

TUGAS AKHIR

**POTENSI PENGGUNAAN BAHAN PEMBENAH TANAH
UNTUK STABILISASI TANAH BEKAS TAMBANG EMAS
DESA KALIREJO, KULONPROGO DI YOGYAKARTA**

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



**UCI MULTHAZA
18513222**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022**

TUGAS AKHIR

**POTENSI PENGGUNAAN BAHAN PEMBENAH TANAH
UNTUK STABILISASI TANAH BEKAS TAMBANG EMAS
DESA KALIREJO, KULONPROGO, DI YOGYAKARTA**

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



**UCI MULTHAZA
18513222**

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 : 22 Desember 2022

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

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

NIK. 095130403

Tanggal : 23 Desember 2022

TUGAS AKHIR
POTENSI PENGGUNAAN BAHAN PEMBENAH TANAH
UNTUK STABILISASI TANAH BEKAS TAMBANG EMAS
DESA KALIREJO, KULONPROGO, DI YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Jumat

Tanggal : 23 Desember 2022

Disusun Oleh:

UCI MULTHAZA

18513222

Tim Penguji :

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

()

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

()

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, 18 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Uci Multhaza
18513222

PRAKATA

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, tidak luput dari dorongan dari orang-orang yang peduli dan saying kepada penulis. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Keluarga yang telah memberi doa dan kepercayaan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir
2. Bapak/Ibu dosen pembimbing ibu Dewi Wulandari., S.Hut.,M.Agr.,Ph.D, ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T, dan bapak Dr. Ir. Kasam, M.T yang sudah membimbing selama proses penyelesaian tugas akhir
3. Mas Heriyanto, A.Md, yang telah membantu dalam menyelesaikan kebutuhan administrasi di Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII
4. Pihak laboran Laboratorium Kualitas Lingkungan yang sudah membimbing penulis selama proses analisa di Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII
5. Teman-teman satu topik penelitian yang telah Bersama-sama bekerja keras selama proses penelitian berlangsung
6. Seluruh pihak yang terlibat lainnya yang tidak dapat disebut satu persatu.

Pada tugas ini penulis menyadari penulisan tugas ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari para pembaca tugas ini yang bermanfaat bagi kita semua nanti hendaknya.

Yogyakarta, 18 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Uci Malthaza
18513222

ABSTRAK

UCI MULTHAZA, Potensi Penggunaan Bahan Pembenh Tanah Untuk Stabilisasi Tanah Bekas 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.

Penambangan emas di daerah Kalirejo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta dilakukan secara langsung di lokasi pengambilan emas menggunakan teknik amalgamasi merkuri. Penelitian ini bertujuan untuk efektifitas bahan pembenh tanah (kompos dan biochar) untuk stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat. Penelitian dilakukan pada 3 perlakuan tanah dengan masing-masing 3 kali pengulangan. Parameter logam berat yang diuji yaitu Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd). Analisis yang dilakukan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) dan *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS). Penggunaan bahan pembenh tanah kompos dan biochar dapat mereduksi logam berat Pb, Cd dan Hg serta dapat meningkatkan nutrisi P total dan Kalium. Selain itu, penggunaan bahan pembenh tanah juga dapat meningkatkan pH tanah tambang emas. Setelah didapatkannya hasil pengukuran penggunaan bahan pembenh kompos lebih efektif dalam menstabilkan tanah dibandingkan dengan biochar.

Kata Kunci : Tambang Emas, Pembenh Tanah, Merkuri, Timbal, Kadmium

ABSTRACT

UCI MULTHAZA, *Potential Use of Soil Improvement Materials for Stabilization of Ex-Gold Mine Soil Kalirejo Village, Kulon Progo, Special Region of Yogyakarta. Supervised by Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D and Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.*

Gold mining in the Kalirejo area, Kulon Progo, Yogyakarta Special Region is carried out directly at the gold extraction location using mercury amalgamation techniques. This study aims to determine the effectiveness of soil amendments (compost and biochar) for stabilizing soil contaminated with heavy metals. The study was conducted on 3 soil treatments with 3 repetitions each. Heavy metal parameters tested were Mercury (Hg), Lead (Pb), and Cadmium (Cd). The analysis was carried out using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) and Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) methods. The use of compost and biochar soil enhancers can reduce heavy metals Pb, Cd and Hg and can increase Phosphorus and Potassium nutrients. In addition, the use of soil amendments can also increase the pH of gold mining soil. After obtaining the measurement results, the use of composting materials is more effective in stabilizing the soil compared to biochar.

Keywords : Gold Mine, Soil Improvement, Mercury, Lead, Cadmium



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tambang Emas Rakyat	6
2.2 Proses Amalgamasi	6
2.3 Logam Berat Di Tambang Emas	7
2.3.1 Timbal (Pb).....	7
2.3.2 Kadmium (Cd).....	7
2.3.3 Merkuri (Hg).....	8
2.4 Stabilisasi Tanah Untuk Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang Emas	8
2.4.1 Proses stabilisasi tanah	9
2.4.2 Peran kompos	9
2.4.3 Peran biochar	10
2.4.4 Tanaman capsicum spp.....	10
2.5 Studi Penelitian Terdahulu	11
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian	14

3.2 Kerangka Berfikir	14
3.3 Tahapan Penelitian.....	15
3.3.1 Pengambilan sampel	17
3.3.2 Karakterisasi tanah (uji parameter awal)	17
3.3.3 Persiapan bahan pembenah tanah	18
3.3.4 Stabilisasi tanah	18
3.3.5 Proses penanaman tanaman uji.....	18
3.3.6 Proses pengamatan	19
3.3.7 Proses panen dan pengambilan sampel	21
3.3.8 Proses analisa logam berat dan peningkatan nutrisi	22
3.4 Proses Analisa Data	23
3.5 Analisis Statistik	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Pengaruh Bahan Pembenah Tanah Terhadap Tanah Tambang Emas	24
4.1.1 Temperatur dan kelembaban tanah uji.....	24
4.1.2 Pengukuran pH tanah uji	26
4.2 Pengaruh Penggunaan Bahan Pembenah Tanah Terhadap Tanah Tambang Emas Dalam Pertumbuhan Tanaman Uji.....	27
4.2.1 Jumlah daun dan tinggi batang tanaman uji	27
4.2.3 Biomassa tanaman uji	31
4.3 Hasil Pengujian Akhir pH Tanah Uji.....	32
4.4 Pengaruh Penggunaan Bahan Pembenah Tanah Terhadap Reduksi Logam Pada Tanah Tambang Emas	35
4.4.1 Reduksi logam timbal (Pb)	36
4.4.2 Reduksi logam kadmium (Cd).....	38
4.4.3 Reduksi logam merkuri (Hg).....	39
4.5 Pengaruh Penggunaan Bahan Pembenah Tanah Terhadap Peningkatan Nutrisi Pada Tanah Tambang Emas	41
4.5.1 Peningkatan nutrisi P total	41
4.5.2 Peningkatan nutrisi kalium	43

BAB V SIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Simpulan.....	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	52





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3. 1 Karakterisasi Awal Sampel Sebelum Diberikan Perlakuan	17
Tabel 3. 2 Tabel Perbandingan Setiap Perlakuan	18
Tabel 3. 3 Parameter Uji Mingguan Yang Dilakukan	19
Tabel 4. 1 Persentase Penambahan Daun Tanaman Uji <i>Capsicum Spp</i> Selama Proses Pengamatan.....	27
Tabel 4. 2 Hasil Uji Analisis <i>Of Variance</i> Jumlah Daun Tanaman Uji <i>Capsicum Spp</i> Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	28
Tabel 4. 3 Hasil Uji Analisis <i>Of Variance</i> Tinggi Batang Tanaman Uji <i>Capsicum Spp</i> Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	31
Tabel 4. 4 Hasil Uji Analisis <i>Of Variance</i> Biomassa Tanaman Uji <i>Capsicum Spp</i> Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	32
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran pH Akhir Tanah Uji	33
Tabel 4. 6 Hasil Uji <i>Analisis Of Variance</i> pH Aktual Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	35
Tabel 4. 7 Hasil Uji <i>Analisis Of Variance</i> pH Potensial Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	35
Tabel 4. 8 Standar Acuan Logam Berat	36
Tabel 4. 9 Hasil Uji Analisis <i>Of Variance</i> Reduksi Pb Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	37
Tabel 4. 10 Hasil Uji <i>Analisis Of Variance</i> Reduksi Cd Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	39
Tabel 4. 11 Hasil Uji Analisis <i>Of Variance</i> Reduksi Hg Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	40
Tabel 4. 12 Hasil Uji Analisis <i>Of Variance</i> Peningkatan Nutrisi P Total Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	42
Tabel 4. 13 Hasil Uji Analisis <i>Of Variance</i> Peningkatan Nutrisi K Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	44



الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Peta Lokasi Titik Sampling	14
Gambar 3. 2 Kerangka Berfikir	15
Gambar 3. 3 Tahapan Penelitian.....	16
Gambar 3. 4 Pengukuran Suhu Rumah Kaca Selama Proses Pengamatan Mingguan Berlangsung	21
Gambar 3. 5 Pengukuran Persentase Kelembaban Rumah Kaca Selama Proses Pengamatan Mingguan Berlangsung	21
Gambar 4. 1 Rerata Pengukuran Suhu Tanah Uji Selama Proses Pengamatan Mingguan	25
Gambar 4. 2 Rerata Persentase Kelembaban Tanah Uji Selama Proses Pengamatan Mingguan.....	25
Gambar 4. 3 Rerata Pengukuran pH Tanah Uji Selama Proses Pengamatan Mingguan	26
Gambar 4. 4 Survival Rate Tanaman Uji <i>Capsicum Spp</i> Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar.....	29
Gambar 4. 5 Rerata Tinggi Batang Tanaman Uji <i>Capsicum Spp</i> Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	30
Gambar 4. 6 Biomassa Tanaman Uji <i>Capsicum Spp</i> Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar.....	31
Gambar 4. 7 Grafik Rerata pH Pada Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	34
Gambar 4. 8 Analisa Konsentrasi Pb Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	37
Gambar 4. 9 Analisa Konsentrasi Cd Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar	38
Gambar 4. 10 Analisa Konsentrasi Hg Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar.....	40
Gambar 4. 11 Analisa Konsentrasi P Total Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar.....	42

Gambar 4. 12 Analisa Konsentrasi K Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenah Tanah Kompos dan Biochar43





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Emas merupakan salah satu bahan baku perhiasan yang dibutuhkan di seluruh dunia pada saat ini. Berdasarkan hasil penelusuran BBC News Indonesia bahwa pada tahun 2019 produksi tambang emas dunia turun 1% sehingga menjadi 3.531 ton jika dibandingkan dengan tahun 2018. Maka dari itu, kebutuhan emas semakin meningkat seiring dengan berjalannya waktu. Secara geologi, wilayah Indonesia berada pada jalur magmatisme yang mana dapat mempengaruhi keberadaan deposit logam berat salah satunya deposit logam berat emas (Kusuma *et al*, 2017).

Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) telah ditetapkan pemerintah menjadi wilayah pertambangan yang dikelola oleh masyarakat demi memakmurkan masyarakat lokal. Dengan begitu, potensi sumberdaya lokal seperti masyarakat yang tinggal di sekitar tambang ataupun mineral logam emas dapat dikelola secara berkelanjutan di wilayah yang sudah ada kegiatan penambangan emas tradisional (Santoso *et al*, 2018). Maka dari itu, untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tidak sedikit wilayah di Indonesia yang menjadi deposit logam emas salah satunya yaitu tambang emas rakyat di Dusun Kalirejo Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. Setelah Gunungkidul, kabupaten di DI Yogyakarta yang memiliki cadangan tambang yang cukup besar yaitu Kabupaten Kulon Progo. Dengan adanya usaha pertambangan, maka akan banyak memberikan lapangan kerja untuk masyarakat sekitar (Santoso *et al*, 2018).

Penambangan emas di daerah Kalirejo, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta dilakukan secara langsung di lokasi pengambilan emas menggunakan teknik amalgamasi merkuri. Pemakaian merkuri sudah lama dilakukan penambang dikarenakan mudah didapat. Selain itu, perhatian dari pemerintah masih minim (Kusuma *et al*, 2017). Teknik amalgamasi merupakan proses ekstraksi emas dengan cara mencampurkan bijih emas dengan merkuri (Hg) yang nantinya dilakukan di gelondong, yang mana nantinya metode ini dapat mempengaruhi kondisi lingkungan. Pengolahan dengan menggunakan

metode amalgamasi dapat menyebabkan kontaminasi antara Hg dan logam berat lain yang dapat menimbulkan dampak lingkungan hingga berbahaya bagi kesehatan masyarakat. Setelah proses amalgamasi selesai, limbah yang mengandung merkuri dialirkan ke kolam penampungan di sekitar tempat penambangan dan dibiarkan tanpa proses pengolahan lebih lanjut. Konsentrasi Hg dalam limbah tersebut sebesar 800 – 6900 ppm. Proses penambangan emas terus berlangsung walaupun kolam penampungan limbah sudah penuh (Setiabudi, 2005).

Dengan keberadaan logam berat Hg pada tanah, maka akan dapat mempengaruhi pH tanah menjadi lebih asam. Maka dari itu, jika pH pada tanah memburuk dapat memicu peningkatan konsentrasi kandungan logam lainnya seperti logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd). Keberadaan logam Pb dan Cd dapat terjadi akibat proses alami pengikisan batu mineral serta dapat juga diakibatkan oleh pembuangan sisa limbah kegiatan pertambangan (Syaifullah *et al.* 2018). Keberadaan logam Pb dan Cd di tanah dapat terjadi secara alami akibat tetapi jika berlebihan dapat bersifat racun terhadap tanah.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian kali ini akan membahas mengenai potensi bahan pembenah tanah untuk stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat tambang emas di desa Kalirejo, Kulon Progo DI Yogyakarta. Proses penambangan emas yang dilakukan di tambang emas Desa Kalirejo dilakukan menggunakan bahan-bahan yang mengandung logam berat, sehingga logam berat dapat mencemari tanah di area penambangan. Maka dari itu, dibutuhkan bahan organik sederhana guna menstabilkan kembali sifat-sifat tanah di tambang emas tersebut. Bahan organik seperti kompos dan biochar sering digunakan untuk menghilangkan logam berat, dikarenakan mengandung gugus fungsional, jika terionisasi akan bersifat aktif untuk mengikat logam berat. Konsentrasi gugus fungsional aktif tersebut akan menjadi lebih tinggi di pH tinggi, dikarenakan ionisasi hidrogen mudah terjadi (Haryono *et al.*, 2009).

