. Pb pada tanah cenderung terikat oleh bahan organik, terkonsentrasi pada topsoil karena menyatu dengan tumbuhan. Penyebaran Pb di alam tidak hanya berasal dari limbah industri dan kendaraan bermotor, melainkan ditemukan pada *tailing* dari kegiatan pertambangan emas. Pb bersifat beracun yang dapat menyebabkan hipertensi dan memicu penyakit hati pada manusia. Hal ini disebabkan oleh logam berat yang terpapar telah melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan (Notohadiprawiro, 2006).

### **2.3.3 Kadmium (Cd)**

Penyebaran kadmium di alam maupun di lahan pertanian terjadi akibat kegiatan manusia. Kadmium (Cd) merupakan unsur logam berat pencemar tanah yang bersifat toksin bagi tumbuhan, hewan, dan manusia karena sifat dari kadmium dapat diserap tanaman yang dikonsumsi oleh masyarakat. Serapan logam dapat dipengaruhi beberapa faktor termasuk iklim, faktor genetik tanaman, serta parameter tanah (Arao *et al*, 2003).

Dari segi visual, tumbuhan yang hidup pada lahan yang tercemar oleh kadmium terlihat normal, akan tetapi aktivitas enzim seperti *superoxide dismutase* (SOD), *catalase* (POD) mulai menurun. Sehingga kadar kadmium pada tanaman yang dikonsumsi oleh masyarakat harus dibawah batas konsentrasi maksimum (Deng *et al*, 2014).

## **2.4 Kompos**

Kompos merupakan bahan organik yang berfungsi sebagai pengikat partikel utama pada agregat tanah sehingga dapat meningkatkan stabilitas tanah dan dapat menghambat kerusakan pada tanah (Siregar *et al*, 2012). Penambahan kompos atau bahan organik dapat memperbaiki kualitas *tailing*, menambah ketersediaan unsur hara pada *tailing*, menambah kemampuan *tailing* dalam menahan ketersediaan air, serta dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman.

## 2.5 Biochar

Biochar merupakan bahan padat yang didapatkan dari hasil proses karbonisasi biomassa. Biochar juga disebut sebagai charcoal yang berasal dari makhluk hidup terutama tumbuhan. Biochar dapat meningkatkan pH tanah dan berkontribusi terhadap stabilisasi logam berat. Penggunaan biochar untuk perbaikan tanah yang terkontaminasi logam berat dapat memberikan solusi baru untuk permasalahan polusi tanah. Penggunaan biochar merupakan solusi yang sangat menjanjikan dikarenakan biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan perbaikan sifat-sifat tanah. Biochar memiliki kemampuan menstabilkan logam berat pada tanah yang terkontaminasi dengan menurunkan penyerapan logam berat oleh tanaman dan dapat meningkatkan kualitasnya dengan memperbaiki sifat-sifat fisik biologi dan kimia (Hidayat, 2015).

Tanah yang mengandung biochar baik bagi mikroba tanah dalam membantu perombakan unsur hara agar unsur hara tersebut dapat diserap secara optimal oleh tanaman. Oleh sebab itu, biochar dapat mengatasi berbagai permasalahan pada tanah (Kurniawan, 2016). Berdasarkan penelitian (Hamzah dkk, 2012), penggunaan biochar dan pupuk kandang berperan dalam perbaikan tanah. Juga mampu meningkatkan kesuburan tanah *tailing*. Serta berperan sebagai sumber asam-asam organik yang dapat mengontrol kelarutan logam dalam tanah (berperan dalam sumber hara bagi tanaman).

## 2.6 Bakteri *indigenus*

Bakteri *indigenus* merupakan bakteri yang secara alami hidup bebas di alam dan mempunyai banyak manfaat. Berbagai penelitian yang memanfaatkan hasil bakteri *indigenus* sudah banyak dilakukan seperti sebagai agen bioremediasi limbah, agen pelarut fosfat, agen penambat nitrogen yang pemanfaatannya bisa digunakan pada macam-macam bidang industri dan sebagainya (Susilawati dkk, 2015).

## 2.7 Stabilisasi tanah

Stabilisasi adalah salah satu cara yang dilakukan untuk mengatasi limbah logam berat. Stabilisasi juga merupakan proses remediasi lahan tercemar logam berat. Stabilisasi adalah cara mengurangi potensi bahaya limbah dengan tidak mengubah sifat fisik dari material yang diolah melainkan dengan menambahkan bahan-bahan aditif tertentu yang bertujuan untuk mengurangi sifat-sifat bahaya dari limbah yang mengandung logam berat dengan cara merubah limbah yang mengandung logam berat dengan tingkat toksisitas serendah mungkin (Amalia,

2018). Stabilitas tanah adalah cara yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas tanah. Stabilitas tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu yang bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah, kemudian mengambil tindakan yang tepat terhadap permasalahan-permasalahan yang dihadapi (Mina *et al*, 2017).

## 2.8 Penelitian terdahulu

Penelitian ini mengacu kepada jurnal penelitian terdahulu seperti:

*Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu*

<b>NO</b>	<b>Nama</b>	<b>Judul</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
1	(Hidayat, 2015)	Remediasi Tanah Tercemar Logam Berat Dengan menggunakan Biochar	Penggunaan biochar untuk perbaikan tanah yang terkontaminasi logam berat dapat memberikan solusi baru untuk permasalahan polusi tanah . Pemanfaatan biochar pada tanah terkontaminasi logam berat dapat menghilangkan keaktifan ion-ion logam berat. Penggunaan biochar dapat mengurangi mobilitas logam berat ditanah yang terkontaminasi.
2	(Maulana dkk, 2020)	Pemanfaatan Biochar Sekam Padi Sebagai Pembunuh Tanah Tercemar Merkuri (hg) Yang Ditanami Jagung	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biochar sekam padi dapat menurunkan konsentrasi Hg pada tanah tercemar hingga 75% (dari 12,82 ppm menjadi 4,20 ppm), dengan serapan tertinggi diperoleh pada dosis aplikasi biochar sekam padi 20 ton/ha.
3	(Mifta Chairun nisa, 2021)	Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Air Tersedia Tanah dan Pertumbuhan Jagung Pada Tanah Bekas Tambang	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian jenis biochar dan dosis biochar tidak memperlihatkan interaksi terhadap ketersediaan air dan beberapa sifat fisik tanah serta pertumbuhan tanaman. Berinteraksi terhadap laju permeabilitas. Pemberian yang terbaik dalam

		Emas Di Dharmasraya	meningkatkan ketersediaan air dan pertumbuhan tanaman jagung yaitu pada pemberian 20 ton/ha, yang meningkatkan kandungan bahan organik tanah (dari 1,22% menjadi 3,12%), menurunkan nilai berat volume tanah dari (1.42 g/cm <sup>3</sup> menjadi 1.17 g/cm <sup>3</sup> ), total ruang pori tanah (dari 46,45% menjadi 54.17%), dan permeabilitas tanah (dari 198,80 cm/jam menjadi 24,11 cm/jam). Selanjutnya dosis 20 ton/ha untuk ke 3 jenis biochar memberikan pertumbuhan tinggi tanaman (109 cm) tertinggi tanaman jagung. Persentase (%) pori air tersedia (PAT) tanah meningkat dari 8% menjadi 9.8%.
4	M. Ismail (2020)	Efektifitas Bakteri indegenous dalam Meregradasi <i>Chemical Oxygen demand (COD)</i> pada limbah tenun	Bakteri <i>indegenuous</i> mampu untuk mendegradasi kadar COD pada limbah tenun yang berasal dari tanah tercemar
5	Batubara, dkk (2015)	Isolasi dan karakterisas bakteri <i>indegenuous</i> tanah di kawasan kampus Universitas Jambi	Sepuluh isolat bakteri indegenous tanah yang didapatkan di Universitas Jambi mempunyai kemampuan yang berbeda terhadap perbedaan faktor lingkungan yakni suhu, pH, dan tekanan osmotik
6	Hardjowigeno (2003)	Pemberian kompos pada tanah bekas tambang dengan indikator tanaman sawi	Pemberian kompos pada tanah bekas tambang tidak memberikan pengaruh nyata pada tumbuhan sawi, akan tetapi cenderung terjadinya peningkatan hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan sawi sehingga menambah berat masa tumbuhan



