



JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

**Pengaruh Aplikasi Kompos dan Sekam Padi terhadap
Perbaikan Kualitas Tanah Bekas Tambang Emas Rakyat di
Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo,
Yogyakarta**

Alya Noorhana Gupitasari

20513012

Dosen Pembimbing:

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

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

2025



DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

**The Effect of Compost and Rice Husk Application on
Improving the Quality of Soil in Former People's Gold Mines
in Kalirejo Village, Kokap District, Kulon Progo Regency,
Yogyakarta**

Alya Noorhana Gupitasari

20513012

Supervisor:

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

Environmental Engineering Bachelor Program

Faculty of Civil Engineering and Planning

Universitas Islam Indonesia

2025

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**Pengaruh Aplikasi Kompos dan Sekam Padi terhadap Perbaikan
Kualitas Tanah Bekas Tambang Emas Rakyat di Desa Kalirejo,
Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta**

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Alya Noorhana Gupitasari
20513012

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 30 April 2026 dan disetujui oleh:

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



(Pembimbing 1)

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



(Penguji 1)

Diah Ayu Prawitasari, S.T., M.T.



(Penguji 2)

7B-04-2126

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana



25/5.26

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

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, 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 merupakan gagasan, rumusan, dan studi 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. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
 - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
 - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 30 April 2026

Yang membuat pernyataan,



Alia Noorhana Gupitasari
20513012

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas izin dan kehendak-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Aplikasi Kompos dan Sekam Padi terhadap Perbaikan Kualitas Tanah Bekas Tambang Emas Rakyat di Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta”.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini, terdapat berbagai tantangan yang dihadapi. Namun, berkat bantuan, bimbingan, saran, doa, serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, kakak serta adik saya yang senantiasa menjadi sumber kekuatan dan inspirasi dengan do'a-do'a tulus, kasih sayang tanpa batas, serta pengorbanan yang tak terhitung demi keberhasilan studi penulis.
2. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan, serta meluangkan waktu dan kesempatan bagi penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen, staff administrasi, dan pihak terkait yang telah membantu demi terciptanya kelancaran penulis selama menempuh pendidikan di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Terima kasih kepada teman-teman dekat kuliah saya yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menjalani perkuliahan.
5. Terima kasih kepada teman-teman kelompok TA yang telah mendukung, membantu, dan bekerja sama bersama saya.
6. Berbagai pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu,

terima kasih atas do'a dan dukungan saudara.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini memiliki banyak kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan pihak lainnya.

Sleman, 30 April 2026

Alya Noorhana Gupitasari

Pengaruh Aplikasi Kompos dan Sekam Padi terhadap Perbaikan Kualitas Tanah Bekas Tambang Emas Rakyat di Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta

Mahasiswa : Alya Noorhana Gupitasari
NIM : 20513012
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing : Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

Abstrak

Penambangan emas rakyat dengan metode amalgamasi berbasis merkuri berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan berupa degradasi kualitas tanah akibat akumulasi logam berat. Kondisi ini menyebabkan penurunan sifat fisik dan kimia tanah sehingga diperlukan upaya remediasi untuk memulihkan kesuburannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi kompos serta kombinasi kompos dan sekam padi dalam memperbaiki kualitas tanah bekas tambang emas rakyat di Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum frutescens L.*). Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan tiga perlakuan, yaitu kontrol, kompos (K1), dan kombinasi kompos dan sekam padi (K2). Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, sulfat, P_2O_5 , pH, serta kandungan merkuri (Hg) pada tanah dan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompos (K1) lebih efektif dalam menurunkan kadar sulfat, sedangkan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) lebih efektif dalam menurunkan kadar merkuri (Hg). Selain itu, kedua perlakuan meningkatkan ketersediaan fosfor (P) dalam tanah dan pertumbuhan tanaman, dengan hasil terbaik pada perlakuan K2. Dengan demikian, kompos dan sekam padi berpotensi sebagai bahan pembenah tanah yang efektif dalam memperbaiki kualitas tanah bekas tambang dan mendukung produktivitas tanaman.

Kata kunci: Kompos, Kualitas Tanah, Merkuri (Hg), Sekam Padi, Tanah Bekas Tambang

***The Effect of Compost and Rice Husk Application on
Improving the Quality of Soil in Former People's Gold Mines
in Kalirejo Village, Kokap District, Kulon Progo Regency,
Yogyakarta***

Student : Alya Noorhana Gupitasari
Student Number : 20513012
Study Program : Environmental Engineering – Bachelor Program
Supervisor : Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D.

Abstract

*Artisanal gold mining using mercury-based amalgamation has the potential to cause environmental pollution in the form of soil degradation due to heavy metal accumulation. This condition leads to a decline in the physical and chemical properties of soil, thus requiring remediation efforts to restore its fertility. This study aims to evaluate the effectiveness of compost application and the combination of compost and rice husk in improving the quality of post-mining soil in Kalirejo Village, Kokap District, Kulon Progo Regency, as well as their effect on the growth of chili plants (*Capsicum frutescens* L.). The research method used was an experimental approach with three treatments: control, compost (K1), and a combination of compost and rice husk (K2) was more effective in reducing mercury (Hg). In addition, both treatments increased phosphorus (P) availability in the soil and improved plant growth, with the best results observed in K2. Therefore, compost and rice husk have strong potential as soil amendment for improving post-mining soil quality and supporting plant productivity.*

Key words: Compost, Mercury (Hg), Post-Mining Soil, Rice Husk, Soil Quality

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
Abstrak	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tambang Emas Rakyat	6
2.1.1 Pertambangan Emas Rakyat di Kulon Progo, Yogyakarta	7
2.1.2 Dampak Lingkungan Pertambangan Emas	8
2.2 Logam Berat	9
2.2.1 Merkuri (Hg)	10
2.3 Remediasi Tanah Bekas Tambang	10
2.4 Peran Kombinasi Kompos dan Sekam Padi dalam Perbaikan Tanah	12
2.5 Tanaman Cabai sebagai Indikator Produktivitas Tanah	13
2.6 Parameter Kualitas Tanah	15
2.7 Penelitian Terdahulu	17
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Lokasi	21
3.2 Alur Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan	23
3.4 Prosedur	23
3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah	23