Kompos mempunyai kandungan asam humat yang mana dapat mengkelat unsur logam berat. Asam humat yaitu bahan yang memiliki kemampuan dalam memperbaiki kondisi tanah dengan cara berinteraksi dengan ion logam, oksida dan hidroksida, dan zat pencemar lainnya (Lestari 2020). Sedangkan biochar merupakan bahan yang dapat meningkatkan pH tanah dan berkontribusi terhadap stabilisasi logam berat. Penggunaan

biochar dalam perbaikan tanah yang tercemar dapat memberikan solusi baru untuk masalah pencemaran tanah (Hidayat 2015).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses karakterisasi kimia tanah di lokasi tambang emas Desa Kalirejo Kabupaten Kulon Progo DI Yogyakarta?
2. Bagaimana efektifitas bahan pembenah tanah (kompos dan biochar) terhadap serapan logam berat (Pb, Cd, Hg), pH, serta peningkatan nutrisi (P Total dan Kalium) pada tanah bekas tambang emas?
3. Bagaimana efektifitas bahan pembenah tanah (kompos dan biochar) terhadap pertumbuhan tanaman *capsicum spp*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Karakterisasi kimia tanah di lokasi tambang emas Desa Kalirejo Kabupaten Kulon Progo DI Yogyakarta.
2. Analisis efektifitas bahan pembenah tanah (kompos dan biochar) terhadap serapan logam berat (Pb, Cd, Hg), pH, serta peningkatan nutrisi (P Total dan Kalium) pada tanah bekas tambang emas.
3. Analisis efektifitas bahan pembenah tanah (kompos dan biochar) terhadap pertumbuhan tanaman *capsicum spp*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi universitas

Dapat menjadi studi literatur dan sarana pembelajaran yang dapat digunakan oleh mahasiswa maupun dosen di lingkungan universitas mengenai stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat tambang emas menggunakan bahan organik sebagai pembenah tanah dengan tujuan mengembalikan sifat alami lingkungan.

2. Bagi masyarakat dan pemerintah

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan maupun referensi oleh pemerintah maupun masyarakat mengenai potensi bahan pembenah tanah untuk stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat tambang emas. Selain itu, diharapkan pemerintah mendukung penggunaan bahan organik guna memperbaiki kondisi awal lingkungan lokasi tambang emas.

3. Bagi peneliti

Dapat menambah wawasan, pengalaman, serta pengetahuan mengenai potensi bahan pembenah tanah untuk stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat tambang emas serta dapat membantu peneliti dalam penggunaan bahan organik supaya dapat memperbaiki tanah di lingkungan penambangan emas.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup atau Batasan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Parameter logam berat pengujian yaitu Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg).
2. Pengukuran parameter logam menggunakan instrumen AAS dan ICP-MS.
3. Penelitian dilakukan mulai dari bulan Juni 2022 hingga Oktober 2022.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tambang Emas Rakyat

Pertambangan emas rakyat merupakan kegiatan yang mana umumnya dilaksanakan masyarakat yang tinggal di daerah pertambangan yang mempunyai sumber daya alam (SDA) galian golongan B yang mana golongan B tersebut adalah berupa emas dan dapat menjamin hidup orang. Sebagian besar, emas dijadikan oleh masyarakat sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan hidup. Pengolahan di tambang emas rakyat biasanya menggunakan alat-alat sederhana dan pengoperasian alat tersebut bisa dilakukan secara gotong royong mulai dari mengolah bebatuan hingga nantinya dapat berupa butiran emas. Dengan kemunculan pertambangan emas rakyat memang sulit di hindari, dikarenakan pertambangan emas rakyat merupakan sebuah sektor industri pertambangan yang mana bisa meningkat secara cepat seiring dengan permintaan dan kebutuhan yang mana dapat menunjang kesejahteraan rakyat (Khosmas *et al.* 2019).

2.2 Proses Amalgamasi

Penambangan emas di pertambangan rakyat desa Kalirejo, Kulon Progo dilaksanakan dengan metode tambang bawah tanah, yakni dengan cara membuat terowongan sebagai jalan masuk ke dalam tambang. Penambangan dilaksanakan menggunakan alat-alat yang sederhana seperti palu, pahat, sekop, cangkul, dan belincong. Penambangan dilakukan secara selektif pada saat memilih bijih emas dengan kadar rendah ataupun tinggi. Selanjutnya, hasil dari penambangan yang sudah dilakukan diolah menggunakan metode amalgamasi. Metode amalgamasi merupakan proses pengikatan logam emas dengan menggunakan merkuri (Hg) yang dilakukan di dalam tabung yang disebut gelundung atau bisa di sebut dengan amalgamator. Selain digunakan sebagai proses amalgamasi, amalgamator juga berfungsi sebagai alat untuk mereduksi butir bijih dari bijih yang kasar hingga berbutir halus. Amalgamator diputar dengan melalui kincir air di sungai atau juga dapat dengan menggunakan tenaga listrik. Selanjutnya, dilakukan

pencucian dan pendulangan guna memisahkan amalgam (perpaduan logam emas/perak dengan Hg) dari ampas (*tailing*) (Widodo 2008).

2.3 Logam Berat Di Tambang Emas

Logam berat merupakan unsur logam dengan berat molekul yang tinggi. Pada umumnya, logam berat sudah beracun bagi tumbuhan, hewan dan manusia ketika dalam kadar rendah. Logam berat merupakan salah satu faktor pencemaran tanah dengan urgensi yang paling penting. Contoh dari logam berat yang terkandung di tanah tambang emas adalah Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg). Logam tersebut merupakan kontaminan yang berasal dari luar tanah. Maka dari itu sangat perlu diperhatikan dikarenakan berhubungan erat dengan kesehatan manusia dan lingkungan sekitar (F. J. Santoso *et al.* 2014).

2.3.1 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang berpotensi menjadi racun ketika berada didalam tanah dengan konsentrasi yang berlebih. Unsur Pb termasuk kelompok logam berat yang tidak esensial untuk tumbuhan, dan juga bisa mengganggu siklus hara didalam tanah. Hingga saat ini, timbal (Pb) masih dipandang sebagai pencemar yang mampu menimbulkan pencemaran tanah dan juga lingkungan (R 2014).

Logam Pb dinyatakan sebagai logam yang bersifat toksik atau pencemar yang buruk. Pencemaran tanah akibat logam Pb dapat disebabkan oleh faktor alam maupun aktivitas manusia sangat sulit dihindari seperti penambangan, sehingga perlu dilakukan degradasi dengan metode pengendalian yang efektif bagi tanah yang tercemar logam Pb (Peralatan 2022).

2.3.2 Kadmium (Cd)

Faktor yang dapat mempengaruhi peresapan kadmium di dalam tanah yakni kandungan bahan organik yang ada di dalam tanah, derajat keasaman (pH) pada tanah, ukuran partikel tanah, kemampuan pertukaran ion di dalam tanah, serta temperatur tanah.

Walaupun pencemaran cadmium di dalam tanah belum sampai menimbulkan kasus kematian dalam jumlah besar, tetapi cadmium dapat menimbulkan gangguan kesehatan bahkan kematian bagi manusia (Setyoningrum *et al*, 2014).

Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang terdapat secara alami sebagai hasil pelapukan batuan dan erupsi maupun disebabkan aktivitas manusia terutama di pertambangan. Kadmium dapat berada di dalam tanah yang mana dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah, derajat keasaman (pH) tanah, ukuran partikel tanah, kemampuan pertukaran ion, serta temperatur tanah (Yunianto 2014).

2.3.3 Merkuri (Hg)

Merkuri (Hg) merupakan logam berat memiliki nomor atom 80 dengan berat 200,6. Merkuri termasuk unsur yang begitu jarang di dalam kerak bumi, dan juga relatif terkonsentrasi di beberapa daerah vulkanik dan juga endapan mineral biji yang di hasilkan oleh logam-logam berat. Merkuri merupakan salah satu logam yang dapat ditemukan dalam dua bentuk, yaitu organik dan anorganik. Merkuri organik merupakan senyawa merkuri yang berikatan dengan unsur karbon membentuk metil, etil, ataupun gugus fungsi yang sejenis. Sedangkan merkuri anorganik meliputi uap merkuri (Hg^0), garam merkuri (Hg^{2+}) serta logam merkuri. Merkuri organik merupakan bentuk geokimia dari merkuri yang mempunyai tingkat toksisitas paling tinggi terhadap manusia (Banunaek 2016).

Merkuri adalah logam berat dengan bahan pencemar tergolong paling berbahaya. Penambangan emas merupakan salah satu faktor penyebab pencemaran merkuri pada tanah. Proses yang menjadi penyebab utamanya adalah pada saat proses penggilingan. Penggilingan pada saat proses penambangan emas dapat menyebabkan merkuri terpecah sehingga menjadi butiran halus dan sifatnya sulit dipisahkan, sehingga dapat lepas dari gelendung (Zulfikah *et al*, 2014).

2.4 Stabilisasi Tanah Untuk Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang Emas

Stabilisasi merupakan suatu upaya guna memperbaiki sesuatu agar menjadi stabil. Stabilisasi tanah merupakan proses pencampuran bahan organik dengan tanah

terkontaminasi yang berguna memperbaiki sifat-sifat tertentu di tanah. Proses stabilisasi tanah mencakup pencampuran tanah dengan bahan organik yang tersedia secara umum yang mampu mengubah gradasi, tekstur, atau bertindak sebagai pengikat untuk sementasi di tanah (Dhakar *et al*, 2020).

2.4.1 Proses stabilisasi tanah

Stabilisasi tanah bisa dilakukan dengan cara dipadatkan atau mencampurkan bahan lain yang mana dapat memperbaiki kembali sifat-sifat tanah dan menjadikan sifat tanah kembali ke semula. Bahan lain yang dimaksud yaitu bahan-bahan organik seperti kompos dan biochar yang bermanfaat dapat menghilangkan kandungan tidak baik yang ada pada tanah (Abdurrozak *et al*, 2017).

Metode stabilisasi yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis yaitu dengan cara menambahkan kekuatan dan kuat dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah. Sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambahkan kekuatan dan kuat dukung tanah dengan cara mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan (Soehardi *et al*, 2017).

2.4.2 Peran kompos

Kompos adalah bahan organik yang mana sudah mengalami proses pelapukan dikarenakan adanya interaksi antara mikroorganisme yang berperan sebagai bakteri pembusuk yang bekerja di dalamnya dan juga merupakan salah satu unsur pembentuk kesuburan tanah. Maka dari itu, untuk menghasilkan tanah yang subur perlu ditambahkan kompos sebagai bahan organik. Pupuk kompos sangat baik digunakan karena beberapa faktor seperti tidak merusak lingkungan, proses pembuatan kompos cukup mudah dengan bahan yang tidak sulit ditemukan, selain itu pupuk kompos juga tidak memakan banyak biaya (Bachtiar *et al*, 2019).

Penggunaan kompos untuk stabilisasi tanah yang terkontaminasi logam berat mampu meningkatkan pertumbuhan serta biomasa pada tanaman yang tumbuh. Selain untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, unsur hara yang diberikan oleh kompos juga bisa mempercepat penyerapan logam berat ke tanaman yang tumbuh. Selain itu, kompos

berperan dalam perbaikan stabilitas agregat pada tanah serta daya serap air pada tanah dapat ditingkatkan (Putra *et al*, 2018).

2.4.3 Peran biochar

Biochar merupakan biomassa organik yang mana telah mengalami proses termolisis sehingga dapat dibuat dengan skala yang sederhana dan di kembangkan guna mengatasi permasalahan tanah yang terkontaminasi. Biochar mampu bertahan lama di dalam tanah atau relatif resisten terhadap serangan mikroorganisme, sehingga proses dekomposisi pada biochar berjalan lambat. Biochar mempunyai permukaan besar, dan juga kapasitas yang cukup tinggi guna menyerap logam berat. Selain itu biochar juga dapat digunakan untuk mengurangi pelindian logam berat serta polutan organik dalam tanah melalui proses adsorpsi. Biochar bersifat basa yang dapat meningkatkan pH tanah dan berkontribusi terhadap stabilisasi logam berat. Aplikasi biochar untuk perbaikan dari tanah yang tercemar dapat memberikan solusi baru untuk masalah polusi tanah (Hidayat 2015).

Penambahan biochar pada lapisan tanah dapat memberikan manfaat yang cukup besar antara lain dapat memperbaiki struktur tanah, menahan air dan tanah dari erosi karena luas permukaannya lebih besar, memperkaya karbon organik dalam tanah, meningkatkan pH tanah sehingga secara tidak langsung meningkatkan produksi tanaman yang tumbuh di tanah yang diberi pembenah biochar (Mateus *et al*. 2017).

2.4.4 Tanaman *capsicum spp*

Cabai rawit atau bisa disebut *capsicum spp* merupakan jenis tanaman suku terung-terungan (*Solanaceae*) yang berasal dari Amerika Selatan. Cabai rawit sejak lama telah banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Cabai rawit sering kali digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga yaitu sebagai bumbu masak. Selain itu cabai banyak digunakan sebagai bahan baku industri pangan dan farmasi (Agustina *et al*. 2021)

Capsicum spp tergolong tanaman yang dapat tumbuh dalam waktu yang singkat. *Capsicum spp* juga dapat hidup di dataran rendah hingga dataran tinggi antara 0-1000 m dpl pada temperature rata-rata 16 °C hingga 32 °C (Kementerian Pertanian 2019).

2.5 Studi Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan tabel studi penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini.