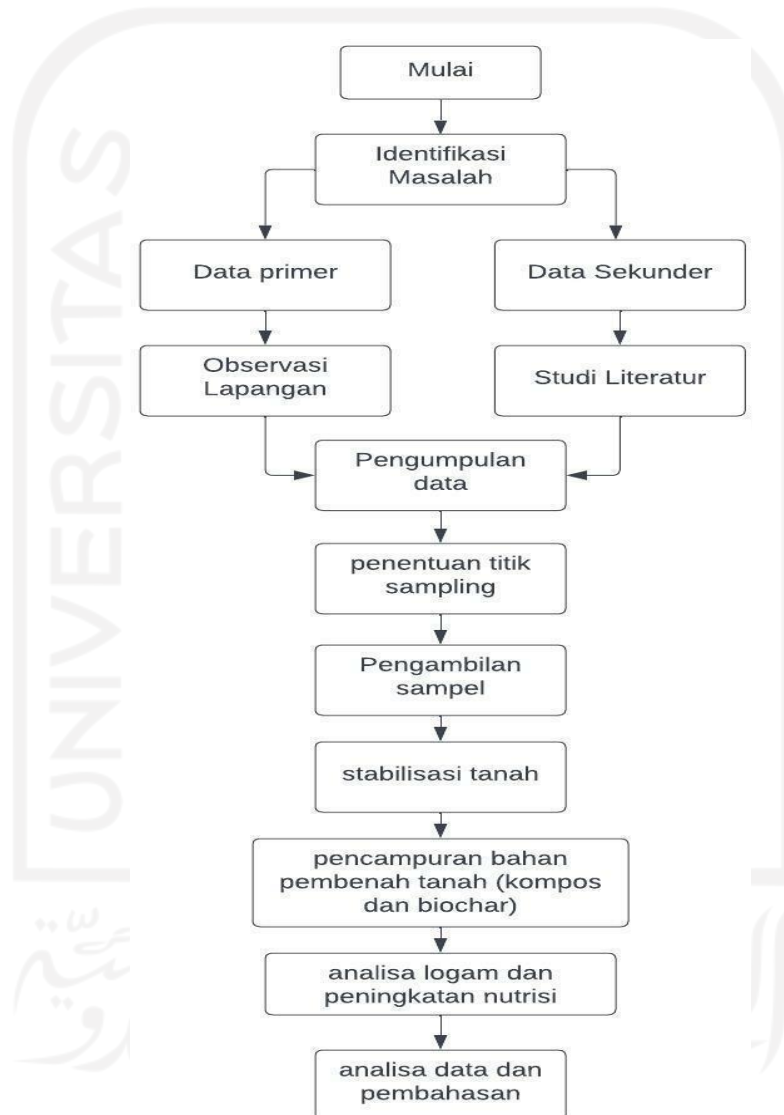
			sawi saat pemberian kompos tertinggi pada perlakuan 30 ton/ha.
--	--	--	---



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahapan penelitian

Dalam melakukan penelitian diperlukan adanya tahapan penelitian yang ditampilkan dalam bentuk diagram alir untuk mempermudah gambaran dalam kegiatan yang dilaksanakan. Berikut merupakan diagram alir tahapan penelitian.

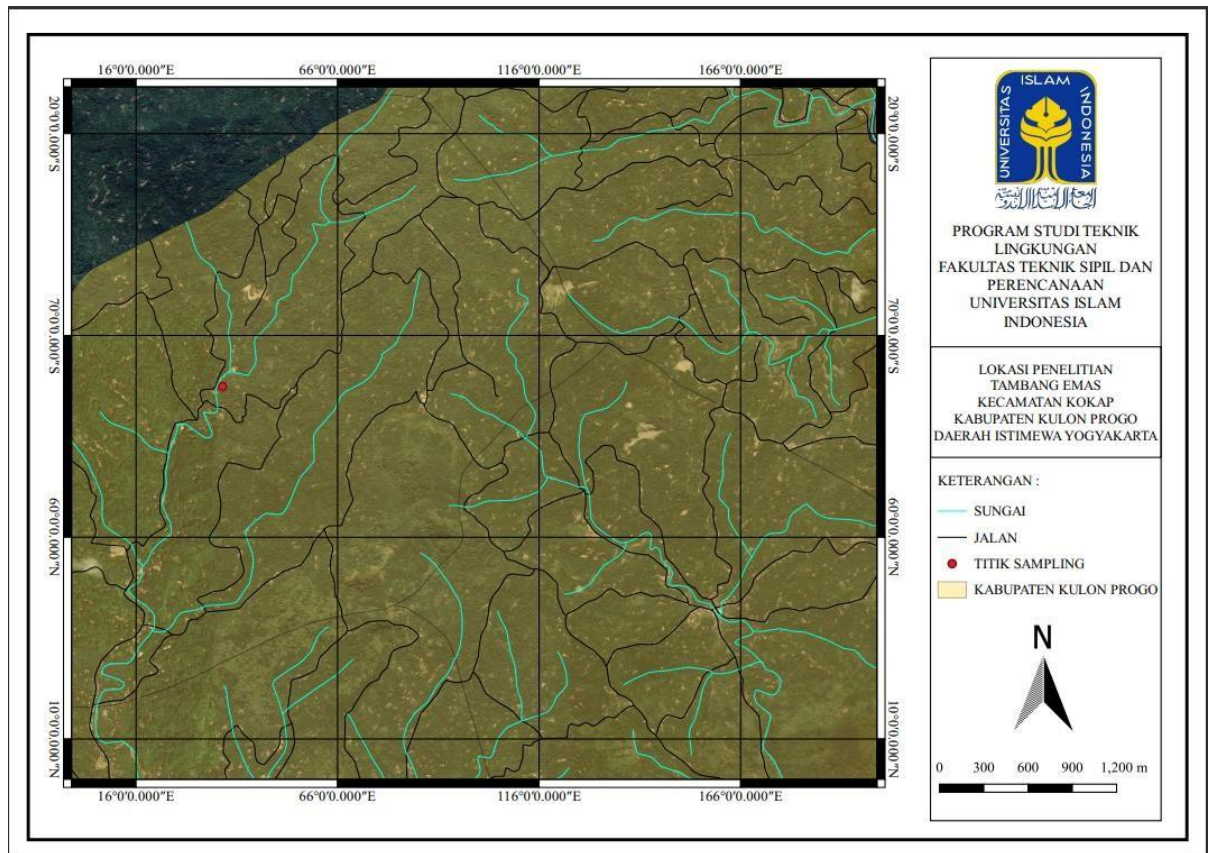


*Gambar 3. 1 Diagram alir tahapan penelitian*

### 3.2 Waktu, dan lokasi penelitian

Lokasi pengambilan sampel berada di tambang emas Desa kalirejo Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian dilakukan pada tanggal 19

maret 2022. Titik sampling pada penelitian ini terletak pada koordinat Lat -7. 815445, long 110.075089.



*Gambar 3. 2 Titik Sampling*

Setelah pengambilan sampel pada titik sampling, tahapan selanjutnya yaitu dilakukannya penelitian di laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

### 3.3 Prosedur penelitian

#### 3.3.1 Pengambilan sampel tanah

Kegiatan pengambilan sampel tanah pasca tambang emas dilakukan pada lapisan tanah permukaan, yaitu pada kedalaman 30 cm dari permukaan tanah. Kedalaman dan pengambilan sampel tanah tercemar ini berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Veiga (2004) pada tanah tercemar merkuri (Hg). Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara menggali tanah pada titik yang telah ditentukan menggunakan cangkul setelah itu memasukkan sampel tanah pada karung berukuran 25 kg. Selanjutnya dilakukan pencucian pada alat agar untuk pengambilan sampel pada titik selanjutnya tidak terkontaminasi dari satu titik ke titik lainnya.

### 3.3.2 Alat penelitian

Pada penelitian ini menggunakan alat yang mendukung keberlangsungan dalam penelitian ini.