3.4.2 Persiapan Media Tanam	25
3.4.3 Penggunaan Media Tanam dengan Kompos	25
3.4.4 Penggunaan Media Tanam dengan Kombinasi Kompos dan Sekam Padi	25
3.4.5 Penanaman Bibit	25
3.4.6 Pemeliharaan Tanaman	26
3.4.7 Pengambilan Data Pertumbuhan	26
3.4.8 Pemanenan dan Pengambilan Sampel	26
3.4.9 Analisis Laboratorium	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Pengaruh Aplikasi Kompos serta Kombinasi Kompos dan Sekam Padi terhadap Nutrisi dan Logam Berat pada Tanah dan Tanaman	38
4.1.1 Pengaruh pada Tanah	38
4.1.2 Pengaruh pada Tanaman	43
4.2 Pengaruh Aplikasi Kompos serta Kombinasi Kompos dan Sekam Padi terhadap pH Tanah	47
4.3 Pengaruh Aplikasi Kompos serta Kombinasi Kompos dan Sekam Padi dalam Perbaikan Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman <i>Capsicum frutescens</i> L.	49
4.3.1 Survival Rate	49
4.3.2 Tinggi Tanaman	50
4.3.3 Diameter Tanaman	51
4.3.4 Jumlah Daun Tanaman	52
4.3.5 Biomassa Tanaman	53
BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	64
RIWAYAT HIDUP	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu	17
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran pH Aktual dan Potensial pada Tanah Tanaman <i>Capsicum frutescens</i> L.	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Flowchart Tahapan Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Pengambilan Titik Sampling 1 dan 2	24
Gambar 3. 3 Flowchart Tahapan Pengerjaan Berat Basah Sampel	28
Gambar 3. 4 Flowchart Tahapan Pengerjaan Berat Kering Sampel	28
Gambar 3. 5 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Kadar Air Tanah.....	30
Gambar 3. 6 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Sulfat pada Tanah.....	31
Gambar 3. 7 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji P2O5 Potensial	33
Gambar 3. 8 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji P2O5 Total	34
Gambar 3. 9 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Hg Tanah.....	35
Gambar 3. 10 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Hg Batang.....	36
Gambar 3. 11 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Hg Akar.....	37
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Kadar Air dalam Tanah Tanaman <i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Tanah Nature, Bekas Tambang, Perlakuan Kontrol, K1, dan K2	39
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Kadar Sulfat dalam Tanah Tanaman <i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Tanah Nature, Bekas Tambang, Perlakuan Kontrol, K1, dan K2	40
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Konsentrasi P2O5 Potensial dalam Tanah Tanaman <i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Tanah Nature, Bekas Tambang, Perlakuan Kontrol, K1, dan K2.....	41
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Kadar Hg dalam Tanah Tanaman <i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Tanah Nature, Bekas Tambang, Perlakuan Kontrol, K1, dan K2.....	42
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Konsentrasi P2O5 Total pada Tanaman <i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Tanah Nature, Bekas Tambang, Perlakuan Kontrol, K1, dan K2	44
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Kadar Hg pada Batang Tanaman <i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Perlakuan Kontrol, K1, dan K2	45

Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Kadar Hg pada Akar Tanaman	
<i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Perlakuan Kontrol, K1, dan K2	46
Gambar 4. 8 Perbandingan Survival Rate Tanaman <i>Capsicum</i>	
<i>frutescens</i> L. Pada perlakuan kontrol, K1, dan K2	49
Gambar 4. 9 Grafik Pertumbuhan Tinggi (Cm) Tanaman <i>Capsicum</i>	
<i>frutescens</i> L. Pada perlakuan kontrol, K1, dan K2	51
Gambar 4. 10 Grafik Pertumbuhan Diameter (mm) Tanaman	
<i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Perlakuan Kontrol, K1, dan K2	52
Gambar 4. 11 Grafik Pertumbuhan Jumlah Daun (buah) Tanaman	
<i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Perlakuan Kontrol, K1, dan K2	53
Gambar 4. 12 Grafik Berat Basah Biomassa (gram) Tanaman	
<i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Perlakuan Kontrol, K1, dan K2	54
Gambar 4. 13 Grafik Berat Kering Biomassa (gram) Tanaman	
<i>Capsicum frutescens</i> L. Pada Perlakuan Kontrol, K1, dan K2	55

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	64
Lampiran 1. Kurva Kalibrasi	64
Lampiran 2. Dokumentasi kegiatan	68
Lampiran 3. Dokumentasi analisis sampel di Laboratorium	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi sumber daya mineral dan bahan tambang yang sangat melimpah, mencakup batubara, emas, nikel, timah, pasir, serta berbagai komoditas lainnya (Hasanah, 2022). Sektor pertambangan menjadi salah satu pilar penting dalam pembangunan nasional di Indonesia karena memberikan sumbangan besar terhadap pendapatan negara serta membuka peluang kerja yang luas (Sartono, 2020). Meski demikian, industri pertambangan memiliki potensi besar untuk menimbulkan berbagai bentuk kerusakan lingkungan yang serius (Yudhistira et al., 2011). Industri pertambangan juga seringkali ditinggalkan dalam kondisi terdegradasi yang ditandai oleh turunnya kualitas fisik dan kimia tanah, termasuk rendahnya bahan organik, kapasitas tukar kation (KTK), serta keasaman yang tidak ideal (Mulyanto, 2008; Dariah et al., 2014).