Tabel 2. 1 Studi Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Penelitian yang dilakukan
1	Hidayat	2015	Remediasi tanah tercemar logam berat dengan menggunakan biochar	Penggunaan biochar di tanah lahan peranian yang terkontaminasi oleh limbah industri dapat menurunkan kadar logam berat seperti Cd, As, Cr, Cu, Ni dan Pb.	Penggunaan biochar dan kompos sebagai bahan pembenah tanah guna menurunkan kadar logam berat (pb, Cd, dan Hg), meningkatkan pH serta nutrisi P total dan K pada tanah tambang emas.
2	Batubara, dkk	2015	Penambahan logam berat Pb pada tanah dengan penambahan biochar sekam padi	Penambahan biochar dari sekam padi dapat memberikan pengaruh untuk meningkatkan penyisihan logam berat Pb.	Penggunaan biochar dan kompos sebagai bahan pembenah tanah guna menurunkan kadar logam

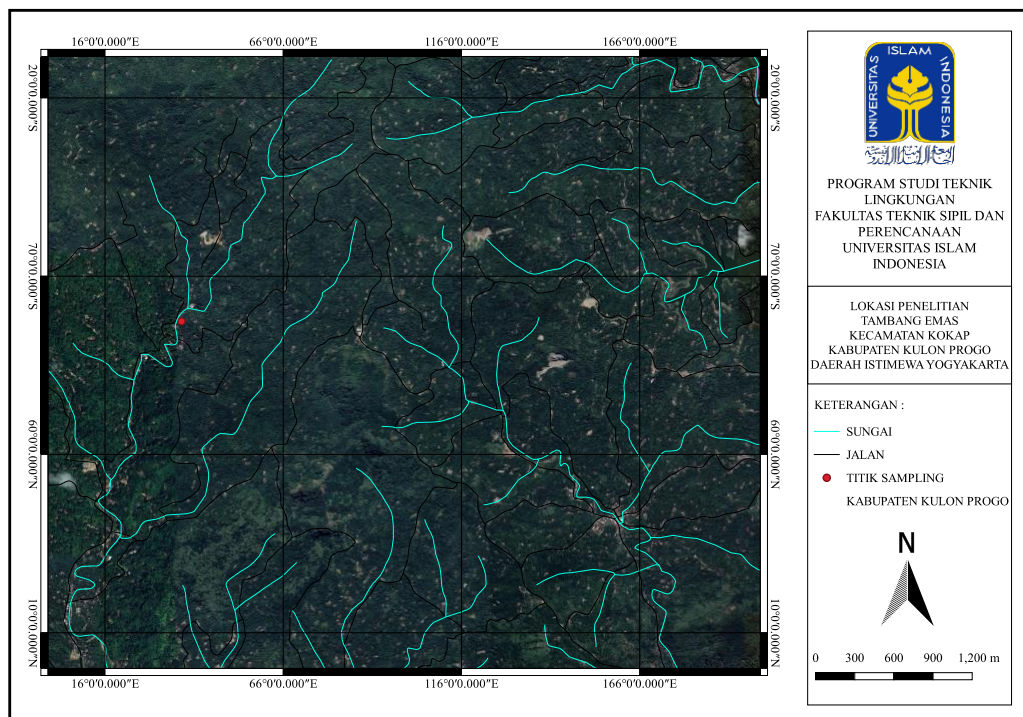
				Penyisihan Pb tertinggi terjadi pada penambahan biochar sebanyak 15%.	berat (pb, Cd, dan Hg), meningkatkan pH serta nutrisi P total dan K pada tanah tambang emas.
3	Sasmita, dkk	2021	Rehabilitasi Tanah Tercemar Merkuri (Hg) Akibat Penambangan Emas dengan Pencucian dan Bahan Organik di Rumah Kaca	Pemberian kompos dikombinasikan bersama pencucian air bebas ion dapat menurunkan kandungan merkuri sampai di bawah ambang batas yang disarankan Dirjen POM sebesar 0,05 ppm = 50 ppb.	Penggunaan biochar dan kompos sebagai bahan pembenah tanah guna menurunkan kadar logam berat (pb, Cd, dan Hg), meningkatkan pH serta nutrisi P total dan K pada tanah tambang emas.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian berlangsung selama 4 bulan, terhitung mulai bulan Juni 2022 hingga bulan Oktober 2022. Pengambilan sampel dilakukan di tambang emas rakyat Desa Kalirejo Kabupaten Kulonprogo DI Yogyakarta pada tanggal 19 Maret 2022 dengan titik koordinat Lat -7.815445, Long 110.075089.

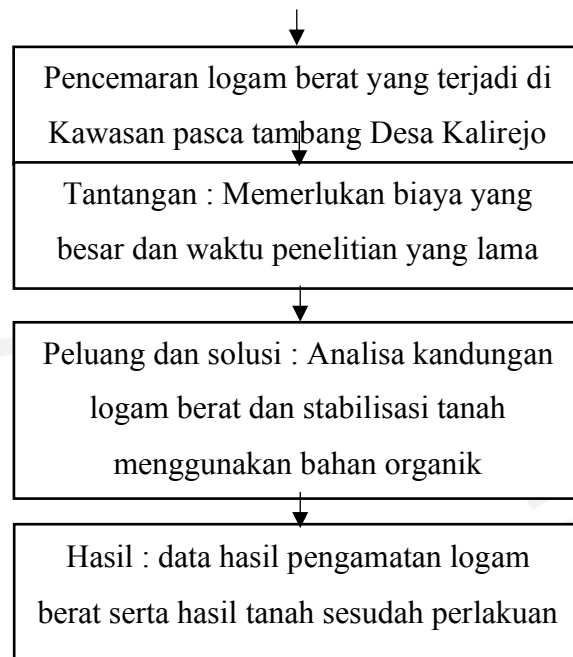


Gambar 3. 1 Peta Lokasi Titik Sampling

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

3.2 Kerangka Berfikir

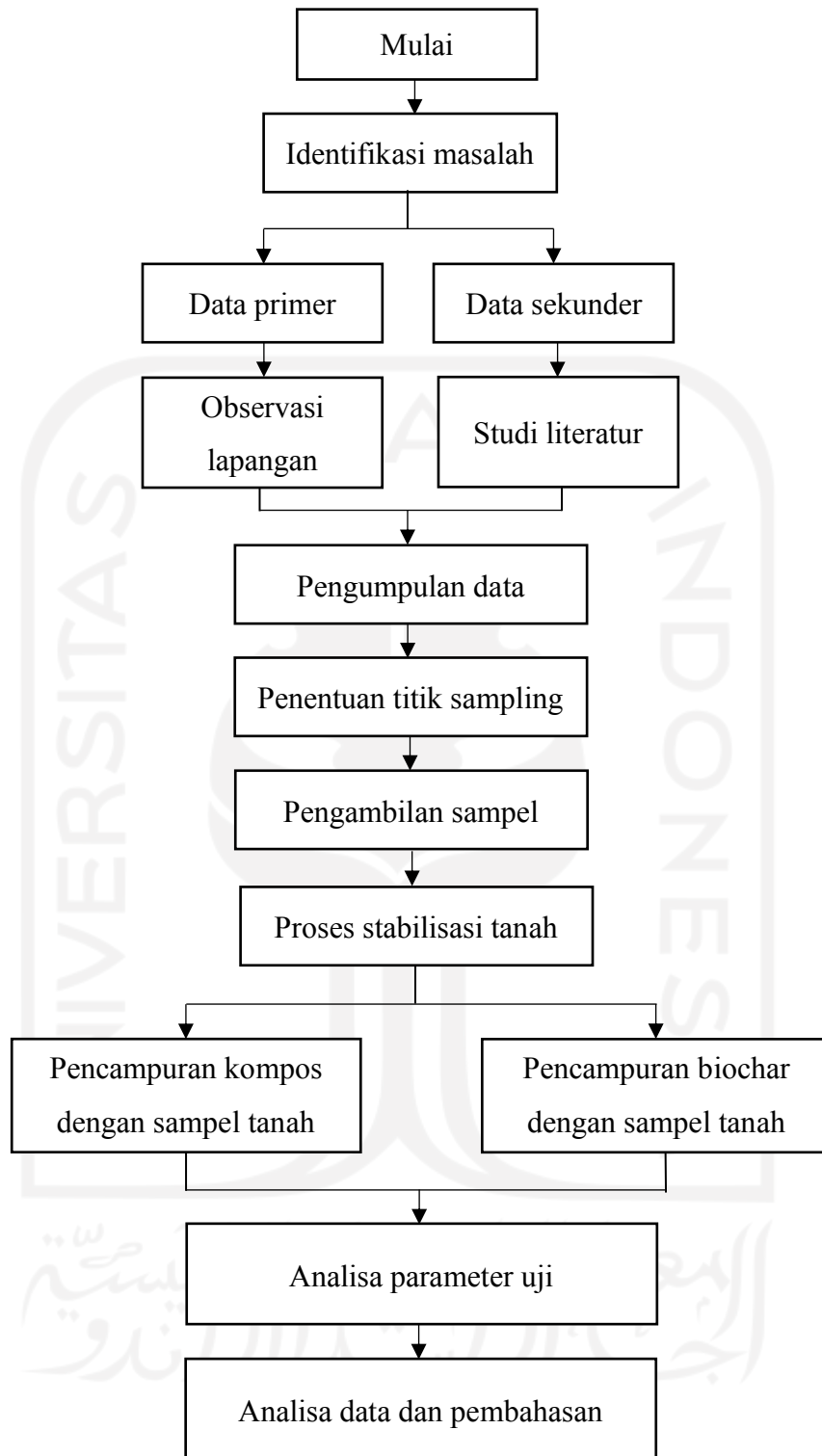
Tambang emas



Gambar 3. 2 Kerangka Berfikir

3.3 Tahapan Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Data primer didapatkan dari observasi langsung ke lapangan dan penelitian di laboratorium, sedangkan data sekunder didapatkan dari studi literatur seperti web resmi, jurnal ilmiah, dan referensi lainnya yang dapat dijadikan sebagai acuan selama penelitian berlangsung. Berikut merupakan tahapan penelitian.



Gambar 3. 3 Tahapan Penelitian

3.3.1 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di lokasi pengolahan yang masih aktif. Titik sampel berada di kolam proses amalgamasi. Proses amalgamasi yaitu ekstraksi bijih emas dengan cara mencampurkan tanah yang mengandung bijih emas dengan merkuri (Hg). Kondisi kolam pada saat pengambilan sampel tidak tergenang oleh air. Maka dari itu, persentase terkotaminasi logam berat di kolam proses amalgamasi cukup besar.

Proses pengambilan sampel dilakukan dengan cara mencangkul tanah dan sampel tanah di ambil pada kedalaman kira-kira 10 cm hingga 30 cm. Pengambilan sampel tidak dilakukan di permukaan tanah, ditakutkan kandungan logam berat sudah hilang yang diakibatkan oleh erosi. Sampel tanah yang sudah di cangkul di area titik sampling dimasukan ke dalam karung berukuran 25 kg.

3.3.2 Karakterisasi tanah (uji parameter awal)

Sampel tanah di uji parameter kimia, lalu dilakukan pengujian parameter menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dan *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS). Parameter kimia yang diuji yaitu logam Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg). Pengukuran absorbansi setelah mendapatkan hasil destruksi pada Panjang gelombang Pb yaitu 283.2 nm, Cd 228.8 nm dan Hg 253,7 nm (Fajriah *et al.* 2017). Berikut merupakan hasil uji karakterisasi awal tanah tambang emas :

Tabel 3. 1 Karakterisasi Awal Sampel Sebelum Diberikan Perlakuan

Parameter	Pembacaan	Satuan	Pengenceran (kali)	Konsentrasi (mg/kg)
Pb	0,101	ppm	1	3,12
Cd	0,007	ppm	1	0,08
Hg	159,501	ppb	100	31,35

3.3.3 Persiapan bahan pembenah tanah

Bahan pembenah tanah yang digunakan yaitu kompos dan biochar. Kompos yang digunakan yaitu pupuk kandang produksi lokal yang dibuat di Kalasan, DI Yogyakarta, dengan kandungan yaitu kotoran kambing murni. Biochar yang digunakan dalam penelitian ini yaitu arang sekam padi produksi lokal yang dibuat di Godean, Sleman, DI Yogyakarta.

3.3.4 Stabilisasi tanah

Stabilisasi tanah dilakukan dengan cara pencampuran bahan pembenah tanah dengan tanah sampel yang di ambil di area tambang emas rakyat. Proses stabilisasi tanah dilakukan di tempat terbuka agar proses stabilisasi tanah dapat berjalan dengan maksimal. Stabilisasi tanah dilakukan dengan 3 jenis sampel yang berbeda dengan perbandingan yang sama. Masing-masing sampel dilakukan 3 kali pengulangan, sehingga total ada 10 sampel ditambah 1 tanah kontrol. Berat tanah yang digunakan pada setiap sampel yaitu 4,5 kg, 3 kg tanah tambang dan 1,5 kg bahan pembenah tanah.

Tabel 3. 2 Tabel Perbandingan Setiap Perlakuan

Sampel	perbandingan
Tanah tambang	1
Tanah tambang + Kompos (T + K)	2 : 1
Tanah tambang + Biochar (T + B)	2 : 1
Tanah tambang + Kompos + Biochar (T + B + K)	2 : 1 : 1

3.3.5 Proses penanaman tanaman uji

Tanaman uji yang digunakan yaitu tanaman cabai *capsicum spp*. Pemilihan *capsicum spp* sebagai tanaman uji dikarenakan *capsicum spp* dapat tumbuh dalam waktu yang cepat dan mudah di dapat. Penanaman *capsicum spp* dilakukan dengan tujuan

sebagai pengujian keberhasilan terhadap tanah uji. Penanaman *capsicum spp* dilakukan sebanyak jumlah sampel tanah uji. Semai *capsicum spp* yang digunakan yaitu merupakan produksi lokal Kabupaten Kulonprogo, DI Yogyakarta yang sudah berusia kurang lebih 3 minggu. Penanaman dilakukan menggunakan *pollybag* ukuran 1 kg dan melakukan penyiraman serta pengamatan visual setiap hari.