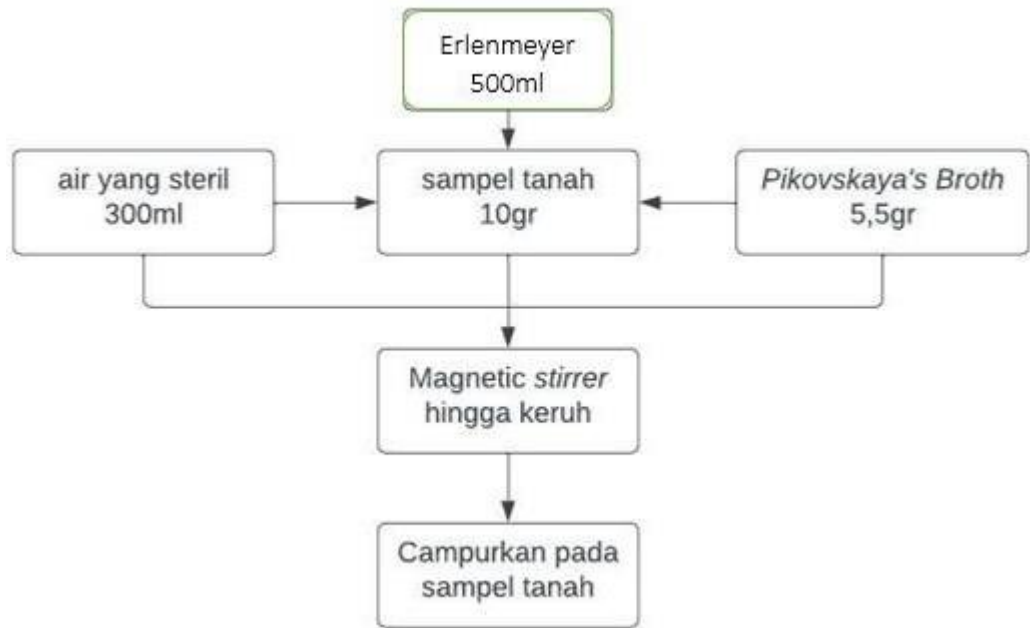
Tabel 3. 1 Alat Penelitian

Parameter Uji	Alat Yang Digunakan	Metode Pengujian
pH tanah uji	<i>Soil meter tester</i>	Menancapkan <i>probe</i> ke tanah dan tunggu hasil hingga stabil
Temperatur tanah uji	<i>Soil meter tester</i>	Menancapkan <i>probe</i> ke tanah dan tunggu hasil hingga stabil
Kelembaban tanah uji	Oven dan desikator	Oven 10 gr tanah di suhu 105°C selama 2 jam. Desikator 15 menit dan timbang berat kering tanah
Tinggi batang tanaman uji	Mistar	Arahkan mistar secara vertikal mengikuti arah tumbuh tanaman dan catat tinggi batang
Jumlah daun tanaman uji	<i>Hand tally counter</i>	Tekan tombol pada alat setiap menghitung jumlah daun
pH tanah tanaman uji	<i>Soil meter tester</i>	Menancapkan <i>probe</i> ke tanah dan tunggu hasil hingga stabil

### 3.3.3 Isolasi mikroba *indigenus*

Pada penelitian ini menggunakan mikroba *indigenus* (mikroba yang dapat hidup bebas pada sampel tanah). Pengambilan mikroba *indigenus* pada sampel tanah disebabkan karena apabila menggunakan mikroba indigen dari sampel tanah lain akan berpengaruh pada ketahanan mikroba. Sehingga dilakukan isolasi mikroba indigen pada sampel tanah karena mikroba indigen memiliki kemampuan adaptif pada tanah yang terdegradasi logam berat.

Berikut adalah tahapan dalam isolasi mikroba *indigenus*.



Gambar 3. 3 tahapan dalam isolasi mikroba

### 3.3.4 Stabilisasi tanah bekas tambang emas

Stabilisasi tanah dilakukan dengan cara pencampuran pembenah tanah dengan inokulasi mikroba indigen. Pada penelitian ini pembenah tanah yang digunakan adalah kompos dan biochar. Stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat. Dengan penggunaan kompos dan biochar dapat meningkatkan pH tanah, kesuburan tanah dan berkontribusi dalam stabilisasi logam berat (Hidayat, 2015). Stabilisasi dilakukan dengan 4 jenis sampel yang berbeda dan memiliki perbandingan yang sama. Berat tanah yang akan digunakan pada setiap sampel sebanyak 9 kg dengan pengulangan sebanyak 3 kali.

Tabel 3. 2 perlakuan pada tanah uji

Sampel	Perbandingan
Tanah Tambang	1
Kompos + Mikroba	2: 1
Biochar + Mikroba	2 : 1
Kompos + Biochar + Mikroba	2 : 1 : 1

### **3.3.5 Proses pengamatan**

Selama proses penelitian, dilakukan pengamatan secara langsung pada stabilisasi tanah agar mengetahui aktivitas yang terjadi pada tanah selama berlangsungnya proses stabilisasi dengan menggunakan alat pengukur pada setiap parameter uji. Parameter yang diamati pada tanah yaitu pH, kelembapan, dan temperatur.

### **3.3.6 Analisa logam berat dan peningkatan nutrisi**

Selain dilakukan proses pengamatan, juga dilakukannya analisa kandungan logam berat dan peningkatan nutrisi pada tanah sebelum dan sesudah perlakuan. Logam berat yang diuji yaitu merkuri (Hg), Timbal (Pb), kadmium (Cd) dan nutrisi yang diukur yaitu P dan K. Setelah dilakukannya analisa, akan dilakukan perbandingan pada hasil analisa.

### **3.3.7 Analisa data**

Pada proses ini akan dilakukan perbandingan hasil dari pengamatan sampel stabilisasi tanah dengan tanah kontrol. Hasil dari perbandingan ini menjadi tolak ukur untuk mengetahui efektifitas penggunaan pembenah tanah dan mikroba untuk stabilisasi tanah bekas tambang emas kalirejo.

### **3.3.8 Analisis statistik**

Penelitian ini menggunakan standar error (n) untuk mengetahui kualitas pada sampel dengan hasil yang disajikan dalam bentuk diagram. Untuk mengetahui (n) dengan cara membandingkan 3 sampel yang mendapatkan perlakuan berbeda dengan tanah sampel yang tidak mendapatkan perlakuan sebagai tanah kontrol.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

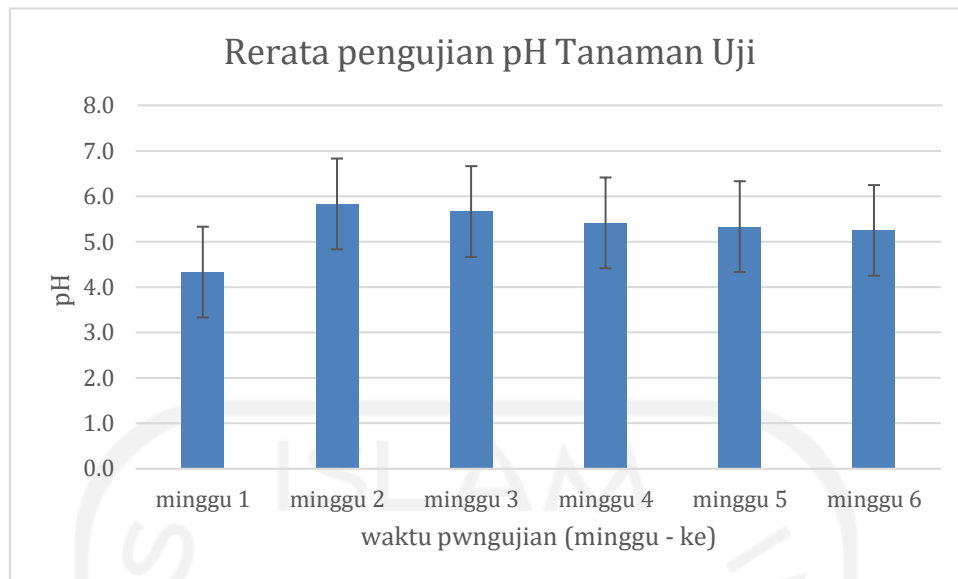
#### 4.1 Pengaruh bahan pembenah tanah dan mikroorganisme terhadap tanah tambang emas

Pada sampel tanah bekas tambang emas yang diuji diberikan perlakuan dengan menggunakan pembenah tanah (pupuk kandang dan biochar) dan mikroorganisme (bakteri *Indigenus*). Dilakukannya pengamatan pada sampel uji dengan beberapa parameter yang dibutuhkan yaitu pH tanah, temperatur tanah, dan kelembaban tanah dengan waktu pengukuran 1 minggu sekali dalam waktu pengujian 6 minggu.

##### 4.1.1 pH tanah uji

Derajat keasaman (pH) ialah indikator atas kelarutan unsur logam berat dalam tanah, semakin tinggi pH menyebabkan logam berat mengendap, dan berpengaruh dalam kapasitas pertukaran kation dalam tanah. keasaman tanah yang tinggi (pH rendah) dapat mengakibatkan kekurangan unsur makro dan toksisitas unsur mikro (Soepardi, 1983). Pada gambar 4.1 terlihat bahwa perbedaan yang signifikan antara peningkatan pH tanah perlakuan dan tanah kontrol.

Pada tanah perlakuan (T + K) memiliki hasil pH yang lebih tinggi dari yang lain dikarenakan adanya kinerja pembenah tanah (kompos) karena kompos merupakan salah satu dari sumber bahan organik tanah sehingga sangat berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, biologi tanah serta dapat meningkatkan pH tanah (Suprijadi *et al.*, 2002). Pada tanah perlakuan pembenah tanah (biochar) memiliki grafik yang terendah diantara tanah perlakuan karena biochar bersifat slow release sehingga menjadi penyebab kenaikan pH yang lambat.