Di balik berkembangnya kegiatan pertambangan modern, Indonesia masih menghadapi kenyataan bahwa aktivitas pertambangan skala kecil yang dijalankan oleh masyarakat lokal telah berlangsung sejak lama (Sheva Endriyanto et al., 2025). Salah satu bentuknya adalah penambangan emas tradisional yang dilakukan dengan peralatan sederhana dan berada di luar kerangka perizinan resmi, yang dikenal sebagai Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI). Dalam praktiknya, PETI kerap menggunakan peralatan serta bahan seperti merkuri, yang dapat menimbulkan dampak serius terhadap lingkungan dan kondisi sosial masyarakat di sekitarnya (Mochammad Farisi et al., 2022). Sehingga limbah yang dihasilkan pada umumnya masih menyimpan kandungan merkuri dimana merkuri dapat mengalami perubahan menjadi metilmerkuri, yaitu senyawa yang sangat toksik, dan selanjutnya terakumulasi dalam rantai makanan, mulai dari tumbuhan hingga organisme lain (Muhammad. M et al., 2017).

Salah satu contoh kegiatan PETI di Indonesia yaitu pertambangan emas rakyat di Kulon Progo yang telah berlangsung sejak tahun 1991 (Nata et al.,

2021). Kegiatan ini mencakup penambangan dan pengolahan emas. Penambangan dilakukan dengan sistem tambang bawah tanah, sedangkan pengolahan emas dilakukan melalui metode amalgamasi yang memanfaatkan merkuri (Hg) untuk mengikat emas dari bijih. Rangkaian metode amalgamasi ini berpotensi menimbulkan kontaminasi antara merkuri (Hg) dan berbagai logam berat lainnya (Setiabudi, 2005). Kemudian limbah hasil proses tersebut hanya ditampung dalam kolam tanpa pengolahan lebih lanjut, sehingga berpotensi mencemari tanah dan mengalir ke sumber air di sekitarnya (Nilamprasasti, 2019).

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini difokuskan pada kajian mengenai potensi bahan pembenah tanah yaitu kompos dan kombinasi kompos dengan sekam padi dalam upaya memperbaiki kualitas tanah yang terkontaminasi logam berat dari aktivitas penambangan emas di Desa Kalirejo, Kulon Progo yang meliputi analisis sifat fisik dan kimia tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L). Tanaman cabai (*Capsicum sp.*) sering dipilih sebagai tanaman uji dalam penelitian terkait remediasi lahan bekas tambang karena sifatnya yang sensitif terhadap perubahan kualitas tanah. Hal ini terlihat dalam penelitian Haryati et al. (2020), menunjukkan bahwa aplikasi amelioran tidak hanya memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah bekas tambang timah, tetapi juga meningkatkan produksi cabai rawit yang dibudidayakan. Penggunaan cabai juga memberikan keuntungan praktis karena parameter pertumbuhannya, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan hasil buah, dapat dijadikan indikator produktivitas lahan pasca tambang (Haryati et al., 2020).

Kompos merupakan pupuk organik hasil dekomposisi berbagai bahan alami, seperti dedaunan, rumput, batang tanaman, dan kotoran hewan oleh mikroorganisme. Pupuk tersebut kaya akan unsur hara makro dan mikro yang bermanfaat dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tanah menyerap air dan hara, serta memperbaiki pH (Luo et al., 2017). Selain itu, kompos juga mendukung peningkatan produktivitas tanaman dan memperkaya bahan organik tanah (Ch'ng et al., 2014).

Sekam padi merupakan produk sampingan penggilingan padi yang tersedia dalam jumlah besar dan belum dimanfaatkan secara optimal. Bahan ini memiliki kandungan karbon yang tinggi serta bersifat ringan, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan amelioran tanah. Melalui proses pembakaran tidak sempurna, sekam padi dapat diubah menjadi biochar yang berfungsi memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Penambahan biochar sekam padi terbukti dapat meningkatkan pH tanah, kapasitas tukar kation (KTK), serta ketersediaan unsur hara makro dan mikro yang penting bagi pertumbuhan tanaman. (Lehmann & Joseph, 2015). Selain itu, penggunaan sekam padi juga mampu meningkatkan kemampuan tanah menahan air, memperbaiki aerasi, serta menekan kehilangan hara akibat pencucian. (Pratiwi & Shinogi, 2016). Sudah diketahui juga, pemberian biochar sekam padi pada lahan bekas tambang batubara terbukti meningkatkan pH, kapasitas tukar kation (KTK), dan ketersediaan hara makro seperti N, P, K, Ca, dan Mg (Rizki et al., 2019). Dengan demikian, sekam padi dapat menjadi salah satu alternatif bahan organik yang efektif dalam upaya remediasi tanah bekas tambang agar kembali produktif untuk kegiatan pertanian.

Hasil dari penelitian terdahulu menunjukkan pemanfaatan tanah bekas tambang emas menggunakan biochar dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan tanaman hiperkumulator dapat memperbaiki sifat kimia tanah dan mereduksi logam merkuri secara optimal (Romadhan. P et al., 2022). Namun penelitian belum menunjukkan bagaimana pengaruh penggunaan biochar dan pupuk kandang terhadap kandungan merkuri di dalam tanaman serta parameter lain, sehingga penelitian kali ini untuk melihat pengaruhnya pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L).

1.2 Perumusan Masalah

Berikut ini merupakan rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu :

- 1) Bagaimana efektivitas bahan pembenah tanah (kompos dan kombinasi kompos dengan sekam padi) terhadap serapan logam berat (sulfat, Hg),

P205, pH, dan kadar air pada tanah bekas tambang emas rakyat di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta ?