3.3.6 Proses pengamatan

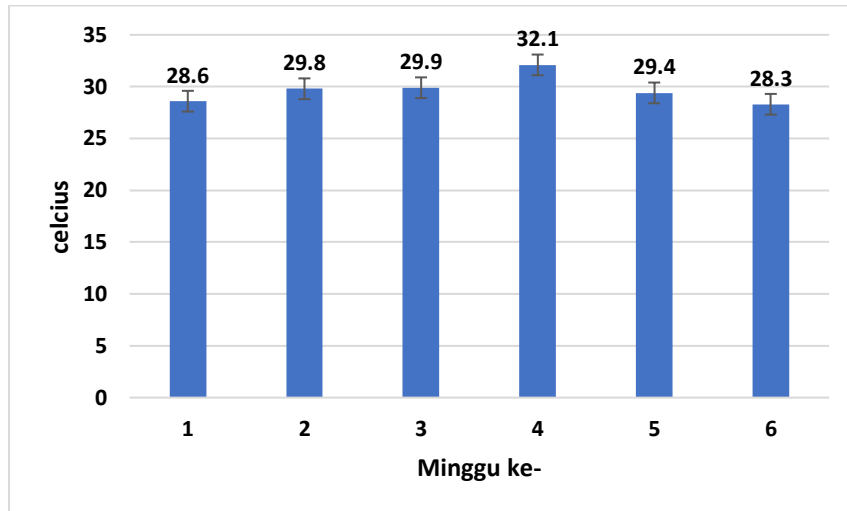
Proses stabilisasi tanah dilakukan selama 6 minggu mulai dari tanggal 8 Juli 2022 hingga 16 Agustus 2022. Selama proses stabilisasi tanah dilakukan pengukuran parameter uji yang dilaksanakan sekali dalam satu minggu dengan setiap hari dilakukan cek visualisasi. Berikut merupakan parameter uji mingguan proses stabilisasi tanah :

Tabel 3. 3 Parameter Uji Mingguan Yang Dilakukan

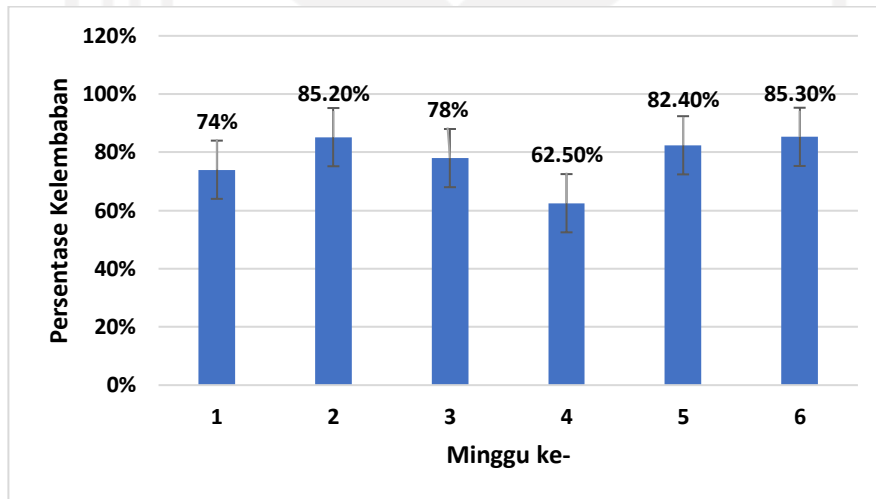
Parameter Uji	Alat Yang Digunakan	Metode Pengujian
pH tanah uji	<i>soil meter tester</i>	Menancapkan <i>probe</i> ke tanah dan tunggu hasil hingga stabil
Temperatur tanah uji	<i>soil meter tester</i>	Menancapkan <i>probe</i> ke tanah dan tunggu hasil hingga stabil
Kelembaban tanah uji	Oven dan desikator	Oven 10 gr tanah di suhu 105°C selama 2 jam. Desikator 15 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

Selain melakukan pengukuran pada tanah uji dan tanaman uji, pengukuran kelembaban dan suhu di rumah kaca juga dilakukan guna untuk mengamati iklim mikro. Berikut hasil pengukuran suhu dan temperatur yang dilakukan :



Gambar 3. 4 Pengukuran Suhu Rumah Kaca Selama Proses Pengamatan Mingguan Berlangsung



Gambar 3. 5 Pengukuran Persentase Kelembaban Rumah Kaca Selama Proses Pengamatan Mingguan Berlangsung

3.3.7 Proses panen dan pengambilan sampel

Proses panen tanaman uji dilakukan ketika usia tanaman sudah \pm 9 minggu. Panen tanaman uji dilakukan dengan cara memisahkan bagian jaringan atas tanaman dengan

jaringan bawah tanaman (akar). Pemisahan bagian tanaman dilakukan dengan cara memotong 1 cm diatas jaringan akar tanaman. Selanjutnya, jaringan atas dan jaringan akar tanaman ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan tingkat ketelitian yakni 0,001 gram. Kemudian, seluruh sampel dimasukkan ke dalam amplop coklat yang sudah diberi kode tanaman. Selanjutnya, seluruh sampel dilakukan pengeringan untuk menghitung biomassa berat kering sampel dengan cara di oven pada suhu 70 °C selama 72 jam atau selama 3 hari. Setelah kering, tiap-tiap jaringan tanaman uji ditimbang kembali menggunakan timbangan analitik dengan tingkat ketelitian yakni 0,001 gram.

Untuk pengambilan tanah uji, dilakukan dengan menyimpan tanah di dalam plastik transparan lalu dilapisi kembali dengan plastik hitam dengan kondisi gelap. Penyimpanan dilakukan dengan kondisi gelap bertujuan untuk menjaga kandungan dan sifat pada tanah uji.

3.3.8 Proses analisa logam berat dan peningkatan nutrisi

Pada proses stabilisasi tanah dilakukan pengujian kandungan logam berat dan pengujian tingkatan nutrisi yang terkandung di dalam tanah. Nutrisi yang diukur yaitu P Total dan Kalium. Pengukuran dilakukan pada tanah sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan.

Pada saat pengujian logam berat dan peningkatan nutrisi dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dan *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS). Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan alat yang digunakan pada metode analisis untuk menentukan unsur-unsur logam dan metaloid berdasarkan penyerapan cahaya oleh atom. Metode SSA mempunyai keunggulan, yakni mempunyai selektivitas dan sensitivitas yang cukup baik untuk analisis logam total dalam sampel. Sedangkan kelebihan ICP-MS memiliki batas deteksi yang sangat baik dan spectral mudah untuk di tafsirkan. Parameter yang di uji menggunakan AAS yaitu Cd, Pb dan Kalium. Sedaangkan parameter yang di uji menggunakan ICP-MS yaitu Hg.

Sebelum melakukan pengujian hal pertama yang harus dilakukan yaitu destruksi sampel dengan cara 1 gr sampel halus yang akan di uji di keringkan terlebih dahulu dan

di tambahkan HNO₃ dan aquades. Untuk pengujian logam Hg menggunakan larutan HNO₃ dan aquades ultrapure. Selanjutnya dapat didestruksi lalu di saring menggunakan kertas saring hingga jernih. Setelah itu sampel yang akan di uji dimasukkan ke dalam botol vial dan di beri tanda setiap sampel.

3.4 Proses Analisa Data

Proses Analisa data dilakukan dengan cara membandingkan data hasil dari pengamatan pada tanah sampel yang diberikan perlakuan stabilisasi dengan tanah kontrol yang tidak diberikan perlakuan yang disajikan dalam bentuk grafik. Hasil akhir yang diamati pada penelitian ini yaitu mengamati potensi kompos dan biochar sebagai bahan pembenah tanah pada tanah tambang emas.

3.5 Analisis Statistik

Pada penelitian ini, menggunakan pendekatan standar *error* (n) yakni dengan cara membandingkan 3 sampel perlakuan yang berbeda dengan masing-masing 3 pengulangan yang mana kompos dan biochar digunakan sebagai bahan pembenah tanah dibandingkan dengan tanah sampel tanpa perlakuan sebagai kontrol.

Fungsi standar *error* pada penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas pada sampel dan disajikan pada bentuk diagram *bar error*. Standar *error* merupakan komponen penting dalam pendugaan suatu nilai parameter. Standar *error* adalah standar deviasi dari distribusi sampling suatu statistik. Standar *error* merujuk kepada perkiraan standar deviasi dari sampel tertentu yang digunakan untuk menghitung suatu nilai estimator.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

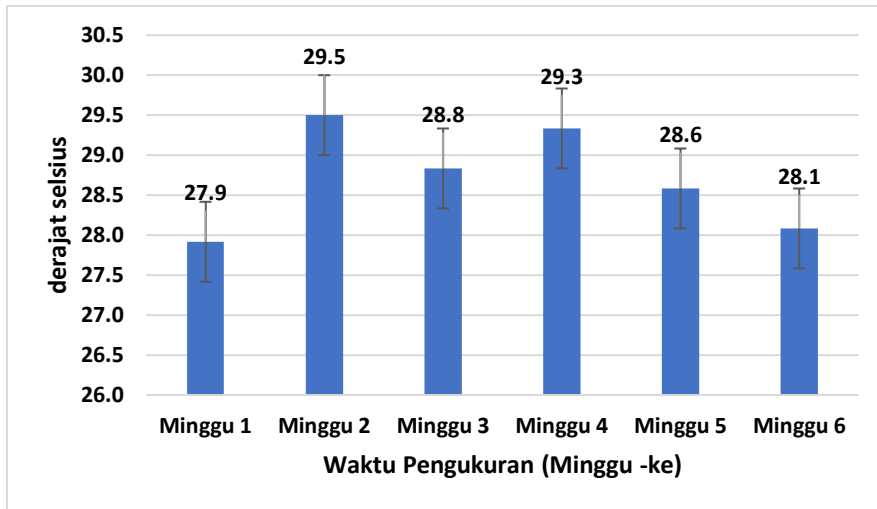
4.1 Pengaruh Bahan Pembenh Tanah Terhadap Tanah Tambang Emas

Pengamatan terhadap tanah uji yang sudah diberikan perlakuan pembersihan dilakukan pengamatan sekali dalam satu minggu dengan jangka waktu 6 minggu, yang berarti didapatkan 6 data pengamatan. Parameter yang di amati yaitu pH, temperatur, dan kelembaban tanah.

4.1.1 Temperatur dan kelembaban tanah uji

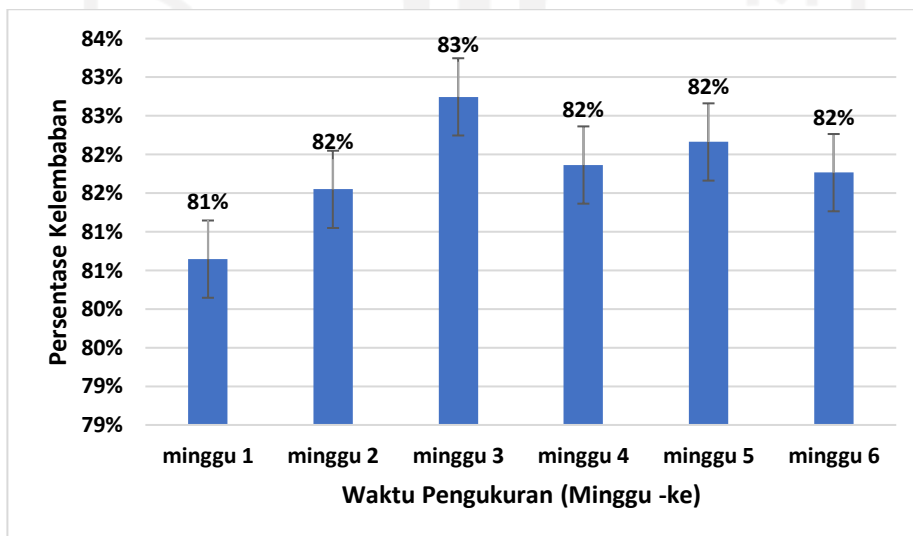
Temperatur dan kelembaban pada tanah sangat berkaitan erat dan saling mempengaruhi. Kandungan air pada tanah dapat menurunkan temperatur pada tanah dan dapat meningkatkan kelembaban tanah. Ketika kelembaban tanah meningkat, maka tanah memiliki ruang pori yang cukup yang dapat membawa unsur-unsur mikro di tanah dari yang paling tinggi ke yang paling rendah sehingga dapat mempengaruhi kesuburan pada tanah. Temperatur dan kelembaban juga dapat berpengaruh dalam penyerapan logam berat pada tanah (Karamina, *et al* 2018). Maka dari itu, pada penelitian ini kadar air di tanah uji dijaga supaya tetap stabil berada di angka diatas 70% dan dibawah 100% yang dilakukan pengukuran sekali dalam seminggu dan dilakukan pengecekan visual setiap harinya untuk menghindari kekurangan kadar air pada tanah.

Berikut merupakan rerata hasil pengujian temperatur dan kelembaban pada sampel uji :



Gambar 4. 1 Rerata Pengukuran Suhu Tanah Uji Selama Proses Pengamatan Mingguan

Pada gambar 4.1 terlihat bahwa suhu pada tanah uji rata-rata tidak lebih dari 30 °C dan tidak kurang dari 27 °C. Selama proses pengujian, tanah uji rata-rata memiliki temperatur 28 °C. Pada umumnya, laju optimum pada aktivitas tanah memiliki temperatur kisaran 18 hingga 30 °C. Tinggi rendahnya temperatur pada tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti radiasi matahari, kelembaban tanah, kecepatan angin, serta kelembaban udara.