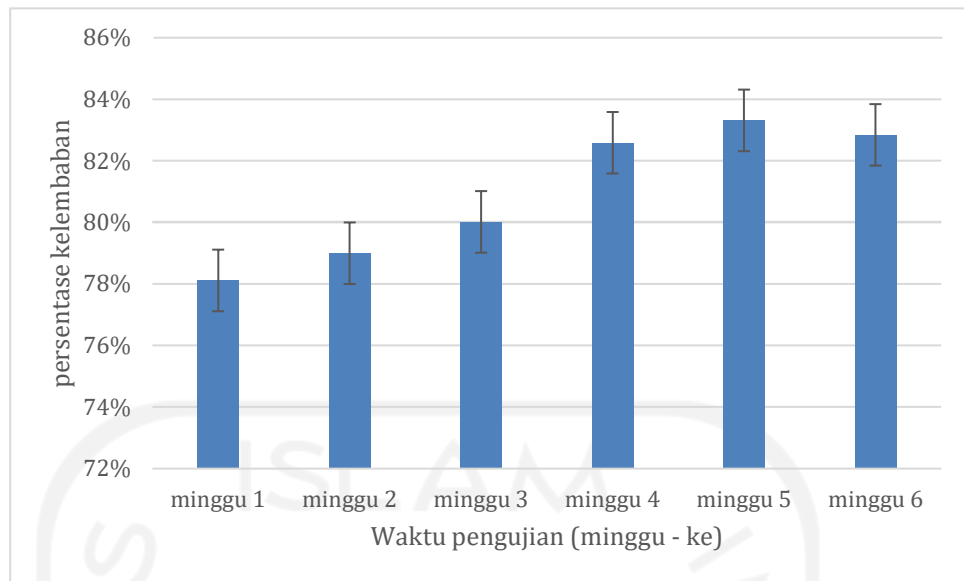
*Gambar 4. 1 pH tanah uji*

#### **4.1.2 Temperatur dan Kelembaban tanah uji**

Temperatur dan kelembaban sangat berpengaruh terhadap kualitas tanah uji, dimana suhu pada tanah dapat dipengaruhi radiasi matahari pada permukaan tanah. Pada siang hari suhu tanah dan udara yang dekat dengan permukaan tanah memperoleh suhu yang tinggi (Rayadin dkk, 2016). Kelembaban tanah adalah jumlah air yang tersimpan pada pori pori tanah, sehingga kelembaban tanah yang dinamis disebabkan karena penguapan melalui permukaan tanah tranpirasi, dan perkolasi. Meningkat nya temperatur dan kelembaban sangat berpengaruh terhadap kadar air yang ada pada tanah uji. Pada penelitian ini, dilakukannya pemantauan dan pengukuran kadar air pada tanah uji agar tetap konstan diantara 70% - 90% dengan waktu pengukuran 1 minggu sekali selama 6 minggu.

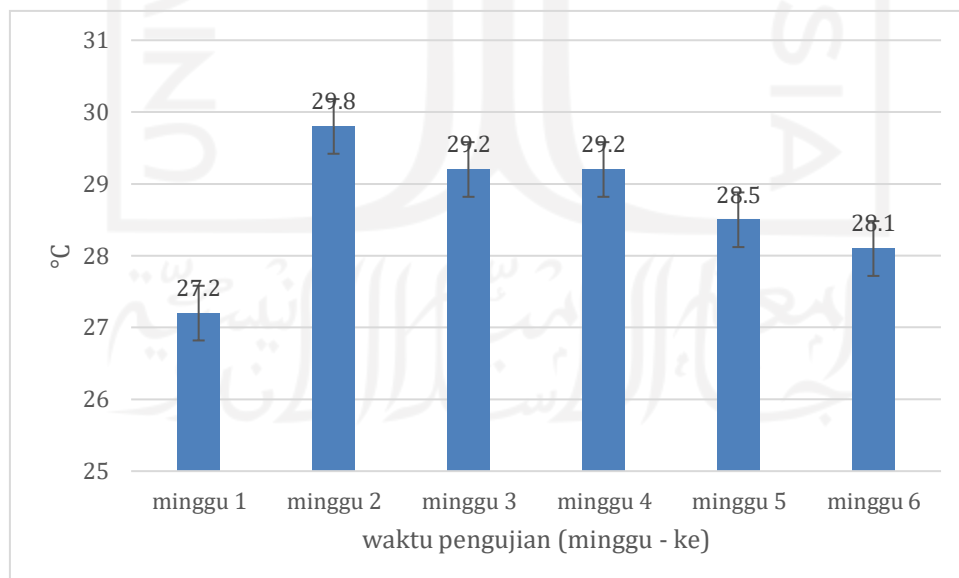
Berikut adalah rerata hasil pengujian pada temperatur dan kelembaban pada tanah uji :





*Gambar 4. 2 Kelembaban tanah uji*

Pengukuran menunjukkan kelembaban tanah dari minggu ke 1 hingga minggu ke 6. Minggu ke 1 menunjukkan persentase kelembaban tanah 78%, dimana pada fase minggu ke 1, dilakukan penyiraman tanah awal sehingga ada peningkatan kelembaban tanah uji. Perlakuan tersebut diulangi 2 hari sekali untuk menghindari penurunan kelembaban pada tanah uji. Pada minggu ke 6 terjadinya penurunan kelembaban, faktor penurunan kelembaban disebabkan oleh peningkatan suhu lingkungan dan cuaca yang panas pada minggu ke 6.



*Gambar 4. 3 Rerata pengukuran temperatur tanah uji*

Pada gambar 4.3 menjelaskan bahwa selama pengujian, dilakukannya penyiraman pada tanah minggu ke 1 hingga minggu ke 6. Perlakuan tersebut dilakukan 2 hari sekali untuk menghindari kenaikan pada suhu tanah uji. suhu tanah tidak lebih dari 30°C dan tidak kurang

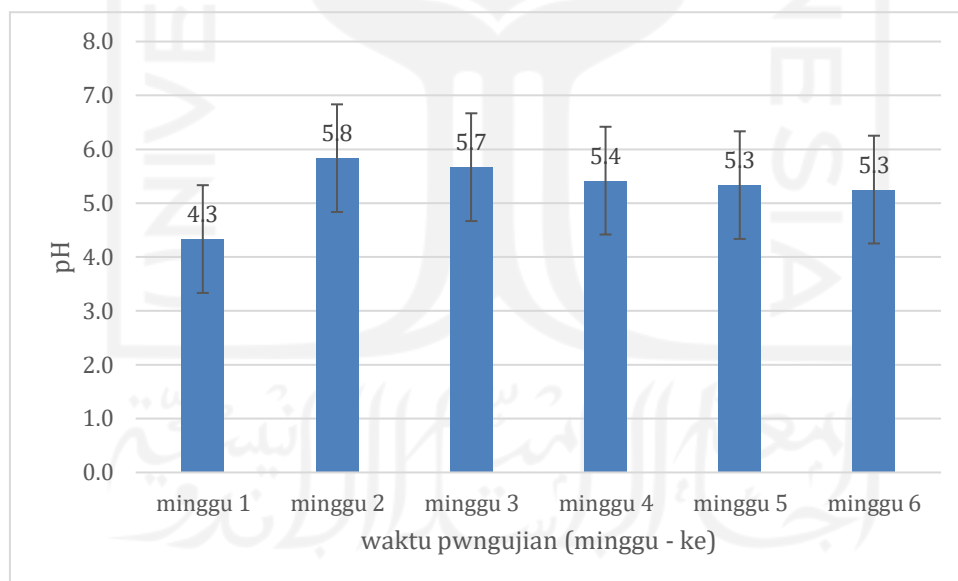
dari 27 °C dengan rerata temperatur tanah berada diangka 28 °C. Faktor tinggi rendahnya temperatur disebabkan oleh radiasi matahari, dan vegetasi.

#### 4.2 Pengaruh penggunaan bahan pembenah tanah dan mikroorganismen terhadap tanah tambang emas dalam pertumbuhan tanaman uji

Pada sampel tanaman yang diuji diberikan perlakuan yaitu dengan menanam tanaman semai cabe menggunakan tanah uji. Dilakukannya pengamatan pada sampel uji dengan beberapa parameter yang dibutuhkan yaitu pH tanah, tinggi batang, jumlah daun dengan waktu pengukuran 1 minggu sekali dalam waktu pengujian 6 minggu.

##### 4.2.1 pH tanaman uji

Kontaminasi logam akan menimbulkan penurunannya kualitas pada tanah tiap tahunnya pada lingkup lingkungan pada jumlah besar sehingga seiring berjalannya waktu tanah yang terkontaminasi akan diserap dan terakumulasi oleh tanaman (Hidayat, 2015). pH tanaman adalah salah satu indikator untuk melihat pertumbuhan pada semai yang diaplikasikan menggunakan pembenah tanah dan mikroorganismen.