- 2) Bagaimana pengaruh aplikasi pembenah tanah (kompos dan kombinasi kompos dengan sekam padi) pada tanah bekas tambang emas rakyat di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang terpengaruh oleh kegiatan penambangan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini merupakan tujuan penelitian pada penelitian ini, yaitu :

- 1) Investigasi efektivitas bahan pembenah tanah (kompos dan kombinasi kompos dengan sekam padi) terhadap serapan logam berat (sulfat, Hg), P₂O₅, pH, dan kadar air pada tanah bekas tambang emas rakyat di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- 2) Investigasi pengaruh aplikasi pembenah tanah (kompos dan kombinasi kompos dengan sekam padi) pada tanah bekas tambang emas rakyat di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang terpengaruh oleh kegiatan penambangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut ini merupakan manfaat dari penelitian ini, diantaranya :

- 1) Penelitian ini berkontribusi dalam upaya pelestarian lingkungan.
- 2) Penelitian ini berfokus pada pengembangan studi literatur terkait potensi kompos dan sekam padi terhadap penyerapan logam berat Merkuri (Hg) pada tanaman *Capsicum frutescens* L.
- 3) Penelitian ini memberikan solusi perbaikan tanah bekas pengolahan tambang emas rakyat di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta untuk pemerintah dan masyarakat sekitar.
- 4) Hasil dari penelitian dapat digunakan untuk acuan penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Berikut ini merupakan ruang lingkup dari penelitian ini, diantaranya :

- 1) Penelitian ini memiliki objek terbatas pada tanah bekas tambang emas yang digunakan sebagai media tanam.
- 2) Perlakuan remediasi hanya menggunakan bahan organik berupa kompos dan sekam padi, baik secara tunggal maupun kombinasi.
- 3) Tanaman uji yang digunakan adalah cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) sebagai indikator pertumbuhan dan produktivitas tanaman hortikultura.
- 4) Parameter yang diamati mencakup sifat fisik tanah dan sifat kimia tanah serta pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tambang Emas Rakyat

Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah dan merupakan salah satu negara penghasil komoditas tambang yang signifikan, termasuk di antaranya adalah emas. Emas merupakan mineral logam mulia yang termasuk sebagai salah satu komoditas utama dalam kegiatan pertambangan. Keberadaan pertambangan emas rakyat pada dasarnya sulit untuk dihindari, karena sektor ini merupakan bagian dari industri pertambangan yang dapat berkembang dengan cepat seiring meningkatnya permintaan dan kebutuhan pasar, serta berpotensi memberikan kontribusi dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Khosmas et al., 2019).

Keberadaan bijih emas di sejumlah wilayah Indonesia mendorong masyarakat lokal untuk melakukan aktivitas penambangan secara mandiri dengan metode tradisional. Penambangan emas tradisional tersebar di berbagai daerah, antara lain Aceh Selatan, Sumatera Utara, Jawa Barat, Jawa Tengah, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara Barat, dan Papua. Kegiatan penambangan emas tradisional mencakup dua tahapan utama, yaitu proses pengambilan bijih emas dan proses pengolahannya. Kedua tahapan tersebut berpotensi menghasilkan limbah. Pada tahap pengambilan bijih emas, limbah yang dihasilkan berupa batuan samping, yaitu sisa material batuan yang tidak memiliki nilai ekonomis untuk diolah lebih lanjut. Batuan samping ini umumnya ditumpuk di sekitar lokasi penambangan. Sementara itu, pada tahap pengolahan bijih emas, penambangan emas tradisional umumnya menggunakan metode amalgamasi dan sianidasi (Kusdarini dan Budianto, 2021).

Kegiatan penambangan emas tradisional dicirikan oleh penggunaan teknik eksplorasi dan eksploitasi yang belum canggih serta membutuhkan biaya yang relatif rendah. Proses pembentukan emas berlangsung melalui pergerakan larutan sisa magma menuju permukaan bumi yang dikenal sebagai larutan hidrotermal. Pergerakan larutan hidrotermal tersebut dikendalikan oleh keberadaan zona lemah yang membentuk rongga, sehingga memungkinkan larutan bermigrasi dan

selanjutnya terakumulasi membentuk endapan emas di bawah permukaan bumi (Junaedy et al., 2016).

Penerapan metode ini menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, karena berpotensi meningkatkan akumulasi zat pencemar merkuri dan logam berat lainnya (Setiabudi, 2005).

2.1.1 Pertambangan Emas Rakyat di Kulon Progo, Yogyakarta

Pertambangan emas rakyat merupakan salah satu kegiatan pertambangan skala kecil yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia. Kegiatan ini umumnya menggunakan teknik sederhana, termasuk tambang bawah tanah dan pengolahan emas dengan metode amalgamasi menggunakan merkuri (Hg). Penggunaan merkuri sebagai pengikat emas dapat menghasilkan limbah berbahaya yang seringkali dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan lebih lanjut, sehingga menimbulkan risiko pencemaran tanah dan air (Nilamprasasti, 2019; Nata et al., 2021).

Menurut Santoso et al. (2018), Kabupaten Kulon Progo merupakan salah satu wilayah di Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki potensi cadangan tambang yang cukup besar setelah Kabupaten Gunung Kidul. Sejak tahun 1991, pertambangan emas rakyat di Kecamatan Kokap, Kulon Progo, mulai dilakukan oleh penambang asal Tasikmalaya dan kemudian melibatkan masyarakat setempat. Aktivitas yang pertama kali berlangsung di Desa Kalirejo ini dikerjakan secara sederhana melalui sistem tambang bawah tanah yang dilakukan melalui pembuatan terowongan dan sumur vertikal (Sambowo et al., 2012). Untuk mendapatkan emas, pertambangan emas rakyat menggunakan teknik amalgamasi, dimana teknik amalgamasi dilakukan dengan mencampurkan batuan yang mengandung emas dengan merkuri menggunakan alat yang disebut gelundung (Ratih. C et al., 2017). Penggunaan merkuri telah lama dilakukan oleh para penambang karena ketersediaannya yang mudah, sementara pengawasan dari pemerintah masih relatif terbatas (Larasati et al., 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Santoso dan Gomareuzzaman (2018), metode penambangan emas yang diterapkan di lokasi penelitian yaitu Dusun Plampang Satu (Kalirejo), Plampang Dua (Kalirejo), dan Dusun Papak (Kalirejo) menggunakan sistem tambang bawah tanah dengan metode

gophering/coyoting (lubang tikus). Kegiatan penambangan dilakukan tanpa perencanaan yang sistematis, dengan arah penggalian mengikuti jalur *vein* bijih emas. Proses penggalian menggunakan peralatan manual dan sederhana, seperti belincong, cangkul, dan linggis, dengan ukuran lorong tambang (*stope*) yang tidak beraturan, yaitu berkisar antara 1–1,5 meter. Untuk kemiringan (*slope*) lorong tambang mempunyai kemiringan hampir sama pada setiap lokasinya dalam satu lorong akan mempunyai kemiringan datar sampai curam (vertikal) 90°. Arah penggalian membentuk lorong tambang, baik horizontal, miring, maupun vertikal, yang mengikuti jalur urat (*vein*) pembawa emas dengan satu akses pada setiap lokasi penambangan. Struktur penahan dinding umumnya menggunakan bambu, sedangkan tiang penyangga dibuat dari kombinasi kayu dan bambu.