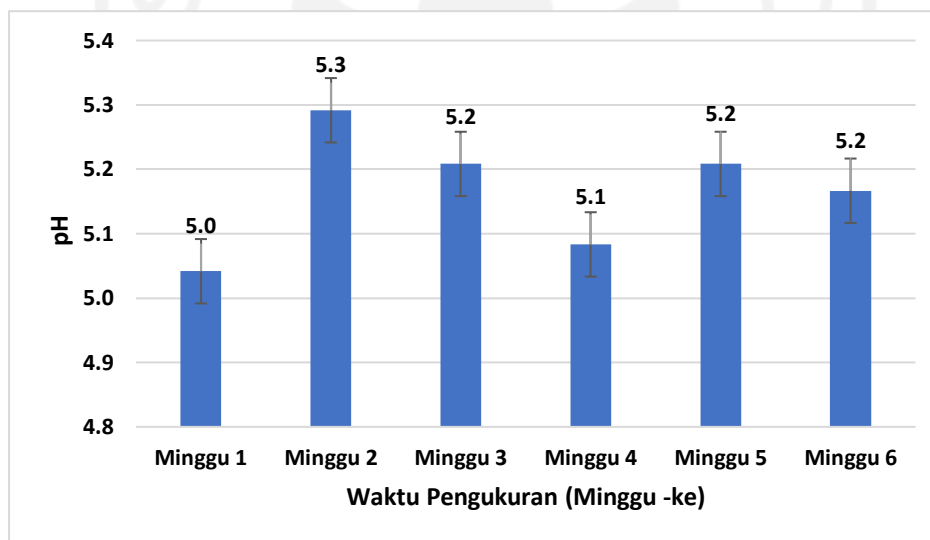
Gambar 4. 2 Rerata Persentase Kelembaban Tanah Uji Selama Proses Pengamatan Mingguan

Berdasarkan gambar 4.2 terlihat bahwa rata-rata kelembaban tanah uji berada diatas 80% dan dibawah 85% setiap minggu nya. Kelembaban rentang angka 70% hingga

100% merupakan kelembaban optimum di tanah. Untuk mempertahankan kelembaban di tanah uji, dilakukan penyiraman sekali dalam waktu 2 hari dan dilakukannya pengadukan pada tanah uji agar kadar air dapat tersebar rata. Kelembaban tanah dipengaruhi oleh kelembaban udara, air, dan temperatur.

4.1.2 Pengukuran pH tanah uji

Selain temperatur dan kelembaban, derajat keasaman (pH) juga berperan penting dalam mengetahui tingkat kesuburan tanah. Peran pH yaitu untuk menentukan penyerapan ion-ion unsur hara pada tanah. Pengukuran yang dilakukan sekali dalam seminggu berguna untuk mengetahui perkembangan derajat keasaman pada tanah yang mana temperatur dan kelembaban berkaitan erat dengan pH. Dengan didapatkannya hasil pengukuran temperatur dan kelembaban dapat mempengaruhi hasil pengukuran pH pada tanah uji. Berikut merupakan hasil dari pengukuran pH yang dilakukan sekali dalam seminggu :



Gambar 4. 3 Rerata Pengukuran pH Tanah Uji Selama Proses Pengamatan Mingguan

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan gambar 4.3 terlihat bahwa rata-rata pengukuran pH tanah uji berada di angka diatas 5 hingga di bawah 5,3 setiap minggunya. Penurunan dan kenaikan pH dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban pada tanah uji (Karamina *et al*, 2018). Maka dari itu, pengukuran pH harus dilakukan setiap seminggu sekali beriringan dengan pengukuran temperatur dan kelembaban pada tanah uji.

4.2 Pengaruh Penggunaan Bahan Pembenh Tanah Terhadap Tanah Tambang Emas Dalam Pertumbuhan Tanaman Uji

Setelah dilakukan pengamatan, tanaman yang hidup dalam waktu 6 minggu hanya berjumlah 5 tanaman, dengan 4 tanaman menggunakan perlakuan dan 1 tanaman sebagai kontrol. Tanaman yang mati merupakan tanaman dengan bahan pembenh tanah biochar, dikarenakan biochar merupakan bahan pembenh yang tergolong *slow release*. Biochar butuh waktu yang cukup lama agar dapat berperan secara optimal dalam proses pengomposan pada tanah. Berbanding terbalik dengan kompos, kompos membutuhkan waktu yang lebih singkat dalam proses pengomposan di tanah. Hal tersebut terjadi dikarenakan kompos dapat memberikan ketersediaan unsur hara baik makro maupun mikro pada tanah. Selain itu, kompos juga memiliki ikatan ion yang cukup tinggi di tanah.

4.2.1 Jumlah daun dan tinggi batang tanaman uji

Dalam proses pengamatan pertumbuhan tanaman, penghitungan jumlah daun dan tinggi batang perlu dilakukan untuk mengamati proses pertumbuhan tanaman uji dalam ke efektifitasan penggunaan bahan pembenh tanah di tambang emas. Jumlah daun dan tinggi batang tanaman uji merupakan indikator pengujian dalam proses pengamatan pertumbuhan. Penghitungan jumlah daun dilakukan sekali dalam seminggu dengan jangka waktu 6 minggu. Berikut merupakan persentase penambahan jumlah daun pada tanaman uji selama proses pengamatan berlangsung :

Tabel 4. 1 Persentase Penambahan Daun Tanaman Uji *Capsicum Spp* Selama Proses Pengamatan

Kode sampel	Minggu 1	Minggu 6	persentase penambahan
T + K 1	6	20	70%
T + B + K 1	4	11	64%
T + K 3	5	12	58%
T + K 5	5	12	58%
kontrol	5	10	50%

Berdasarkan table 4.1 penambahan daun tanaman uji *Capsicum Spp* dengan persentase tertinggi yaitu tanaman uji dengan kode sampel T + K 1 dengan persentase

70%. Sedangkan Persentase terkecil yaitu tanaman uji dengan kode sampel T + K 3 dan T + K 5 dengan persentase 58%. Namun demikian, jika dibandingkan dengan tanaman kontrol, setiap tanaman uji mengalami peningkatan jumlah daun yang mana dibuktikan dengan persentase penambahan daun tanaman kontrol lebih kecil dibandingkan dengan tanaman dengan perlakuan. Hal ini disebabkan oleh pengaruh penambahan bahan pembenah tanah (kompos dan biochar) yang mana kedua bahan pembenah tanah dapat berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman. Selain itu, peningkatan penambahan daun pada tanaman uji dapat dipengaruhi oleh kadar air pada tanah dan tanaman, intensitas cahaya serta pH pada tanah. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa tanaman uji dapat tumbuh efektif dengan tanah tambang emas yang beri perlakuan pembenahan menggunakan bahan pembenah tanah kompos dan biochar.

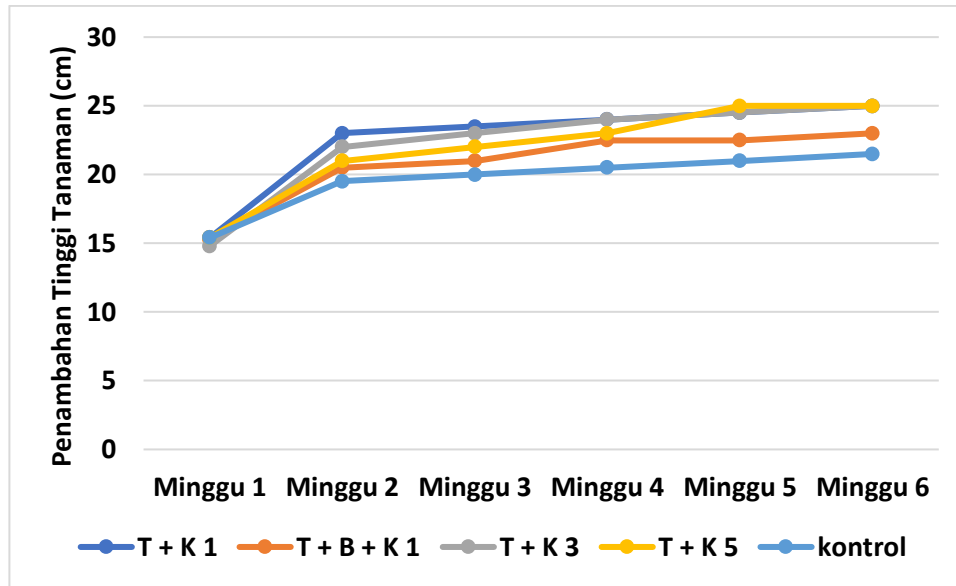
Untuk melihat perbedaan pada tanaman uji dengan perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji analisis *of variance (One Way)* dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Hasil Uji Analisis *Of Variance* Jumlah Daun Tanaman Uji *Capsicum Spp* Terhadap Penambahan Bahan Pembenah Tanah Kompos dan Biochar

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	9,6	4	2,4	1,318681319	0,297143362	2,866081402
Within Groups	36,4	20	1,82			
Total	46	24				

Berdasarkan tabel 4.1 hasil uji analisis *of variance* jumlah daun tanaman uji *Capsicum Spp* terhadap penambahan bahan pembenah tanah kompos dan biochar didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih kecil daripada F kritis maka dari itu perlakuan tidak jauh berbeda.

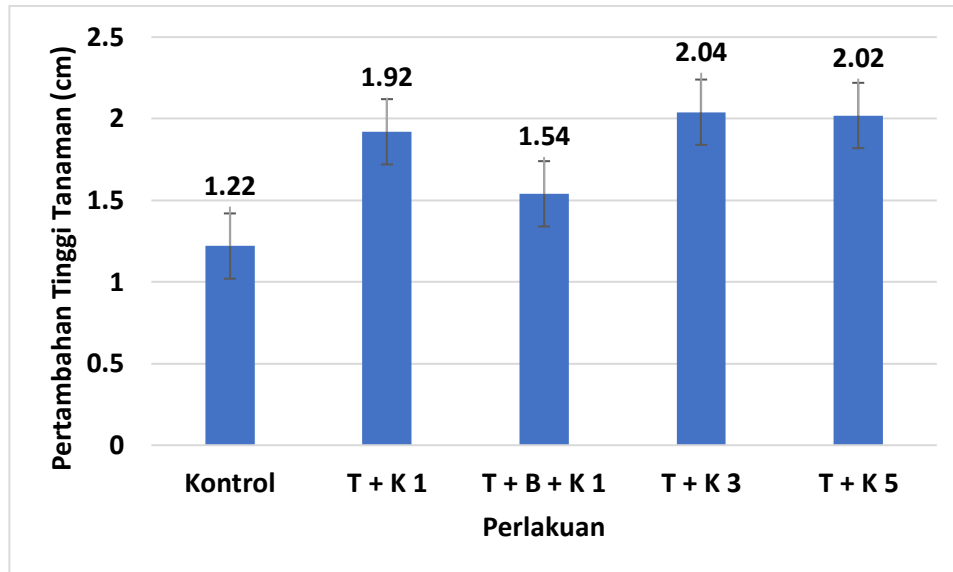
Selain terjadinya peningkatan jumlah daun Ketika dibandingkan dengan tanaman kontrol, peningkatan tinggi tanaman uji juga terjadi selama proses pengamatan berlangsung. Berikut merupakan grafik laju pertumbuhan tanaman uji setiap minggunya :



Gambar 4. 4 Survival Rate Tanaman Uji *Capsicum Spp* Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar

Berdasarkan gambar 4.4 terlihat bahwa tanaman uji mengalami pertumbuhan pada tinggi batang setiap minggunya. Pertumbuhan yang sangat signifikan terjadi pada minggu ke-2. Peningkatan terjadi karena sudah dimulainya pengomposan pada tanah uji yang mengakibatkan peningkatan kesuburan pada tanah sehingga mempengaruhi peningkatan tinggi batang pada tanaman uji. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan pembenh tanah pada tanah tambang emas dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman uji.

Berikut merupakan rerata hasil pengukuran tinggi batang pada tanaman uji selama proses pengujian berlangsung :



Gambar 4. 5 Rerata Tinggi Batang Tanaman Uji *Capsicum Spp* Terhadap Penambahan Bahan Pembenah Tanah Kompos dan Biochar

Berdasarkan gambar 4.5 terlihat perbedaan rerata terhadap tinggi batang tanaman uji jika dibandingkan dengan tanaman kontrol. Hal ini disebabkan oleh pengaruh penambahan bahan pembenah tanah (kompos dan biochar) yang mana kedua bahan pembenah tanah dapat berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman. Tanaman dengan penambahan kompos dengan kode sampel T + K 3 memiliki rerata tinggi batang tertinggi dengan rerata yakni 2,04 cm. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa tanaman uji dapat tumbuh efektif dengan tanah tambang emas yang beri perlakuan pembenahan menggunakan bahan pembenah tanah kompos dan biochar.

Untuk melihat perbedaan pada tanaman uji dengan perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji analisis *of variance (One Way)* dengan hasil sebagai berikut :

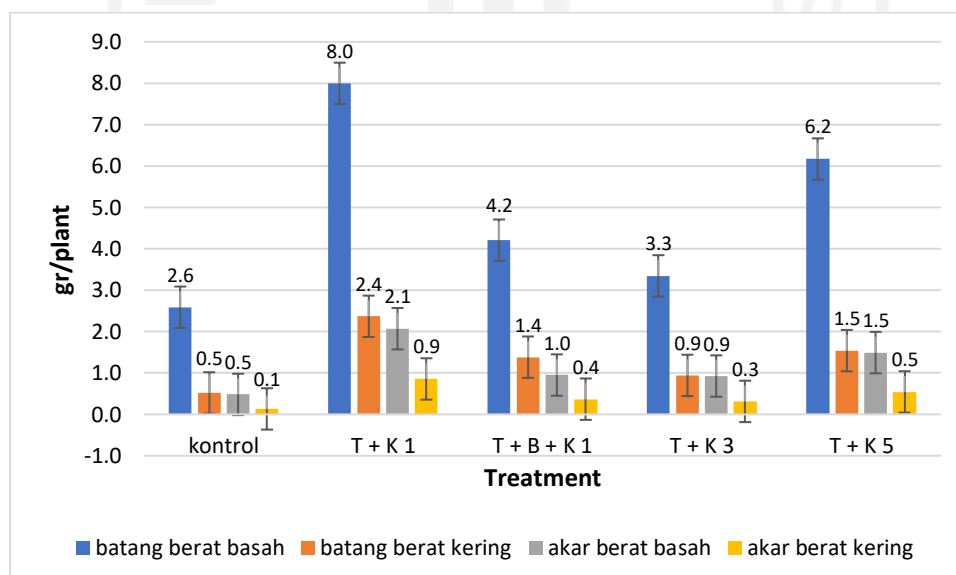
Tabel 4. 3 Hasil Uji Analisis *Of Variance* Tinggi Batang Tanaman Uji *Capsicum Spp* Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2,5544	4	0,6386	0,10699685	0,978709308	2,866081402
Within Groups	119,368	20	5,9684			
Total	121,9224	24				

Berdasarkan tabel 4.3 hasil uji analisis *of variance* tinggi batang tanaman uji *Capsicum Spp* terhadap penambahan bahan pembenh tanah kompos dan biochar didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih kecil daripada F kritis maka dari itu perlakuan tidak jauh berbeda.