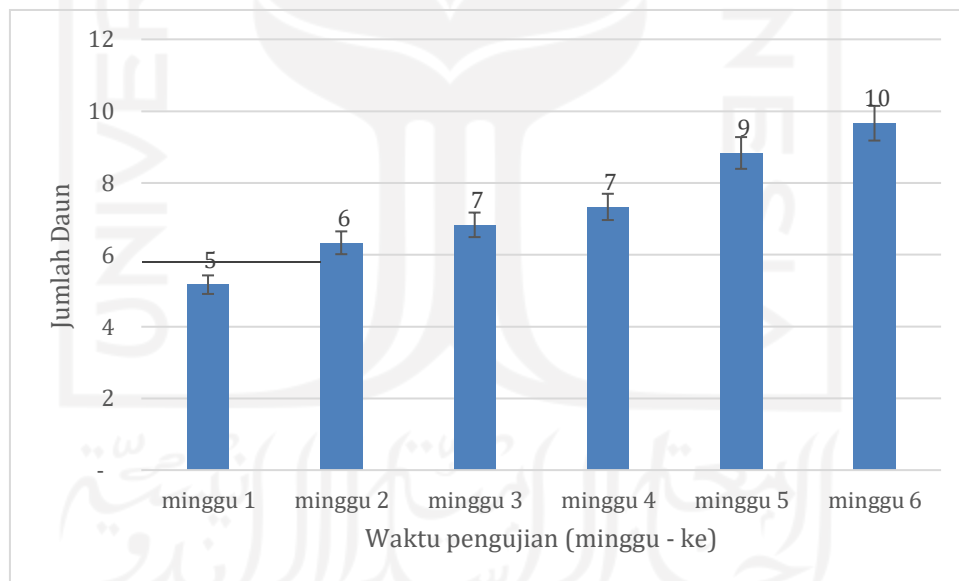
Gambar 4. 4 Rerata pengujian pH tanaman uji

Berdasarkan hasil pengujian pH pada tanaman uji, didapatkan hasil data yang cukup signifikan, yaitu pada minggu ke 1 hingga minggu ke 6 pengukuran nilai pH tanaman uji diangka rerata 5. Tanaman uji dengan pembenah tanah dan mikroba dapat meningkatkan pH dan menjaga tanaman tetap tumbuh. Ketidakstabilan grafik pada gambar 4.4. terjadi akibat basa yang terdapat pada tanaman kurang mencukupi

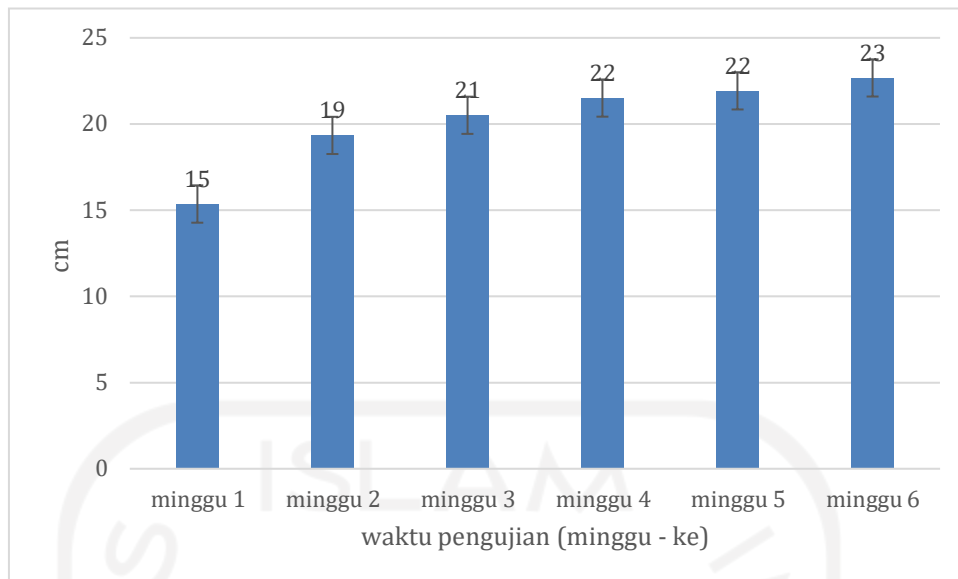
kebutuhan mikroba untuk melakukan dekomposisi, sehingga mikroba menyerap unsur basa yang berada didalam tanah. unsur basa yang diserap mengakibatkan pH tanah berubah ubah.

#### 4.2.2 Jumlah daun dan tinggi batang

Daerah akumulasi pertumbuhan pada tanaman dapat dilihat dari batang karena unsur hara mendorong pertumbuhan pada batang tanaman yaitu pada pembentukan klorofil pada daun yang akan memacu laju fotosintesis (Jumin, 2002) . Pada sampel tanaman uji dilakukannya pemantauan terhadap jumlah daun dan tinggi batang. Hasil pengukuran pada gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan bahwa dari waktu pengujian minggu ke 1 hingga minggu ke 6 terjadinya peningkatan pada jumlah daun dan tinggi batang terlihat tanaman uji bisa tumbuh dan berkembang pada tanah uji. Pada tinggi tanaman terlihat perbedaan pada minggu ke 2 dan seterusnya. Dapat disimpulkan bahwa pemberian pembenah tanah dan mikroba efektif dalam pertumbuhan tanaman. Faktor lingkungan juga berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman termasuk kelembaban tanah, suhu lingkungan, dan keasaman tanah.



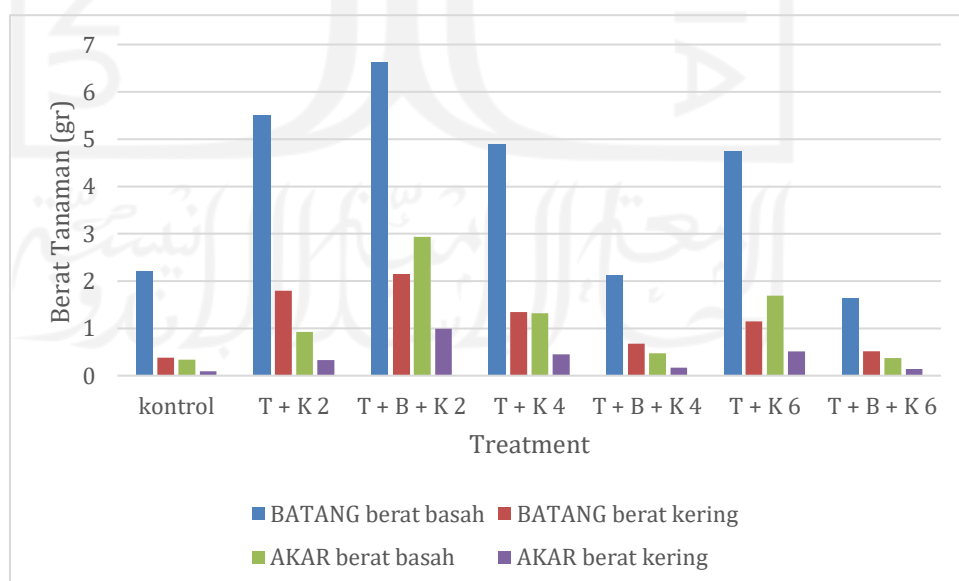
Gambar 4. 5 Rerata pengujian jumlah daun tanaman uji



Gambar 4. 6 Rerata pengujian tinggi batang tanaman uji

#### 4.2.3 Biomassa tanaman uji

Pada pengujian biomassa tanaman ini, berat basah didapatkan dari berat tanaman setelah dilakukannya panen, sementara untuk berat kering didapat setelah dilakukannya pengovenan pada tanaman panen selama 72 jam dengan suhu 70°C. Data yang dihasilkan yaitu berat kering pada sampel kontrol lebih rendah dari sampel lainnya. Ini menunjukkan bahwa aplikasi dari pembenah tanah dan mikroba berfungsi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman uji.



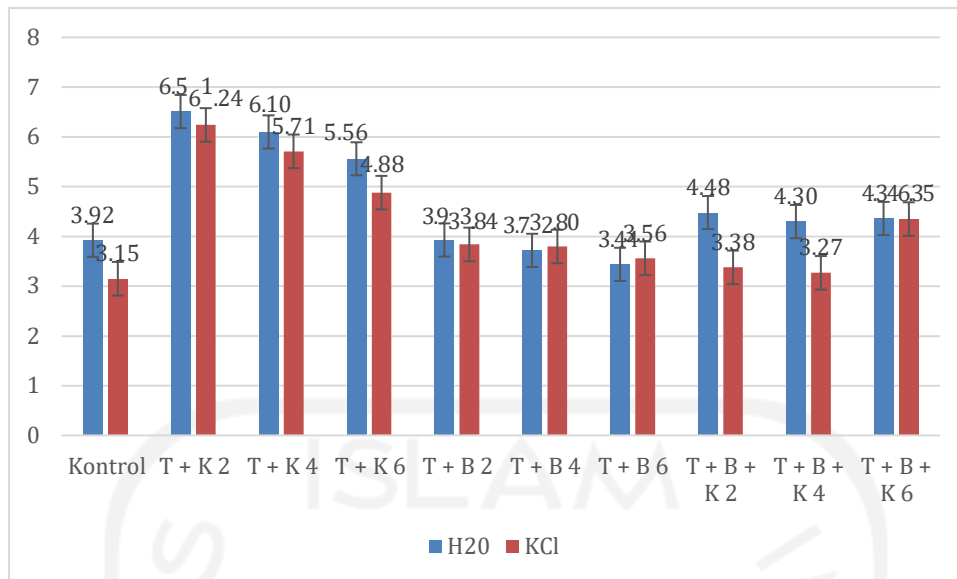
Gambar 4. 7 Biomassa tanaman uji

Dalam dilakukan pengamatan selama 6 minggu, jumlah tanaman yang mati berjumlah 3 tanaman yang menggunakan pembenah tanah berupa biochar. Biochar merupakan kompos *slow release* yang merupakan kompos dengan kelarutan hara yang rendah sehingga biochar butuh waktu yang lama untuk berperan dalam proses stabilisasi tanah.