Adapun proses penambangan yang dilakukan berdasarkan laporan penelitian yang dilakukan oleh Uci Multhaza (18513222) tentang Potensi Penggunaan Bahan Pembenah Tanah untuk Stabilisasi Tanah Bekas Tambang Emas Desa Kalirejo, Kulonprogo, DI Yogyakarta dimulai dengan memilih bijih emas secara selektif kemudian diolah menggunakan metode amalgamasi, yaitu proses pengikatan emas dengan merkuri (Hg) dalam alat yang disebut gelundung atau amalgamator. Pada tahap pengolahan, digunakan gelundung sebanyak 1–10 unit per lokasi, dengan kapasitas 15–25 kg bijih setiap hari. Bijih dicampur dengan potongan besi, air, merkuri, dan semen, kemudian diputar selama beberapa jam menggunakan generator. Amalgam yang terbentuk dipisahkan dari *tailing* (sisa pengolahan tambang) dengan cara diperas menggunakan kain parasit, sedangkan limbahnya dialirkan ke bak penampung atau langsung ke halaman rumah (Sambowo et al., 2012). Selain untuk amalgamasi, alat ini juga berfungsi memperkecil ukuran bijih, kemudian dilanjutkan dengan proses pencucian dan pendulangan untuk memisahkan amalgam dari *tailing*.

2.1.2 Dampak Lingkungan Pertambangan Emas

Pertambangan emas yang dilakukan masyarakat, baik secara legal maupun ilegal, telah terbukti menimbulkan dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan. Aktivitas penambangan tanpa izin (PETI) misalnya, menyebabkan penurunan kualitas tanah, kerusakan vegetasi, erosi, sedimentasi, hingga berkurangnya tutupan hutan. Hal ini diperparah karena kegiatan tambang sering

dilaksanakan tanpa memperhatikan aspek reklamasi dan konservasi lahan (Saptawartono et al., 2024).

Studi di Kabupaten Bombana mengungkapkan bahwa pertambangan emas menyebabkan kerusakan fisik tanah serta penurunan kualitas air akibat masuknya bahan kimia dan material sedimen ke badan air. Erosi yang ditimbulkan dari aktivitas tambang mengakibatkan hilangnya kesuburan tanah sehingga sulit dimanfaatkan kembali untuk kegiatan pertanian. Kondisi tersebut berdampak langsung pada berkurangnya daya dukung lingkungan terhadap kebutuhan masyarakat sekitar (Surdin et al., 2022).

Dari sisi kimia lingkungan, penggunaan merkuri dalam proses amalgamasi emas menjadi permasalahan serius. Limbah pengolahan emas yang mengandung merkuri terbukti memiliki konsentrasi sangat tinggi dan berpotensi mencemari tanah maupun perairan. Studi kasus di Selogiri, Wonogiri, menunjukkan bahwa mobilitas merkuri di dalam fraksi tanah cukup tinggi, sehingga meningkatkan risiko pencemaran jangka panjang terhadap ekosistem dan kesehatan manusia (Budianta et al., 2024).

Selain itu, penelitian lain menegaskan bahwa kerusakan lingkungan akibat pertambangan emas berdampak pada menurunnya keanekaragaman hayati. Penurunan kualitas tanah dan air mengakibatkan berkurangnya kemampuan ekosistem untuk mendukung keberlangsungan flora dan fauna. Kondisi ini menjadikan kegiatan pertambangan emas sebagai salah satu ancaman utama bagi kelestarian lingkungan di wilayah pertambangan rakyat (Anggrain, 2018).

2.2 Logam Berat

Logam berat merupakan unsur logam dengan massa jenis lebih dari 5 g/cm³, seperti Kadmium (Cd), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Zink (Zn), dan Nikel (Ni). Di antara unsur tersebut, Cd, Hg, dan Pb tergolong logam non-esensial yang pada konsentrasi tertentu bersifat toksik bagi organisme hidup (Arnold, 1990 & Subowo Italic, 1995) dalam (Charlena, 2004). Logam berat memiliki sifat stabil dan tidak mudah terdegradasi, sehingga cenderung terakumulasi dalam tanah dan sedimen (Ernawati, 2010). Logam berat juga dapat berasal dari residu pertanian maupun industri yang umumnya memiliki jumlah kecil tetapi sulit terdegradasi,

sehingga dalam jangka panjang dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dan menimbulkan efek toksik (Montazeri et al., 2009). Pada dasarnya, tanah yang tercemar logam masih mampu menjerap atau menahan logam berat dalam jumlah yang terbatas namun apabila terjadi secara terus-menerus, logam tersebut akan terakumulasi dan menyebabkan pencemaran tanah (Priyanto & Joko, 2010).