4.2.3 Biomassa tanaman uji

Pengukuran biomassa tanaman dapat dinyatakan sebagai biomassa berat basah dan biomassa berat kering (Suharja *et al.* 2009). Pengukuran biomassa basah dilakukan pada saat setelah panen dengan cara memisahkan jaringan akar dan batang untuk selanjutnya di timbang. Sedangkan biomassa berat kering dilakukan dengan cara mengeringkan tanaman terlebih dahulu menggunakan oven. Proses pengeringan tanaman uji berlangsung selama 72 jam atau selama 3 hari dengan suhu 70°C. Berikut merupakan hasil dari biomassa tanaman uji :



Gambar 4. 6 Biomassa Tanaman Uji *Capsicum Spp* Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar

Berdasarkan grafik pada gambar 4.6 terlihat bahwa tanaman dengan kode sampel T + K 1 memiliki biomassa yang paling berat yang menandakan bahwa tanaman tersebut yang paling subur dengan berat basah batang yaitu 8 gr dan berat basah akar 2,1 gr. Hal ini dikarenakan kompos pupuk kandang mengandung nutrisi-nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman untuk membantu pertumbuhan tanaman. Secara keseluruhan, tanaman yang ditanami tanah uji memiliki biomassa yang besar dibandingkan dengan tanaman kontrol. Maka dari itu, penggunaan bahan pembenah tanah pada tanah tampang emas efektif dalam pertumbuhan tanaman.

Untuk melihat perbedaan pada tanaman uji dengan perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji analisis *of variance (One Way)* dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Hasil Uji Analisis *Of Variance* Biomassa Tanaman Uji *Capsicum Spp* Terhadap Penambahan Bahan Pembenah Tanah Kompos dan Biochar

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	58,4872	3	19,4957	13,4668	0,0001	3,2389
Within Groups	23,1630	16	1,4477			
Total	81,6502	19				

Berdasarkan tabel 4.4 hasil uji analisis *of variance* biomassa tanaman uji didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih besar daripada F kritis maka dari itu perlakuan berbeda nyata.

4.3 Hasil Pengujian Akhir pH Tanah Uji

Setelah dilakukannya pengamatan lebi kurang 6 minggu, sampel tanah uji dilakukan pengujian derajat keasaman (pH). Sampel tanah yang sudah dimasukan kedalam plastik dengan masing-masing kode sampel sebanyak 1 kg dan dilakukan pengujian pH di laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

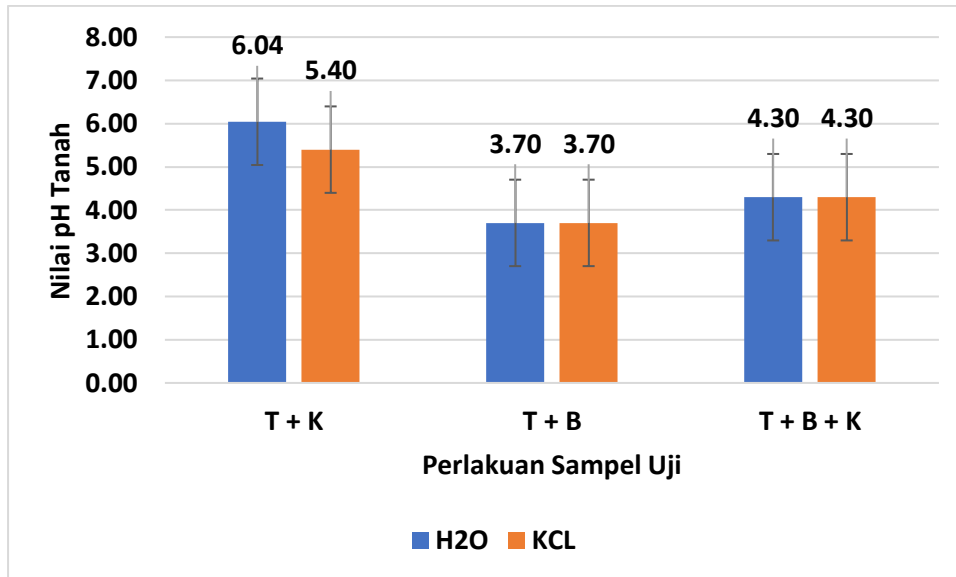
Nilai pH berperan sebagai penunjuk banyaknya konsentrasi ion hidrogen (H^+) dan ion (OH^-) di dalam tanah. Dalam pengujian pH dilakukan dengan 2 pengujian yaitu pH

aktual (H₂O) dan pH potensial (KCL). pH aktual diukur dengan mengukur jumlah ion H⁺ larutan tanah, sedangkan pH potensial diukur dengan cara mengukur jumlah ion H⁺ larutan tanah dan kompleks pertukaran ion (Yanti 2022). Berikut merupakan hasil dari pengukuran pH aktual dan potensial pada sampel tanah uji :

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran pH Akhir Tanah Uji

<i>Treatment</i>	H₂O	KCL
kontrol	2,13	2,02
T + K 1	6,003	5,58
T + K 3	6,011	5,54
T + K 5	6,11	5,071
T + B 1	3,55	3,195
T + B 3	3,686	3,671
T + B 5	3,87	3,1
T + B + K 1	4,52	4,3
T + B + K 3	4,11	4,02
T + B + K 5	4,26	4,093

Jika ditampilkan dalam bentuk grafik, hasil dari pH tanah uji akan terlihat sebagai berikut :



Gambar 4. 7 Grafik Rerata pH Pada Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar

Berdasarkan gambar 4.7 terlihat bahwa jika dibandingkan dengan tanah kontrol, pH pada tanah uji mengalami peningkatan. Peningkatan signifikan terjadi pada tanah uji yang menggunakan kompos yang mana rerata nilai pH sampel hampir mendekati pH optimum pada tanah.

Nilai pH aktual lebih besar dibandingkan dengan pH potensial. Hal ini disebabkan karena pengukuran dengan H₂O memiliki keasaman yang aktif, sedangkan pengukuran dengan KCL memiliki keasaman yang aktif dan keasaman yang potensial (Yanti 2022). pH pada tanah optimalnya yaitu berada di antara 6-7 (Prabowo 2017). Tanah uji yang menggunakan biochar mengalami peningkatan pH yang cukup lambat, hal ini dipengaruhi karena biochar biochar merupakan bahan pembenh yang tergolong *slow release*.

Untuk melihat perbedaan pada tanaman uji dengan perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji analisis *of variance (One Way)* dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Hasil Uji *Analisis Of Variance* pH Aktual Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	58,4872	3	19,4957	13,4668	0,0001	3,2389
Within Groups	23,1630	16	1,4477			
Total	81,6502	19				

Berdasarkan tabel 4.6 hasil uji analisis *of variance* pH aktual tanah uji didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih besar daripada F kritis maka dari itu perlakuan berbeda nyata.

Tabel 4. 7 Hasil Uji *Analisis Of Variance* pH Potensial Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4,437386889	2	2,218693444	44,69197645	0,000248902	5,14325285
Within Groups	0,297864667	6	0,049644111			
Total	4,735251556	8				

Berdasarkan tabel 4.7 hasil uji analisis *of variance* pH potensial tanah uji didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih besar daripada F kritis maka dari itu perlakuan berbeda nyata.

4.4 Pengaruh Penggunaan Bahan Pembenh Tanah Terhadap Reduksi Logam Pada Tanah Tambang Emas

Logam Pb, Cd dan Hg merupakan logam yang bersifat racun serta tidak diketahui manfaatnya. Maka dari itu logam-logam tersebut termasuk kedalam golongan logam non potensial (Syarifullah *et al.* 2018). Untuk mengetahui kandungan logam berat pada tanah, perlu dilakukan Analisa konsentasi logam berat menggunakan instrument AAS dan ICP-MS. Jika melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan, maka perlu dilakukan pembenh pada tanah tersebut.

Logam berat non potensial dapat berasal dari proses alami serta dapat juga berasal dari kegiatan manusia salah satu nya yaitu aktivitas penambangan (HE 2015). Berikut

merupakan tabel yang dapat dijadikan sebagai standar acuan untuk dilakukan perbandingan hasil Analisa logam berat yang di teliti :

Tabel 4. 8 Standar Acuan Logam Berat

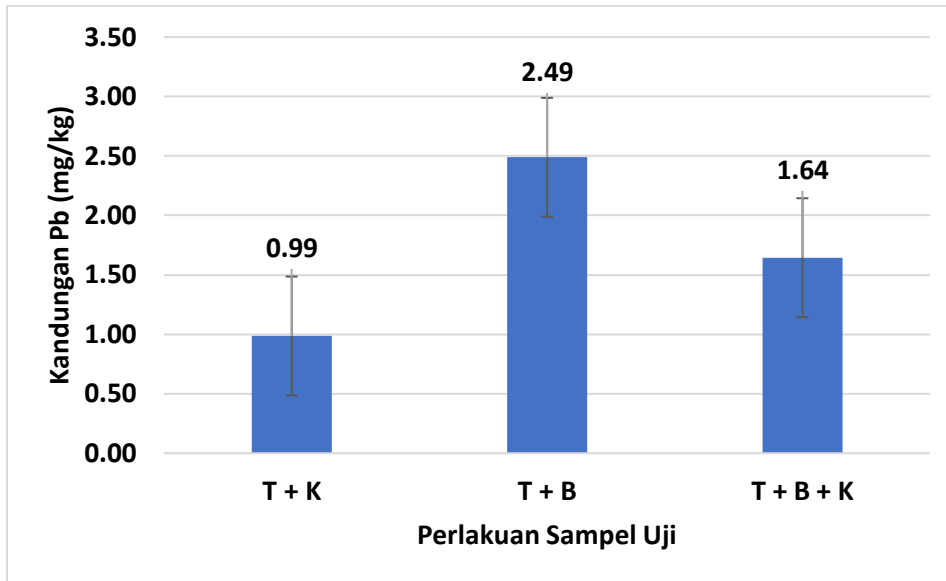
Negara	Pb	Cd	Hg
Australia	300	3	1
Canada	200	3	0.8
China	80	0.3 - 0.6	0.3 - 1.0
Germany	1000	5	5
Tanzania	200	1	2
Netherlands	530	13	36
NZ	160	3	200
UK	N/A	1.8	26
USA	200	0.48	1

Sumber : HE, 2015

Dikarenakan di Indonesia belum ada standar acuan kandungan logam berat pada tanah, maka dari itu digunakan acuan jurnal internasional yang difokuskan ke negara Australia sebagai acuan dengan pertimbangan bahwa iklim negara Australia hampir sama dengan negara Indonesia.

4.4.1 Reduksi logam timbal (Pb)

Logam Pb merupakan jenis logam yang banyak digunakan dalam kehidupan, akan tetapi jika kosentrasinya melebihi baku mutu dapat bersifat racun dan mencemari lingkungan. Logam Pb yang berlebih pada tanah dapat menyebabkan lingkungan sekitar tidak dapat melakukan *self purification* (R 2014). Maka dari itu, untuk mereduksi logam Pb salah satu caranya dapat dilakukan pembenahan tanah menggunakan bahan pembenah tanah. Setelah dilakukannya pembenahan tanah, maka dapat terlihat hasil dari pengujian reduksi logam Pb sebagai berikut :



Gambar 4. 8 Analisa Konsentrasi Pb Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembena Tanah Kompos dan Biochar

Terlihat pada gambar 4.8 bahwa tanah tambang emas yang diberi perlakuan pembenahan tanah mengalami penurunan kadar logam Timbal yang terjadi pada sampel uji yang diberikan pembenah tanah kompos dengan kode sampel T + K dengan rerata kandungan Timbal 0,99 mg/kg, hal ini disebabkan oleh asam humat dan asam fulvat yang terkandung di kompos sehingga dapat mengikat logam berat Pb. Jika dibandingkan dengan standar acuan yang digunakan, logam Pb sudah berada di bawah nilai baku mutu yang diperbolehkan. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan pembenah tanah dapat mereduksi logam Timbal pada tanah tambang emas.

Untuk melihat perbedaan pada tanaman uji dengan perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji analisis *of variance (One Way)* dengan hasil sebagai berikut :

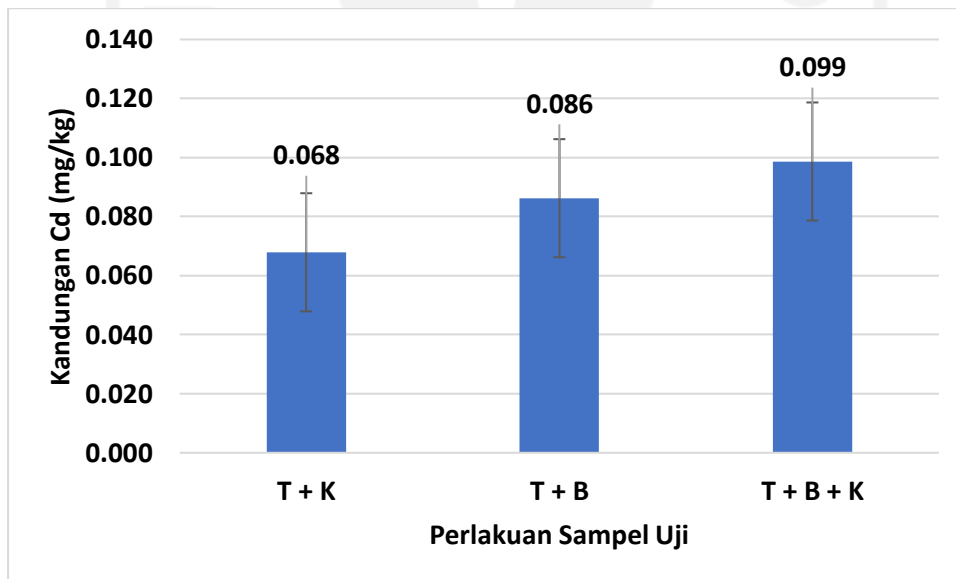
Tabel 4. 9 Hasil Uji Analisis *Of Variance* Reduksi Pb Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembena Tanah Kompos dan Biochar

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	3,406	2	1,703	10,311	0,011	5,143
Within Groups	0,991	6	0,165			
Total	4,397	8				

Berdasarkan tabel 4.9 hasil uji analisis *of variance* reduksi logam Pb pada tanah uji didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih besar daripada F kritis maka dari itu perlakuan berbeda nyata.