#### **4.3 Hasil pengujian pH tanah**

Perlu diketahui bahwa tiap tanah dan tanaman memerlukan pH tertentu. pH juga mempengaruhi faktor lain yaitu ketersediaan unsur hara. Pada analisis nilai keasaman (pH) tanah, dilakukan dengan dua pengujian yaitu pengukuran pH aktual (H<sub>2</sub>O) dan pH potensial (KCl). Pengujian pH H<sub>2</sub>O dilakukan dengan cara menimbang sampel tanah uji sebanyak 5gr ke dalam erlenmeyer dan menambahkan aquades sebanyak 25ml ke dalam aquades, setelah itu, di sampel di kocok menggunakan shaker dengan kecepatan 250rpm selama 30 menit. Setelah sampel disiapkan. sebelum pH meter yang akan digunakan, dilakukannya kalibrasi dengan cara mencelupkan elektroda pH meter ke larutan buffer 4 setelah itu dilakukannya pengukuran pH H<sub>2</sub>O terhadap sampel tanah.

Pada pengujian pH KCl tidak jauh berbeda dengan pengujian pH H<sub>2</sub>O. Pengujian pH KCl dilakukan dengan cara menimbang sampel tanah uji sebanyak 5gr dan dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan larutan KCl sebanyak 25ml dan di kocok menggunakan shaker dengan kecepatan 250rpm selama 30 menit. Setelah itu dilakukannya pengujian pH KCl menggunakan pH meter.



Gambar 4. 8 pH tanah

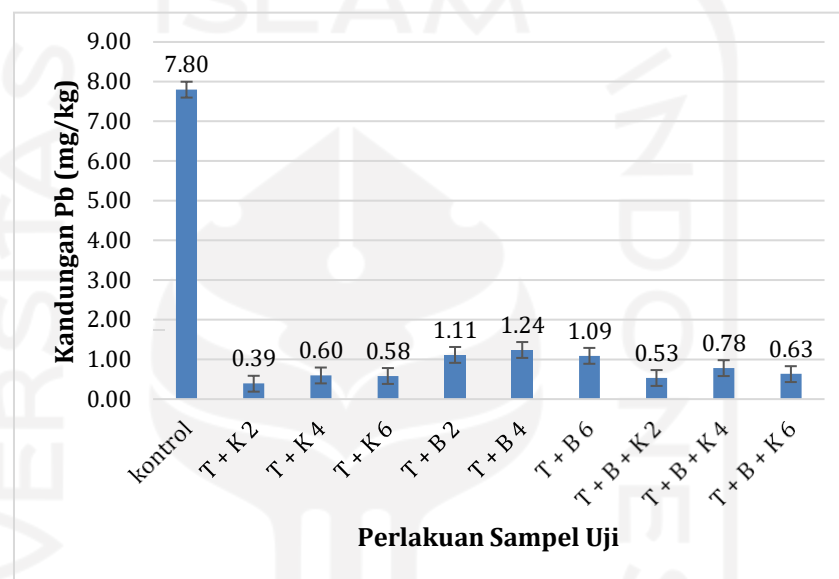
Gambar 4.7 merupakan hasil pengujian pH tanah berupa grafik dimana ada beberapa perbedaan antar pH H<sub>2</sub>O dan pH KCl. Kebanyakan pH H<sub>2</sub>O lebih tinggi dari pH KCl, hal ini disebabkan oleh keasaman yang diuji dengan H<sub>2</sub>O adalah keasaman aktif, sementara pada pH KCl diuji keasaman aktif dan keasaman potensial. pH tanah yang diuji dengan larutan KCl memiliki pH lebih rendah karena KCl mampu mengukur aktivitas H<sup>+</sup> yang ada dilura tanah, dan ion K<sup>+</sup> yang berasal dari KCl dapat ditukar dengan ion H<sup>+</sup>, namun hal ini tidak berlaku pada pengujian pH H<sub>2</sub>O. Pada hasil pengujian dapat dilihat bahwa pH dari tanah kontrol 3.92 untuk H<sub>2</sub>O, dan 3.15 untuk KCl. Dengan adanya perlakuan, pH tanah mengalami kenaikan tetapi tidak signifikan. Dari semua pengujian, tanah perlakuan T + K memiliki nilai pH tanah yang tertinggi dibandingkan tanah perlakuan yang lain, karena T + K menggunakan pembenah tanah kompos. Kompos dapat meningkatkan KTK dan pH yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan biochar.

#### 4.4 Pengaruh penggunaan bahan pembenah tanah dan mikroorganisme terhadap reduksi logam pada tanah tambang emas

Sampel tanah uji ini memiliki sifat tanah yang sangat rusak. Sampel ini membutuhkan perlakuan untuk merubah sifat tanah. Perubahan sifat sampel tanah tambang emas setelah diberi perlakuan pembenah tanah dan mikroba akan memberikan hasil tentang pengaruh penggunaan pembenah tanah dan mikroorganisme bagi sifat tanah. analisis konsentrasi logam pada sampel tanah uji menggunakan metode SS-AAS, hasil analisis dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini.

#### 4.4.1 Reduksi logam Pb

Pb merupakan salah satu logam berat yang memiliki nilai toksisitas yang sangat tinggi. Logam Pb merupakan toxin memiliki sifat kumulatif, destruktif, dan kontinu pad asistem haemofilik, vaskuler, dan ginjal (Gusnita, 2012). Berdasarkan hasil penelitian bahwa analisis pada logam Pb, perbandingan antara kandungan logam Pb kontrol dan sampel perlakuan dapat diliat perbedaan dalam penurunan konsentrasi yang ditunjukkan pada gambar 4.8 .



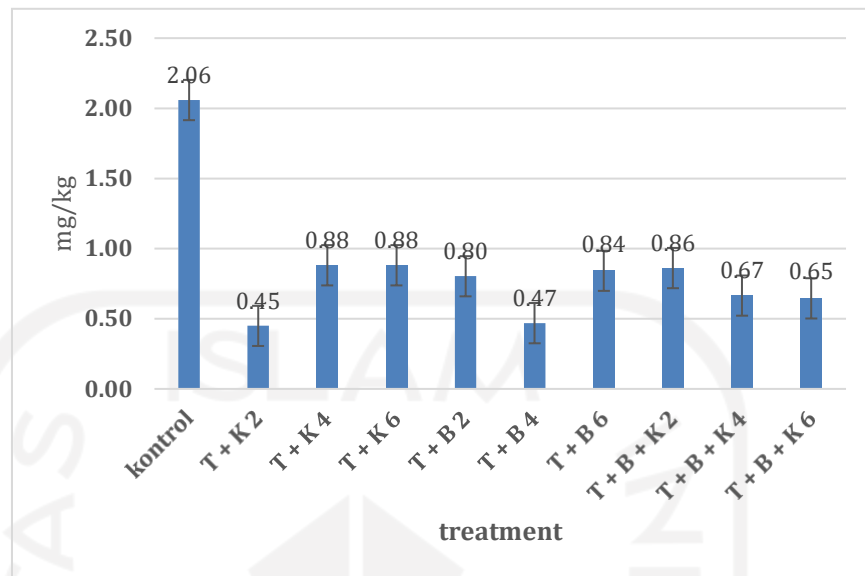
Gambar 4. 9 Kadar logam Pb

Pada kondisi awal konsentrasi Pb pada tanah kontrol sebesar 7.80 mg/kg dan pada tanah yang diberi perlakuan terjadinya penurunan konsentrasi Pb. Pada perlakuan T + K sebesar 0.39 – 0.60 mg/kg, pada perlakuan T + B sebesar 1.09 – 1.24 mg/kg, dan pada perlakuan T + B + K sebesar 0.53 – 0.78 mk/kg. hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa pemberian pembenah tanah dan mikroorganisme pada setiap perlakuan dapat mereduksi konsentrasi logam Pb dengan hasil yang cukup signifikan dibanding dengan tanah kontrol.

#### 4.4.2 Reduksi logam Cd

Kadmium (Cd) merupakan unsur logam berat pencemar tanah yang bersifat toksin bagi tumbuhan, hewan, dan manusia karena sifat dari kadmium dapat diserap tanaman yang dikonsumsi oleh masyarakat. Serapan logam dapat dipengaruhi beberapa

faktor termasuk iklim, faktor genetik tanaman, serta parameter tanah (Arao *et al*, 2003). Hasil penurunan pada kadar logam Cd dapat dilihat pada gambar 4.9 .