2.2.1 Merkuri (Hg)

Salah satu jenis logam berat yang memiliki sifat sangat toksik bagi manusia yaitu merkuri (Hg) (Darmono, 2010). Merkuri juga merupakan salah satu logam berat pencemar yang sangat berbahaya dan bersifat toksik bagi tanaman dan unsur ini tergolong sebagai zat pencemar karena bersifat sulit terurai serta mudah diserap oleh organisme (Priyono, 2006). Merkuri memiliki titik beku $-38,87\text{ }^{\circ}\text{C}$, titik didih $356,90\text{ }^{\circ}\text{C}$, serta massa jenis sebesar $13,55\text{ g/cm}^3$. Selain itu, merkuri memiliki kemampuan melarutkan logam lain dan membentuk paduan (alloy) (Mirdat, 2013). Merkuri juga memiliki sifat toksisitas dan volatilitas yang tinggi serta mudah mengalami bioakumulasi. Merkuri yang telah termetilasi memiliki kecenderungan tinggi untuk berikatan dengan jaringan lemak organisme dan dapat terakumulasi melalui rantai makanan hingga mencapai tingkat toksisitas yang lebih tinggi (Zhang, 2009). Penggunaan merkuri banyak digunakan pada teknik amalgamasi pada pengolahan emas karena memiliki biaya operasional yang relatif rendah dibandingkan dengan metode pengolahan lainnya, namun berisiko tinggi terhadap lingkungan (C. J. E. Mitchel et al., 1997) dan manusia. Pada kondisi lingkungan tertentu, merkuri elemental (Hg^0) dapat berubah menjadi senyawa etil merkuri dan metil merkuri. Dalam bentuk tersebut, merkuri bersifat sangat toksik bagi lingkungan dan berpotensi menimbulkan dampak serius terhadap kesehatan manusia (S. J. Suprpto, 2006).

2.3 Remediasi Tanah Bekas Tambang

Remediasi tanah adalah upaya memperbaiki kualitas tanah terdegradasi akibat aktivitas pertambangan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah dengan menambahkan bahan organik. Bahan organik berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Faktor yang berpengaruh terhadap efektivitas remediasi mencakup

kondisi awal tanah, tingkat pencemaran logam berat, serta jenis bahan pembenah yang digunakan (Oktabriana & Syofiani, 2021).

Penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan organik dapat meningkatkan kadar C-organik, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Lehmann & Joseph, 2009). Salah satu metode remediasi adalah penambahan amelioran organik, seperti jerami dan pupuk sapi, yang terbukti dapat merehabilitasi sifat kimia tanah bekas tambang emas di Sijunjung, Sumatera Barat, serta meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai (Oktabriana & Syofiani, 2021). Selain itu, penggunaan legume cover crop (LCC) seperti *Mucuna conchinchinensis*, *Calopogonium mucunoides*, dan *Centrocema pubescens* efektif memperbaiki sifat fisik tanah melalui peningkatan kandungan bahan organik dan total pori serta menurunkan bulk density (Oktabriana et al., 2020).

Pendekatan biologis lain adalah pemanfaatan gulma bioakumulator seperti *Tithonia diversifolia* dan *Chromolaena odorata*, yang tidak hanya menyerap logam berat (Pb, Ag, Cu, Hg, Zn) tetapi juga menghasilkan biomassa kaya hara dengan rasio C/N rendah, sehingga bermanfaat sebagai bahan organik untuk memperbaiki kualitas tanah (Soeyoed & Suyanto, 2019). Inovasi serupa dilakukan melalui pengembangan pupuk organik granul berbasis biochar sekam padi, kompos, sampah sayur, dan tanah liat (Biokanat), yang terbukti meningkatkan pH tanah serta memperbaiki sifat kimia lahan bekas tambang (Romadhan et al., 2022).

Kombinasi bahan organik dengan fitoremediasi juga telah diteliti, misalnya dengan penggunaan biochar sekam padi, pupuk kandang ayam, serta tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus L.*), yang efektif meningkatkan pH tanah, menurunkan kadar merkuri dalam tanah, dan mengakumulasi merkuri hingga 35,01 ppm pada jaringan tanaman (Romadhan et al., 2023). Metode *enhanced phytoremediation* dengan tanaman *Cyperus kyllingia* yang dipadukan dengan isolat bakteri tahan merkuri juga menunjukkan hasil signifikan, dengan efisiensi penurunan merkuri mencapai 86,88% sekaligus meningkatkan populasi bakteri tanah (Khairunnisa et al., 2023).

2.4 Peran Kombinasi Kompos dan Sekam Padi dalam Perbaikan Tanah

Kompos merupakan pupuk organik hasil dekomposisi bahan organik, seperti dedaunan, batang tanaman, dan kotoran hewan, oleh mikroorganisme. Kompos mengandung unsur hara makro (N, P, K) maupun mikro (Fe, Mn, Zn, Cu) yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Selain itu, kompos dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah menyerap air dan hara, serta membantu menetralkan pH tanah (Luo et al., 2017). Pemanfaatan kompos dalam remediasi lahan bekas tambang terbukti dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan kandungan bahan organik tanah (Ch'ng et al., 2014).

Studi di tanah tipe Ultisol menunjukkan bahwa pemberian kompos meningkatkan retensi air sebesar sekitar 13,76 %, yang disebabkan oleh peningkatan kandungan bahan organik dan porositas tanah serta penurunan berat isi (*bulk density*) (Balqies. S. C et al., 2020). Selain itu, kombinasi kompos dan zeolit pada Entisol mampu mengoptimalkan distribusi pori dengan adanya peningkatan pori air tersedia hingga 34,8 % serta meningkatkan efisiensi penggunaan air pada kapasitas lapangan 75 %, yang pada akhirnya mendukung pertumbuhan dan produksi pada bawang daun secara signifikan (Siboro, 2015).

Dari sisi sifat fisik dan biologi tanah, aplikasi kompos terbukti memperbaiki agregasi tanah melalui peningkatan kandungan bahan organik, yang sekaligus berperan sebagai perekat alami bagi partikel tanah, mendukung stabilitas agregat dan meningkatkan ruang pori. Mekanisme ini juga mendukung proliferasi mikroba tanah yang bertindak sebagai agen pemacu kualitas struktur tanah (Balqies. S et al., 2020).