4.4.2 Reduksi logam kadmium (Cd)

Logam Kadmium merupakan logam berat yang tergolong toksik dan telah ada dalam tanah yang diakibatkan oleh proses pembentukan tanah dari mineral yang mana mengandung Kadmium. Logam Kadmium tergolong dalam salah satu logam yang berbahaya (Syachroni 2017). Dengan begitu, maka perlu dilakukannya pembenahan tanah agar dapat mengembalikan sifat tanah. Setelah diberikan perlakuan pembenahan terhadap tanah menggunakan bahan pembenah tanah, maka hasil reduksi logam Kadmium dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Gambar 4. 9 Analisa Konsentrasi Cd Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenah Tanah Kompos dan Biochar

Berdasarkan gambar 4.9, terlihat bahwa reduksi logam Cd terendah terjadi pada tanah uji yang menggunakan pembenah kompos dengan kode sampel T + K dengan rerata kandungan Kadmium 0,068 mg/kg, hal ini disebabkan oleh asam humat dan asam fulvat yang terkandung di kompos sehingga dapat mengikat logam berat Cd. Jika dibandingkan dengan standar acuan yang digunakan, logam Cd sudah berada di bawah nilai baku mutu yang diperbolehkan. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan

pembenah tanah kompos dan biochar dapat mereduksi kandungan logam Kadmium di tanah tambang emas.

Untuk melihat perbedaan pada tanaman uji dengan perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji analisis *of variance (One Way)* dengan hasil sebagai berikut :

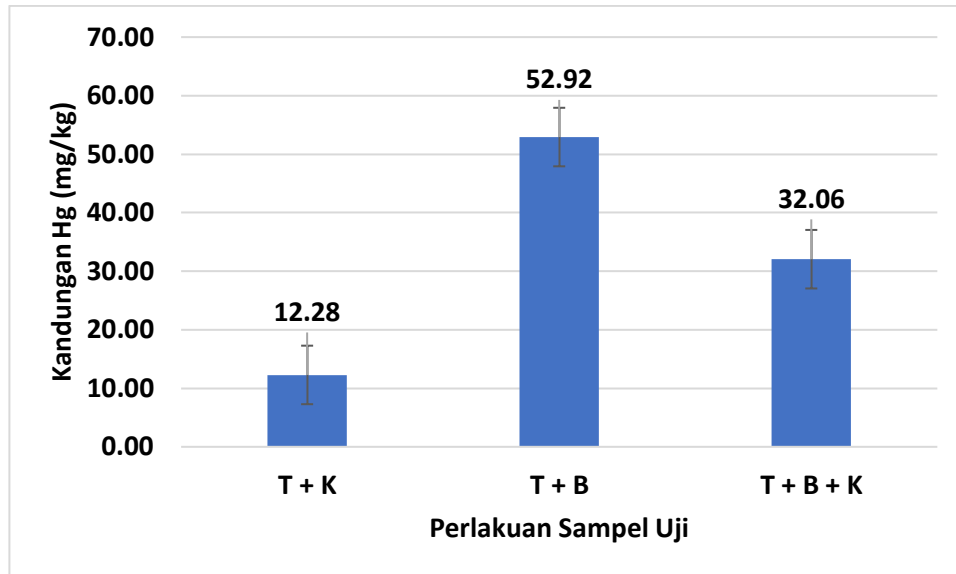
Tabel 4. 10 Hasil Uji *Analisis Of Variance* Reduksi Cd Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0,0014	2	0,00072	1,34483	0,32919	5,14325
Within Groups	0,0032	6	0,00053			
Total	0,0046	8				

Berdasarkan tabel 4.10 hasil uji analisis *of variance* reduksi logam Cd pada tanah uji didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih kecil daripada F kritis maka dari itu perlakuan tidak jauh berbeda.

4.4.3 Reduksi logam merkuri (Hg)

Logam Merkuri (Hg) merupakan logam yang sangat berbahaya bagi manusia dan ekosistem sekitar dan tidak diketahui fungsi biologis serta esensialnya (Haryono 2009). Keberadaan logam Hg di tambang emas diakibatkan oleh proses amalgamasi. Untuk mereduksi logam Hg pada tanah, maka dapat dilakukan dengan pembenahan tanah menggunakan bahan pembenah tanah. Setelah dilakukannya pembenahan pada sampel tanah tambang emas, maka didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4. 10 Analisa Konsentrasi Hg Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar

Berdasarkan gambar 4.10, terlihat bahwa penurunan kandungan Hg terendah terjadi sampel yang diberikan pembenh kompos dengan kode sampel T + K dengan rerata kandungan Hg 12,28 mg/kg, hal ini di sebabkan oleh asam humat dan asam fulvat yang terkandung di kompos sehingga dapat mengikat logam berat Hg. Jika dibandingkan dengan standar acuan yang digunakan, logam Hg masih berada di atas nilai baku mutu yang diperbolehkan. Akan tetapi, jika dibandingkan dengan tanah kontrol penurunan logam Hg sudah terjadi.

Untuk melihat perbedaan pada tanaman uji dengan perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji analisis *of variance (One Way)* dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 11 Hasil Uji Analisis *Of Variance* Reduksi Hg Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenh Tanah Kompos dan Biochar

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2478,403	2	1239,201343	94,830841	0,000029	5,143253
Within Groups	78,405	6	13,067493			
Total	2556,808	8				

Berdasarkan tabel 4.11 hasil uji analisis *of variance* reduksi logam Hg pada tanah uji didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih besar daripada F kritis maka dari itu perlakuan berbeda nyata.

4.5 Pengaruh Penggunaan Bahan Pembena Tanah Terhadap Peningkatan Nutrisi Pada Tanah Tambang Emas

Dalam kesuburan tanah dibutuhkan kandungan unsur hara. Unsur hara berperan sebagai nutrisi pada tanah dan harus tersedia pada tanah agar tanah tidak beracun dan tidak membahayakan ekosistem serta kehidupan sekitar. Unsur hara pada tanah juga dapat menjadi makanan bagi tumbuhan, baik unsur alami pada tanah maupun unsur tambahan. Tanah banyak sekali mengandung unsur hara salah satunya unsur P total dan Kalium.

P total merupakan kadar P dalam tanah, baik jumlah P yang tersedia maupun yang tidak tersedia atau terikat oleh unsur lainnya (Ritonga *et al.* 2015). Kalium adalah salah satu unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanah yang dapat menjadi salah satu pendukung dalam kesuburan tanah (Al Mu'min *et al.* 2016)

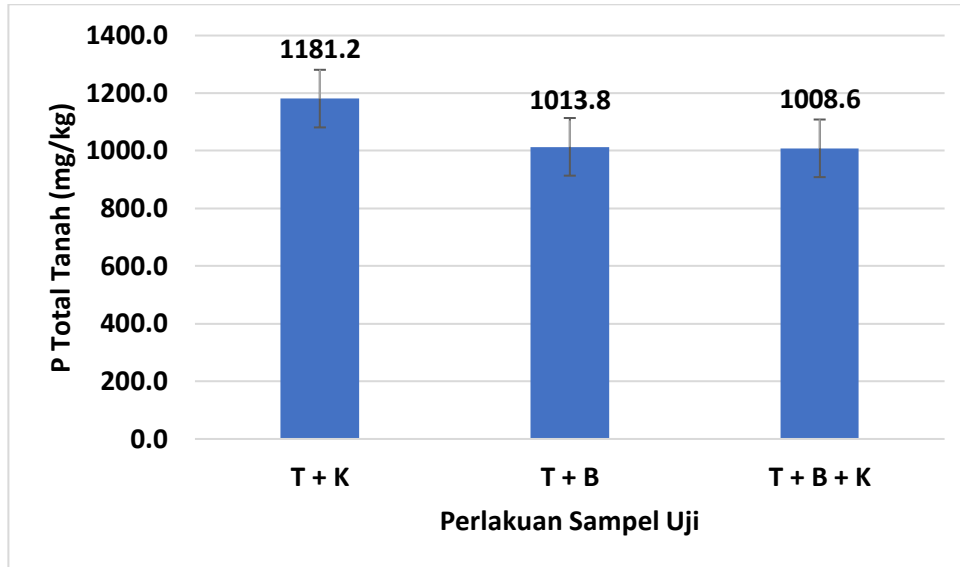
Aktivitas penambangan pada umumnya sering terjadi kesalahan yang mana dapat mempengaruhi unsur hara pada tanah sehingga kandungan unsur hara dapat berkurang maupun hilang. Maka dari itu perlu dilakukannya pembenahan terhadap tanah.

4.5.1 Peningkatan nutrisi P total

Unsur P total merupakan unsur hara makro primer dan dibutuhkan oleh tanah untuk penyimpanan dan transfer energi ke seluruh tanaman (Rina 2015). Pengujian kadar fosfor pada tanah berguna untuk menentukan apakah tanah tersebut membutuhkan pupuk fosfor atau tidak guna untuk menunjang kesuburan pada tanah (Hazelton 2019).

Aktivitas penambangan dapat mengurangi bahkan menghilangkan unsur Fosfor pada tanah. Peningkatan nutrisi pada tanah tambang emas dapat dilakukan dengan cara pembenahan menggunakan bahan pembena tanah. Berikut merupakan hasil pengujian

unsur P total pada tanah tambang emas setelah dilakukan pembenahan menggunakan bahan pembenah tanah :



Gambar 4. 11 Analisa Konsentrasi P Total Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenah Tanah Kompos dan Biochar

Berdasarkan gambar 4.11, peningkatan P total terjadi pada sampel uji yang diberikan pembenah kompos dengan kode sampel T + K dengan rerata nilai 1181,2 mg/kg, hal ini disebabkan karena kelarutan Fosfat pada tanah yang dikarenakan semakin banyaknya asam organik yang dihasilkan. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan pembenah tanah kompos dan biochar dapat meningkatkan nutrisi P total pada tanah tambang emas.

Untuk melihat perbedaan pada tanaman uji dengan perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji analisis *of variance (One Way)* dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 12 Hasil Uji Analisis *Of Variance* Peningkatan Nutrisi P Total Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenah Tanah Kompos dan Biochar

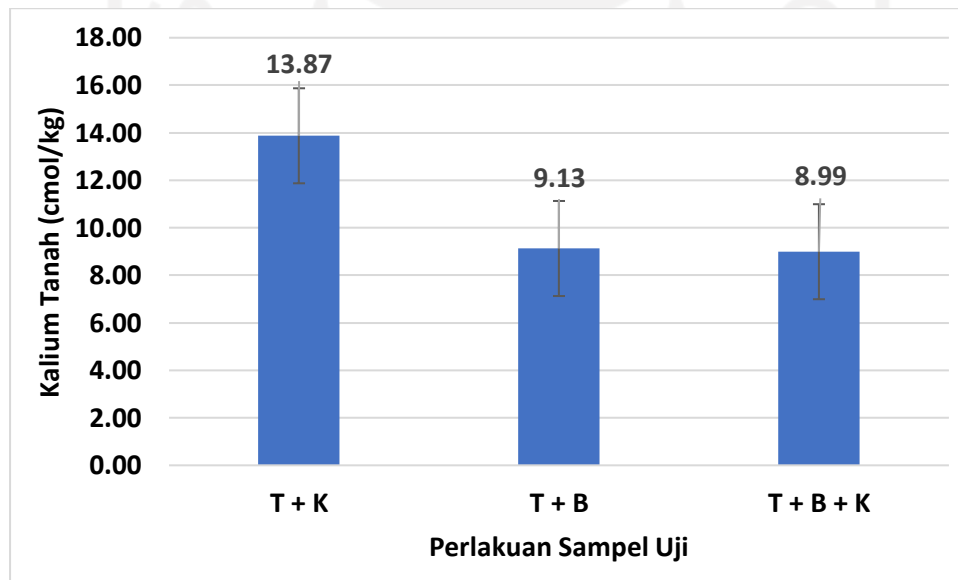
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	57833,7	2	28916,861	2,497	0,163	5,143
Within Groups	69489,1	6	11581,519			
Total	127322,8	8				

Berdasarkan tabel 4.12 hasil uji analisis *of variance* peningkatan nutrisi P Total pada tanah uji didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih kecil daripada F kritis maka dari itu perlakuan tidak jauh berbeda.

4.5.2 Peningkatan nutrisi kalium

Selain unsur P, unsur K juga merupakan unsur hara makro primer yang dibutuhkan oleh tanah. Unsur K diserap oleh tanaman dalam bentuk ion K^+ dengan kadungan 0,5 hingga 6 % dari berat kering tanaman (Rina 2015).

Proses penambangan emas dapat menurunkan bahkan menghilangkan unsur K pada tanah. Maka dari itu diperlukannya proses pembenahan pada tanah. Setelah dilakukannya pembenahan tanah, maka didapatkan hasil peningkatan nutrisi sebagai berikut :



Gambar 4. 12 Analisa Konsentrasi K Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenah Tanah Kompos dan Biochar

Berdasarkan grafik pada gambar 4.12, terlihat bahwa peningkatan kadar Kalium terjadi pada sampel uji yang menggunakan kompos dengan kode sampel T + K dengan rerata nilai konsentrasi sebesar 13,87 cmol/kg, hal ini disebabkan karena kelarutan Kalium pada tanah yang dikarenakan semakin banyaknya asam organik yang dihasilkan.

Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan pembenah tanah kompos dan biochar dapat meningkatkan kadar nutrisi Kalium pada tanah tambang emas.