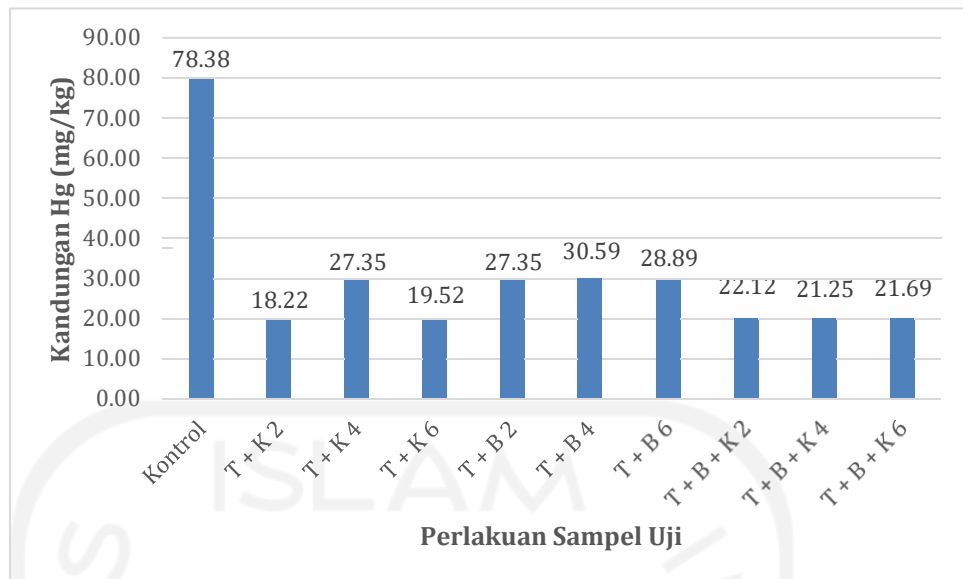
Gambar 4. 10 Kadar logam Cd

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa pada tanah kontrol terdapat kadar Cd sebesar 2.06 mg/kg, maksimum kadar Cd yang diperbolehkan sebesar 5 mg/kg (Lactusu, 1998). Pada tanah perlakuan memiliki hasil yang relatif rendah, yaitu pada perlakuan T + K sebesar 0.45 – 0.88 mg/kg, lalu pada perlakuan T + B sebesar 0.47 – 0,80 mg/kg, dan pada perlakuan T + B + K sebesar 0.65 – 0.86. mg/kg. penurunan logam Cd pada tanah uji disebabkan oleh bahan pembenah tanah sebagai bahan orgaik dan mikroorganisme karena membantu dalam proses penurunan logam Cd.

#### 4.4.3 Reduksi Logam Hg

Logam berat merkuri (Hg) adalah jenis logam yang dapat tersebar ke lingkungan dengan proses amalgamasi. Proses amalgamasi bijih emas menghasilkan berupa *tailing* yang mana merupakan residu dari pengolahan bijih emas yang menyebabkan limbah merkuri (Hg) mencemari lingkungan yang berada disekitar penamban emas. Pencemaran akibat logam merkuri dapat membahayakan kesehatan manusia (Herman, 2006). Analisis logam merkuri (Hg) pada sampel tanah yang dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Hasil penelitian pada pengujian kadar Hg ini dapat dilihat pada gambar 4.10.





Gambar 4. 11 Kadar logam Hg

Dapat dilihat pada hasil uji dari kadar total merkuri pada sampel tanah kontrol sebesar 78.38 mg/kg. Pada penelitian ini hasil dari tanah uji terjadinya penurunan dengan grafik yang paling kecil yaitu 18.22 mg/kg dibandingkan dengan konsentrasi tanah kontrol dengan konsentrasi merkuri dalam tanah sebesar 78.38 mg/kg. Yang mana kadar Hg yang direduksi pada perlakuan T + K sebesar 18.22 – 27.35 mg/kg, lalu pada perlakuan T + B sebesar 27.35 – 30.59 mg/kg, dan pada perlakuan T +B + K sebesar 21.25 – 22.12 mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa daya reduksi yang diperoleh oleh pemberian bakteri dan kompos lebih efektif dalam mereduksi logam merkuri pada tanah uji dibandingkan dengan pemberian bakteri dan biochar, karena dari sifat biochar sendiri yaitu pembenah tanah yang *slow release*, dimana biochar membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mampu mereduksi kandungan logam pada tanah.

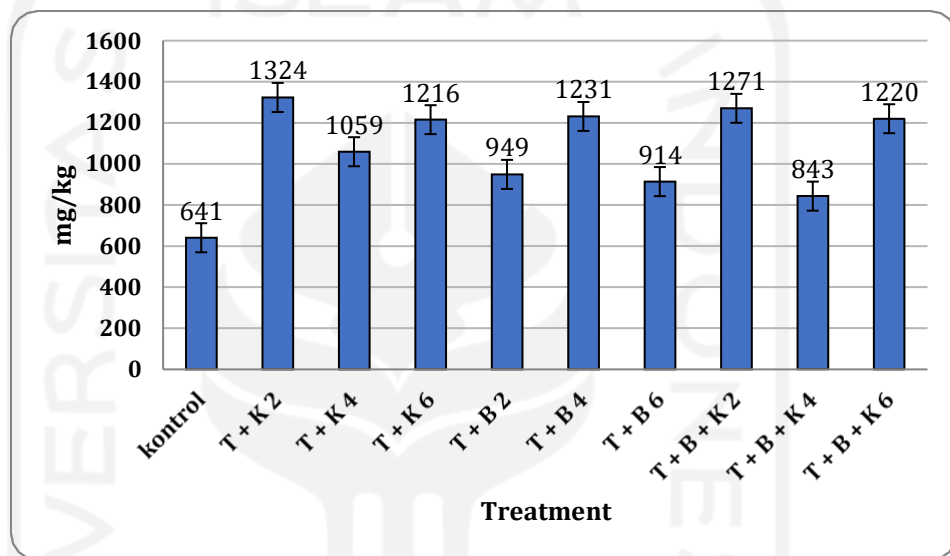
#### 4.5 Pengaruh penggunaan bahan pembenah tanah dan mikroorganisme terhadap peningkatan nutrisi pada tanah tambang emas

Faktor yang mempengaruhi proses stabilisasi tanah yaitu mikroba, nutrisi dan lingkungan. Tanah bekas tambang pada umumnya tidak mengandung nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu penelitian untuk stabilisasi tanah dengan penambahan mikroorganisme dapat membantu peningkatan nutrisi yang dapat berguna untuk penumbuhan tanaman Nutrisi yang dibutuhkan bagi tanah uji yaitu Posfor (P), dan Kalium (K).

##### 4.5.1 Peningkatan nutrisi P total

Pada pengujian ini, sebelum analisis uji nutrisi P menggunakan metode AAS, dilakukannya preparasi dengan cara destruksi tanah sesuai SNI 8910-2021. P

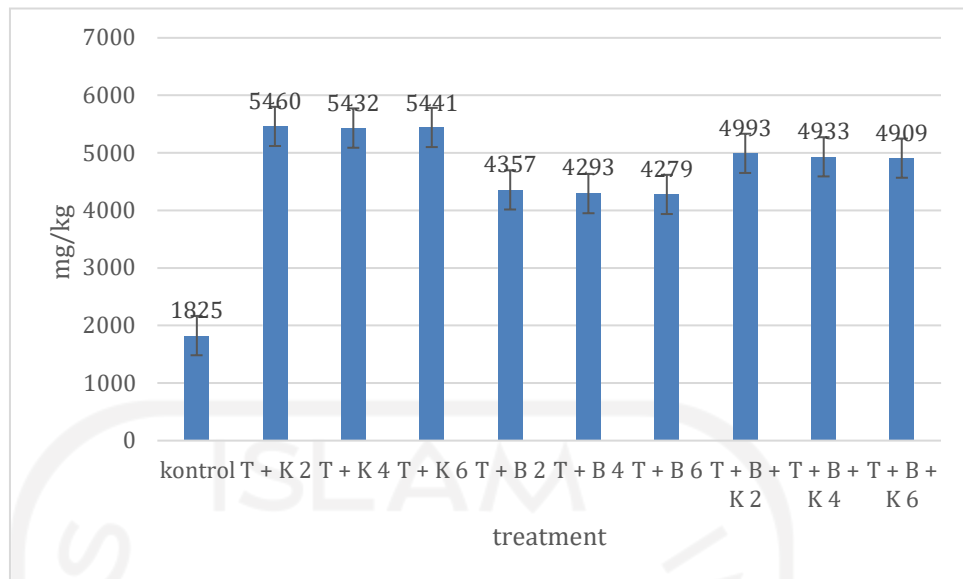
merupakan salah satu unsur makro yang dibutuhkan oleh tanaman, dimana kadar p ini berfungsi untuk meningkatkan metabolisme pada tumbuhan (Respati, 2017). Berdasarkan gambar 4.11, konsentrasi nutrisi P total pada tanah kontrol sebesar 641 mg/kg. Pada penelitian ini terjadinya peningkatan kadar nutrisi P, pada perlakuan T + K sebesar 1059 1324 mg/kg, lalu pada perlakuan T + B sebesar 914 – 1231 mg/kg, dan pada perlakuan T + B + K sebesar 843 – 1271 mg/kg. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan pembenah tanah dapat meningkatkan konsentrasi P dalam tanah sehingga nutrisi P lebih optimal.