Selain itu, kompos juga meningkatkan kesuburan tanah melalui peningkatan kadar karbon organik dan hara. Hal ini tercermin dari studi yang melaporkan bahwa kompos meningkatkan frekuensi populasi bakteri pengikat nitrogen (*Azotobacter* sp.), kandungan karbon organik, total nitrogen, serta serapan nitrogen pada tanaman pakcoy yang ditanam di Inceptisol (Anwar. A et al., 2023). Dalam konteks lahan marginal untuk tanaman tebu, aplikasi kompos dilaporkan memperbaiki struktur tanah dan aktivitas mikoriza, serta berkontribusi pada peningkatan ketersediaan fosfor bahkan sampai 315 % (Puspitasari. A & Winarsih. S., 2023).

Di sisi lain, biochar sekam padi diketahui dapat menstabilkan pH tanah serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah secara berkelanjutan (Kasari et al., 2021). Selain itu menurut Sukartono et al. (2019), bioarang hasil proses pemanasan berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pembenah tanah pertanian karena mampu meningkatkan efisiensi pemupukan dan serapan unsur hara tanaman. Bioarang merupakan bahan amelioran tanah yang berfungsi meningkatkan kualitas tanah serta memiliki efektivitas tinggi dalam mempertahankan unsur hara, sehingga tetap tersedia bagi tanaman (Gani, 2009). Menurut laporan Nurida et al. (2013) diketahui bioarang sekam padi mengandung C-organik hingga 30,76%. Kandungan tersebut membuat bioarang memiliki daya tahan tinggi di dalam tanah, sehingga penggunaannya sebagai pembenah tanah dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.

Penggunaan kombinasi antara kompos dan biochar sekam padi dilaporkan memberikan dampak positif dalam memperbaiki kualitas tanah, terutama dalam meningkatkan kesuburan kimia, memperbaiki sifat fisik, serta mendukung keseimbangan ekosistem mikroorganisme tanah (Kasari et al., 2021). Oleh karena itu, kedua bahan ini sering direkomendasikan sebagai pembenah tanah pada lahan yang mengalami degradasi akibat aktivitas pertambangan maupun pertanian intensif (Ermaya et al., 2024).

2.5 Tanaman Cabai sebagai Indikator Produktivitas Tanah

Cabai (*Capsicum sp.*) merupakan tanaman yang termasuk dalam famili *Solanaceae* (terong-terongan) dan memiliki kemampuan tumbuh sepanjang tahun tanpa bergantung pada musim (Jannah et al., 2018). Selain itu cabai merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Tanaman ini membutuhkan kondisi tanah yang cukup subur, kaya bahan organik, serta memiliki pH yang sesuai untuk pertumbuhan optimal (Pratiwi et al., 2018). Dalam morfologi nya cabai memiliki sistem perakaran yang luas yang mencapai 25-35 cm di mana akar-akar tersebut berfungsi dalam menyerap air dan unsur hara dari tanah serta menopang kekuatan dan kestabilan batang tanaman (Ega Faustina et al., 2024).

Cabai sering digunakan sebagai tanaman uji atau indikator produktivitas media tanam karena respons pertumbuhannya (tinggi tanaman, berat tajuk, jumlah buah) cukup sensitif terhadap perbedaan kualitas tanah dan formulasi media tanam (Hapsoh, Z. et al., 2019). Beberapa penelitian lapang dan percobaan pot melaporkan bahwa parameter-parameter vegetatif dan generatif cabai mencerminkan perubahan pada ketersediaan hara, struktur media, dan kondisi biologi tanah sehingga cabai cocok dijadikan indikator perbaikan media (Murti, E. K. C. et al., 2024). Untuk mencapai keberhasilan tersebut, faktor perawatan sangat memengaruhi keberhasilan pertumbuhan cabai. Salah satu perawatan yang mempengaruhi dan meningkatkan kualitas cabai yaitu dengan memberi kompos dan sekam padi.

Pemberian kompos secara konsisten dapat meningkatkan sifat kimia dan biologi tanah, termasuk kenaikan kandungan bahan organik dan kapasitas tukar kation, yang pada gilirannya memperbaiki ketersediaan hara bagi tanaman. Selain aspek kimia, kompos juga memperbaiki sifat fisik media dengan menambah agregasi dan kapasitas menahan air sehingga mengurangi stres air pada masa vegetatif tanaman (Murti, E. K. C. et al., 2024).

Sekam padi, baik digunakan langsung maupun melalui proses pirolisis menjadi biochar, berperan memperbaiki struktur media dengan meningkatkan porositas dan drainase, serta dapat membantu menstabilkan pH pada tanah asam. Biochar sekam padi juga berfungsi sebagai matriks bagi mikroba tanah yang bermanfaat dan dapat meningkatkan retensi nutrisi sehingga mengurangi kehilangan akibat pencucian pada media bertekstur ringan (Mukhlisah, N., Mahi. et al., 2022).

Interaksi antara kompos dan sekam padi/biochar sering menunjukkan sinergi: kompos menyuplai bahan organik dan nutrisi sementara biochar memperbaiki struktur, memberi habitat mikroba, dan menstabilkan nutrisi sehingga kombinasi keduanya direkomendasikan untuk memperbaiki media yang terdegradasi (Gusmailina, G. Et al., 2002). Oleh karena itu, ketika cabai digunakan sebagai indikator produktivitas, perbaikan media melalui aplikasi kompos dan/atau sekam padi (biochar) dapat langsung tercermin pada parameter

pertumbuhan cabai, menjadikannya alat uji yang praktis untuk mengevaluasi efektivitas pembenah media (Mukhlisah, N., Mahi. et al., 2022).

2.6 Parameter Kualitas Tanah

Kualitas tanah didefinisikan sebagai kemampuan suatu tanah untuk berfungsi, dalam batas ekosistem alami atau diolah, dalam mempertahankan produktivitas tanaman dan hewan, memelihara dan meningkatkan kualitas air dan udara, dan menunjang kesehatan manusia dan lingkungannya (Doran dan Parkin 1994, Karlen et al. 1997, Arshad dan Martin 2002). Kualitas tanah dapat dievaluasi menggunakan berbagai indikator fisik, kimia, dan biologi yang memberikan gambaran tentang kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman serta menjaga keberlanjutan ekosistem (Jufri, Y. Et al., 2023).