Untuk melihat perbedaan pada tanaman uji dengan perlakuan yang berbeda maka dilakukan uji analisis *of variance (One Way)* dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 13 Hasil Uji Analisis *Of Variance* Peningkatan Nutrisi K Tanah Uji Terhadap Penambahan Bahan Pembenah Tanah Kompos dan Biochar

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	46,355	2	23,177	10,036	0,012	5,143
Within Groups	13,857	6	2,309			
Total	60,212	8				

Berdasarkan tabel 4.13 hasil uji analisis *of variance* peningkatan nutrisi K pada tanah uji didapatkan hasil bahwa F hitung memiliki nilai lebih besar daripada F kritis maka dari itu perlakuan berbeda nyata.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Berdasarkan hasil karakterisasi kimia tanah tambang emas Desa Kalirejo Kabupaten Kulon Progo DI Yogyakarta didapatkan hasil bahwa sampel tanah mengandung kadar logam Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg). Jika dibandingkan ketiga logam tersebut kadar logam Hg memiliki nilai lebih tinggi dan kadar logam Cd memiliki nilai yang sangat kecil. Selain itu, nutrisi P total dan K tergolong sangat sedikit dan pH yang cenderung sangat asam. Maka dari itu diperlukan pembenahan tanah agar dapat mengembalikan sifat asli tanah.
2. Berdasarkan hasil penelitian reduksi logam berat (Pb, Cd, dan Hg) dan peningkatan nutrisi (P Total dan Kalium) pada tanah tambang emas Desa Kalirejo Kabupaten Kulon Progo DI Yogyakarta didapatkan hasil bahwa penggunaan bahan pembenah tanah kompos dan biochar dapat mereduksi logam berat (Pb, Cd, dan Hg), meningkatkan pH tanah dan nutrisi P total dan Kalium pada tanah. Reduksi logam berat, peningkatan nutrisi dan pH tidak terjadi secara signifikan pada sampel uji yang beri perlakuan pencampuran dengan biochar. Hal ini disebabkan karena biochar merupakan salah satu bahan pembenah tanah yang tergolong *slow release* dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk proses pengomposan dibandingkan dengan kompos. Kompos pupuk kadang dapat memberikan ketersediaan unsur hara baik makro maupun mikro pada tanah. Selain itu, kompos pupuk kandang juga memiliki ikatan ion yang cukup tinggi di tanah.
3. Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan tanaman *capsicum spp* sebagai tanaman uji indikator keberhasilan pada stabilisasi tanah tambang emas Desa Kalirejo Kabupaten Kulon Progo DI Yogyakarta menggunakan bahan pembenah tanah kompos dan biochar didapatkan hasil bahwa dengan tanaman *capsicum spp* dapat hidup dan mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan tanaman kontrol. Namun ada beberapa tanaman yang mati, yakni tanaman yang di tanam menggunakan tanah uji biochar. Hal itu disebabkan karena biochar merupakan salah satu bahan pembenah tanah yang tergolong *slow release* dan membutuhkan waktu

yang lebih lama untuk proses pengomposan dibandingkan dengan kompos. . Kompos pupuk kadang dapat memberikan ketersediaan unsur hara baik makro maupun mikro pada tanah. Selain itu, kompos pupuk kandang juga memiliki ikatan ion yang cukup tinggi di tanah.

5.2 Saran

Menindaklanjuti hasil studi, maka dapat disarankan sebagai berikut :

1. Melanjutkan penelitian pembenahan hingga ke lapangan tambang emas secara langsung
2. Melakukan penelitian menggunakan biochar dalam waktu yang lebih lama agar pengomposan dapat terjadi lebih efisien
3. Melakukan pengujian pada parameter logam berat lainnya yang ada di tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozak, Muhammad Rifqi, and Dillah Nurfathiyah Mufti. 2017. **Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan**. *Jurnal Teknisia XXII (2)*: 416–24.
- Achmad, Budiono. 2003. **Pengaruh Pencemaran Merkuri Terhadap Biota Air**. *Jurnal Falsafah Sains*, no. November 2002: 1–11. https://www.rudycet.com/PPS702-ipb/05123/a_budiono.pdf.
- Agustina, Karlin, Evriani Mareza, Elvira Belinda Adisma, Muhamad Syukur Staf Pengajar Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas IBA Palembang Jl Mayor Ruslan, Kec II Ilir Tim, Kota Palembang, and Sumatera Selatan. 2021. **Identifikasi Karakter Kualitatif Beberapa Galur Uji Cabai Rawit (Capsicum Frutescens L.) IPB Di Kota Palembang Qualitative Characters Identification of Some IPB Cayenne Pepper (Capsicum Frutescens L.) Lines in Palembang City**. *Jurnal Agronida ISSN 7 (1)*: 9.
- Bachtiar, Budirman, Dan Andi, Hamka Ahmad, Kata Kunci, : Seresah, Aktivator Promi, and Johar Kompos. 2019. **Analisis Kandungan Hara Kompos Johar Cassia Siamea Dengan Penambahan Aktivator Promi Analysis Of The Nutrient Content Of Compost Cassia Siamea With Addition Of Activator Promi** 4 (1): 68.
- Banunaek, Zofar Agluis. 2016. **Pencemaran Merkuri Di Lahan Pertambangan Emas Rakyat Dan Strategi Pengendaliannya**. *Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November*, 1–76.
- Dhakar, Santosh, and S K Jain. 2020. **Stabilization of Soil: A Review**. *Journal of Xidian University* 14 (9): 545–49. <https://doi.org/10.37896/jxu14.9/016>.

- Dwi Lestari, Nina, and Ahmad Nugraha Aji. 2020. **Pengaruh Kompos Dan Biochar Terhadap Fitoremediasi Tanah Tercemar Kadmium Dari Lumpur Lapindo Menggunakan Kangkung Darat.** *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan* 7 (1): 167–76. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.1.21>.
- Fajriah, Nurul, M Nasir, and Zulfadli. 2017. **Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Tanaman Kangkung (Ipomoea Aquatica) Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).** *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia* 2 (3): 162–71.
- Haryono, and S Soemono. 2009. **Rehabilitasi Tanah Tercemar Merkuri (Hg) Akibat Penambangan Emas Dengan Pencucian Dan Bahan Organik Di Rumah Kaca** **Rehabilitation of Soils Polluted by Mercury (Hg) Due to Gold Mining Using Leaching and Organic Matter in Green House.** *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 53–64.
- Hazelton, Pam, and Brian Murphy. 2019. **Interpreting Soil Test Results.** *Interpreting Soil Test Results*. <https://doi.org/10.1071/9781486303977>.
- Karamina, Hidayati, W Fikrinda, and A T Murti. 2018. **Kompleksitas Pengaruh Temperatur Dan Kelembaban Tanah Terhadap Nilai PH Tanah Di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (Psidium Guajava l.) Bumiaji, Kota Batu.** *Kultivasi* 16 (3): 430–34. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.13225>.
- Kementerian Pertanian. 2019. **Syarat Tumbuh Dan Persiapan Lahan Tanam Cabai Rawit,** 1. <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/75153/syarat-tumbuh-dan-persiapan-lahan-tanam-cabai-rawit/>
- Khosmas, F Y, and Husni Syahrudin. n.d. **Analisis Pertambangan Emas Rakyat Dalam Peningkatan Pendapatan Masyarakat Di Desa Kayuara Kecamatan Mandor Kabupaten Landak,** 1–8.
- Kusuma, R.C., Wawan Budianta, and Arifudin. 2017. **Kajian Kandungan Logam Berat**

Di Lokasi Penambangan Emas Tradisional Di Desa Sangon, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo. *Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi"*, 322–27.

Mateus, Rupa, Donatus Kantur, and D A N Lenny M Moy. 2017. **Pemanfaatan Biochar Limbah Pertanian Sebagai Pembenh Tanah Untuk Perbaikan Kualitas Tanah Dan Hasil Jagung Di Lahan Kering Utilization of Agricultural Biochar Waste as Soil Conditioner for Improved.** *Jurnal Agrotrop* 7 (2): 99–108.

Mu'min, Muhammad Imam Al, Benny Joy, and Anni Yuniarti. 2016. **Dinamika Kalium Tanah Dan Hasil Padi Sawah (Oryza Sativa L.) Akibat Pemberian NPK Majemuk Dan Penggenangan Pada Fluvaquentic Epiaquepts.** *SoilREns* 14 (1): 11–15. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v14i1.9269>.

Prabowo, Rossi, and Renan Subantoro. 2017. **Analisis Tanah Sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Lahan Budidaya Pertanian Di Kota Semarang.** *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, no. 2008: 59–64.

R, NOVANDI. 2014. **Remediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Bayam Cabut (Amaranthus Tricolor L.).** *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 2 (1): 1–10. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v2i1.5565>.

Rina, D. 2015. **Manfaat Unsur N, P, Dan K Bagi Tanaman.** *BPTP Kaltim*, no. 3: 6–9. http://kaltim.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=707&Itemid=59.

Ritonga, Marta, Mariani Sembiring, and Bintang. 2015. **Perubahan Bentuk P Oleh Mikroba Pelarut Fosfat Dan Bahan Organik Terhadap P-Tersedia Dan Produksi Kentang (Solanum Tuberosum L.) Pada Tanah Andisol Terdampak Erupsi.** *Jurnal Agroekoteknologi* 4 (1): 1641–50.

Santoso, Dian Hudawan, and Muammar Gomareuzzaman. 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.

Santoso, Fajar Joko, H Imam Wahyudi, and Isrun. 2014. **Evaluasi Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Beberapa Tanaman Pangan Dan Palawija Di Sekitar Areal Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Poboya , Kota Palu** **Evaluation Of Heavy Metal Of Mercury (Hg) In Some Major And Second Crops At Around Gold Mine. *E-J. Agrotekbis* 2 (2): 138–45.**

Setyoningrum, Heny Mayasari, Suwarno Hadisusanto, and Tukidal Yunianto. 2014. **Kandungan Kadmium (Cd) Pada Tanah Dan Cacing Tanah Di Tpas Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Cadmium (Cd) Content In Soil And Earthworms In Piyungan Controlled Landfill Municipal Waste Disposal, Bantul Yogyakarta Special District). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan* 21 (2): 149–55.**

Soehardi, Fitridawati, Fadrizal Lubis, and Lusi Dwi Putri. 2017. **Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur Dan Waktu Pemeraman. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil Dan Perencanaan (KN-TSP)*, 54–60.**

Suharja, S. dan Sutarno, S. 2009. **Biomassa, Kandungan Klorofil Dan Nitrogen Daun Dua Varietas Cabai (Capsicum Annum) Pada Berbagai Perlakuan Pemupukan. *Asian Journal of Tropical Biotechnology* 6 (1): 9–16.**

Syachroni, Sasua Hustati. 2017. **Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Tanah Sawah Di Kota Palembang. *Sylva: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Kehutanan* VI – 1 (9): 23 – 29. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/sylva/article/view/893/790>.**

Syaifullah, Moch., Yuniar Ade Candra, Agoes Soegianto, and Bambang Irawan. 2018. **Kandungan Logam Non Esensial (Pb, Cd Dan Hg) Dan Logam Esensial (Cu,**

Cr Dan Zn) Pada Sedimen Di Perairan Tuban Gresik Dan Sampang Jawa Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology* 11 (1): 69. <https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.4497>.

YANTI, IKA. 2022. **Effect of Water Content in Soil On C-Organic Levels and Soil Acidity (PH).** *Indonesian Journal of Chemical Research* 6 (2): 92–97. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol6.iss2.art5>.



LAMPIRAN

Dokumentasi Kegiatan



Gambar 1 Penampakan kolam proses Amalgamasi



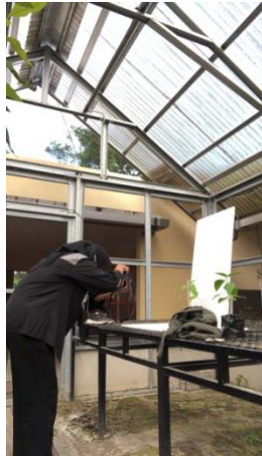
Gambar 2 Kondisi eksisting sekitar lokasi pengolahan



Gambar 3 Proses pengambilan sampel tanah di lokasi titik sampling



Gambar 4 Proses pengamatan mingguan pada tanah uji



Gambar 5 Proses dokumentasi tanaman uji sebelum di panen



Gambar 6 Pencucian akar pada saat proses panen tanaman uji



Gambar 7 Proses destruksi asam sebelum analisa parameter uji



Gambar 8 Analisa logam berat menggunakan instrumen



Gambar 9 Penampakan tanaman uji selama proses pengamatan mingguan



Gambar 10 Penampakan tanah uji selama proses pengamatan mingguan



Gambar 11 Tanaman mati selama proses pengamatan mingguan berlangsung



Gambar 12 Tanaman Hidup selama proses pengamatan mingguan berlangsung



Gambar 13 Jaringan tanaman uji setelah panen



RIWAYAT HIDUP

Uci Multhaza biasa dikenal dengan nama panggilan Uci lahir di Solok, 2 April 2000 yang mana merupakan anak ke empat dari empat bersaudara oleh pasangan H. Daswippetra Dt. Mjj Alam, SE., M. Si dan (Almh) Dra. Hj. Mursiati, MM. Adapun jenjang Pendidikan penulis yakni Pendidikan Dasar di Madrasah Ibtidaiyah Negri Kota Solok, kemudian melanjutkan Pendidikan di SMP N 1 Kota Solok dan lanjut di SMA N 1 Kota Solok. Sebagai Mahasiswa Teknik Lingkungan FTSP UII, penulis diterima dengan jalur Penelusuran Siswa Berprestasi (PSB). Selama menempuh Pendidikan di program studi Teknik Lingkungan, penulis sangat aktif dalam kegiatan non akademik seperti kepanitiaan dan organisasi (UKM Softball Baseball, PESTA, Student Expo, Enviro Youth Project, Enviro Champion dan LILIN).

Pada Maret 2021, penulis berkesempatan untuk melakukan praktik kerja di tambang PT Semen Padang departemen *Health Safety and Environment* (HSE). Lalu pada Desember 2021 melaksanakan penelitian di *greenhouse* milik Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. dan Laboratorium Kualitas Lingkungan untuk menyelesaikan studi di program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Universitas Islam Indonesia.