Gambar 4. 12 grafik nutrisi P total

#### 4.5.2 Peningkatan nutrisi Kalium

Nutrisi K pada tanah bekas tambang sangatlah rendah, hal ini terjadi karena tanah tambang emas memiliki kapasitas yang cukup untuk ketersediaan kalium. Kalium merupakan unsur hara yang berperan dalam kelangsungannya proses fotosintesis, pengangkutan hasil asimilasi, enzim dan mineral, memantu dalam pembentukan karbohidrat dan protein tanaman (Aspan, 2021). Faktor kehilangan kalium dalam tanah karena adanya mineral atau batuan yang mengandung kalium sehingga berkurangnya kalium yang tersedia untuk tanaman. Penyediaan kalum dalam bentuk pembenah tanah dapat meningkatkan nilai K.



Gambar 4. 13 grafik nutrisi K

Pada gambar 4.12, pada tanah kontrol memiliki ketersediaan nutrisi K yang sangat sedikit dibandingkan dengan tanah sampel uji yang sudah diberikan perlakuan. Konsentrasi kalium pada tanah kontrol sebesar 1825 mg/kg. Sementara konsentrasi k pada tanah perlakuan T + K sebesar 5432 – 5460 mg/kg, lalu pada tanah perlakuan T + B sebesar 4279 – 4357 mg/kg, dan pada tanah perlakuan T + B + K sebesar 4909 – 4993 mg/kg. Dengan demikian, tanah sampel uji efektif memperoleh nutrisi K dan mampu menyuplai nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh di tanah sampel uji.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan nya analisa pengujian pada penggunaan pembenah tanah dan mikroorganisme dalam proses stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat di tanah tambang emas Kalirejo, didapatkan kesimpulan :

1. Pada penelitian ini, hasil karakterisasi tanah dari sampel uji tanah tambang emas mengandung logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), dan juga merkuri (Hg). Dari tiga kandungan logam berat tersebut, logam berat merkuri (Hg) memiliki kadar konsentrasi yang paling tinggi, sementara logam berat kadmium (Cd) memiliki kadar konsentrasi yang paling rendah. Dan juga sampel tanah uji memiliki nilai nutrisi P total dan K yang sangat sedikit begitu juga dengan kadar pH tanah yang sangat rendah. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa penggunaan pembenah tanah dan mikroorganisme efektif untuk meningkatkan kualitas tanah.
2. Penggunaan pembenah tanah dan mikroorganisme sangat berpengaruh dalam upaya stabilisasi tanah bekas tambang emas dengan pembuktian berupa pertumbuhan semai pada sampel uji, peningkatan pH tanah, nutrisi P dan K, serta penurunan konsentrasi logam berdasarkan hasil analisis.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil dari analisa penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, terdapat banyak kekurangan dari segi penelitian maupun penulisan laporan. Adapun saran yang diberikan adalah melakukan penelitian lanjutan dengan meneliti kandungan logam yang belum diteliti oleh penulis dan memperbanyak titik sampling dan melakukan penelitian dengan waktu yang lebih lama agar dapat menunjang hasil penelitian yang lebih efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, L. N., D. Zul, dan N. Nelvia. 2017. Pengaruh Inokulasi Campuran Isolat Bakteri Pelarut Fosfat Indigenus Riau terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr). *Jurnal Agroteknologi*, 7(1), 7-14.
- Aydinalp, C., & Marinova, S. (2009). The effects of heavy metals on seed germination and plant growth on alfalfa plant (*Medicago sativa*). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15(4), 347–350.
- Batubara, U. M., I. O. Susilawati, dan H. Riany. 2015. Isolasi dan karakterisasi bakteri indigenous tanah di kawasan kampus Universitas Jambi. *Prosiding Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Bara*, 243–250.
- Gusnita, D. (2012). Pencemaran Logam Berat Timbal Di Udara dan Upaya Penghapusan Bensen TBertimbal. *Berita Dirgantara*, 13 (3): 95-101
- Herman, D., Z. (2006). Tinjauan terhadap tailing mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam. *Indonesian Journal of Geoscience* Vol 1, No 1.
- Hidayat, B. (2015). Remediasi Tanah Tercemar Logam Berat Dengan Menggunakan Biochar (Soil Remediation Contaminated With Heavy Metals Biochar). *Pertanian Tropik (Tropical Agriculture)*, 2(1), 51–61.
- Jumin, H,B. (2002). *Dasar Dasar Agronomi*. Rajawali. Jakarta.
- Larasati, R., Setyono, P., Sambowo, K. A. (2012). Valuasi Ekonomi Eksternalitas Penggunaan Merkuri Pada Pertambangan Emas Rakyat Dan Peran Pemerintah Daerah Mengatasi Pencemaran Merkuri (Studi Kasus Pertambangan Emas Rakyat di Kecamatan Kokap Kulon Progo). *Jurnal Ekosains* Volume 4 Nomor 1.
- Notohadiprawiro, T. 2000. *Tanah dan Lingkungan*. Pusat Studi Sumber Daya Lahan. UGM. Yogyakarta.
- Setiabudi, B, T. (2005). Penyebaran Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta. *Kolokium Hasil Lapangan Subdit Konservasi*. Dir. ESDM
- Santoso, D. H., & Gomareuzzaman, M. (2018). KELAYAKAN TEKNIS PENAMBANGAN EMAS PADA WILAYAH PERTAMBANGAN RAKYAT Studi Kasus: Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Science Tech*, 4(1), 19–28.
- Soepardi, G., 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Suprijadi, Abdulrachman, S., Juliardi, I., Pahim. 2002. Pemupukan Berimbang PAda Tanaman Padi di Lahan Sawah Irigasi dan Tadah Hujan. *Prosiding Seminar Sistem Produksi Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Theffie, K. L., & Kumolontang, W. J. N. (2015). PEMBERIAN KOMPOS PADA TANAH BEKAS TAMBANG DENGAN INDIKATOR TANAMAN SAWI ( *Brassica chinensis* L ) THE EFFECTS OF COMPOST APPLICATION ON EX-MINING LAND WITH CHINESE. *Eugenia*, 21(2), 88–93.
- Widodo. 2008. Pengaruh perlakuan amalgamasi terhadap tingkat perolehan emas dan kehilangan merkuri. 1(1), 47–53.



## LAMPIRAN



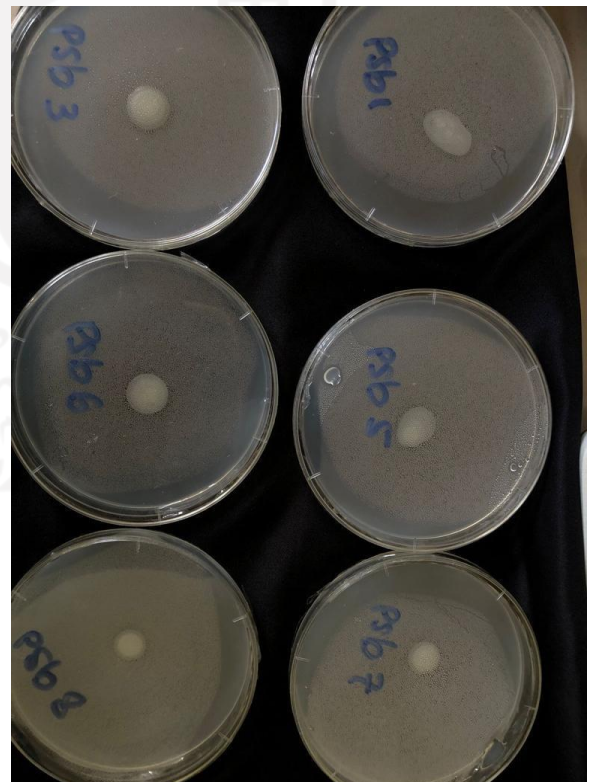
*Lampiran 1 Pengambilan sampel tanah uji tambang emas desa kalirejo*



*Lampiran 2 isolasi mikroba indigenous*



*Lampiran 3 Inokulasi mikroba indigenous*



*Lampiran 4 Haluzon mikroba indigenous pada cawan petri*



*Lampiran 5 Sampel tanah uji yang sudah diberi perlakuan*



*Lampiran 6 Pemantauan pH, kelembaban, dan suhu pada tanah uji*



*Lampiran 8 Penanaman semai pada tanah uji*



*Lampiran 7 Pengukuran berat kering tumbuhan*





*Lampiran 9 Destruksi tanah uji sebelum pengujian logam berat*



*Lampiran 10 Tanah uji yang didestruksi*