Salah satu indikator yang sering digunakan adalah C-organik karena berperan dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, dan menyediakan sumber energi bagi mikroba. Kemudian fosfor (P) tersedia dan P total, yang keduanya memberikan gambaran mengenai ketersediaan unsur hara penting bagi tanaman. Selain itu, pH tanah juga menjadi indikator kunci karena berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroba (Jufri, Y. Et al., 2023). Parameter lain yang juga berperan adalah kalium tersedia dan kalium total, yang penting bagi proses metabolisme tanaman serta cadangan unsur hara di dalam tanah (Heri Toyo et al., 2025).

Kemudian dari sifat fisik tanah terdapat kadar air yang menjadi salah satu pijakan penting dalam menilai kondisi fisik lahan, karena air mempengaruhi struktur tanah, ketersediaan hara, dan kelangsungan aktivitas mikroba (Bukhori et al., 2025). Selain itu ada porositas tanah yang berperan sebagai ruang bagi udara dan air di dalam tanah, yang sangat krusial untuk mendukung proses respirasi akar serta aktivitas mikroorganisme tanah (Dariah et al., 2014). Indikator lain yaitu permeabilitas tanah untuk mengukur kemampuan tanah mengalirkan air yang akan mempengaruhi drainase dan ketersediaan air untuk tanaman (Tania, 2021).

Selain indikator hara, pemantauan kadar logam berat juga penting karena logam seperti Pb, Cd, dan Hg dapat menjadi faktor pembatas produktivitas tanah

dan berpotensi mencemari lingkungan (Balingtan & Rohaendi, 2022). Studi di lahan pascatambang timah di Bangka Belitung menemukan sebaran logam berat di atas ambang batas, yang menunjukkan tingginya potensi toksisitas dan risiko lingkungan (Balingtan & Rohaendi, 2022). Hal ini menegaskan bahwa keberhasilan remediasi tanah bekas tambang harus diukur tidak hanya dari perbaikan sifat kimia tanah, tetapi juga dari penurunan kandungan logam berat berbahaya (Balingtan & Rohaendi, 2022).

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan ringkasan perbedaan dan persamaan dari penelitian terdahulu.

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No.	Referensi	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Yolanda. N., et al.	2021	Pengaruh Komposisi Media Tanam Organik Arang Sekam Padi dan Pupuk Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annum</i> L.) dan Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i> L.)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup tanaman cabai merah dan cabai rawit tergolong baik pada seluruh perlakuan. Pertumbuhan terbaik diperoleh pada media tanam dengan komposisi 50% tanah, 25% arang sekam, dan 25% pupuk kandang sapi, yang mampu meningkatkan tinggi tanaman serta hasil pada <i>Capsicum annum</i> L. dan <i>Capsicum frutescens</i> L.
2.	Haryati. U., et al.	2019	Pengaruh Amelioran terhadap Perbaikan Sifat Tanah dan Produksi Cabai Rawit pada Lahan Bekas Tambang Timah	Pemberian campuran biochar sekam dan pupuk kandang (1:1) memberikan hasil tanaman tertinggi (8,7 tha-1); nyata lebih tinggi dari perlakuan tanpa pemberian amelioran (1,7 tha-1). Amelioran biochar Acasia mangium atau biochar sekam yang dicampur dengan pupuk kandang (1:1), memberikan hasil tanaman yang lebih baik dibandingkan

				dengan pemberian amelioran tersebut secara tunggal
3.	Romadhan. P., et al.	2022	Korelasi Derajat Kemasaman Tanah dan Kandungan Merkuri Tanah Bekas Tambang Emas Melalui Aplikasi Bahan Organik	Pemberian aplikasi biochar sekam padi dan kompos pupuk kandang berperan dalam meningkatkan pH tanah dan mereduksi merkuri (Hg) yaitu dengan pemberian kompos pupuk kandang 100% terdiri dari nilai pH 6,28. Sedangkan untuk proses mereduksi merkuri dalam tanah, perlakuan 100% biochar sekam padi lebih signifikan mereduksi merkuri dalam tanah sehingga merkuri tersisa menjadi 19,09 ppm.
4.	Suri. S., et al.	2023	Pemanfaatan Tanah Bekas Tambang Emas dengan Penggunaan Biocar dan Pupuk Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan Bibit Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i> L)	Pemberian pakan sapi dan biocar dengan dosis 50 gr pakan sapi + 350 gr biocarpolybag memberikan hasil yang baik terhadap variabel hari muncul tunas (36 HST), jumlah tunas (1,33 tunas) dan panjang tunas (16,67 cm).
5.	Fauzan R.	2022	Perbaikan Sifat Kimia Tanah dan Reduksi Hg pada	Pemberian biokanat mampu memperbaiki sifat kimia tanah

			Lahan Bekas Tambang Emas Melalui Aplikasi Biokanat Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus</i> L.)	bekas tambang emas, mengurangi konsentrasi Hg pada tanah sehingga Hg yang tersisa menjadi 19,75 ppm. Bunga matahari sebagai tanaman hiperakumulator juga terbukti mampu menyerap Hg.
--	--	--	--	--

Berdasarkan analisis dari beberapa penelitian terdahulu, pemberian amelioran seperti kompos dan biochar sekam padi berpengaruh dalam perbaikan sifat kimia tanah bekas tambang emas dan terhadap proses pertumbuhan tanaman. Akan tetapi, kajian spesifik mengenai penerapan kompos dan sekam padi pada tanaman *Capsicum frutescens* L. masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk memberikan data dan analisis terbaru terkait pengaruh pemberian kompos dan sekam padi terhadap perbaikan kualitas tanah bekas tambang emas serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman *Capsicum frutescens* L.

BAB III

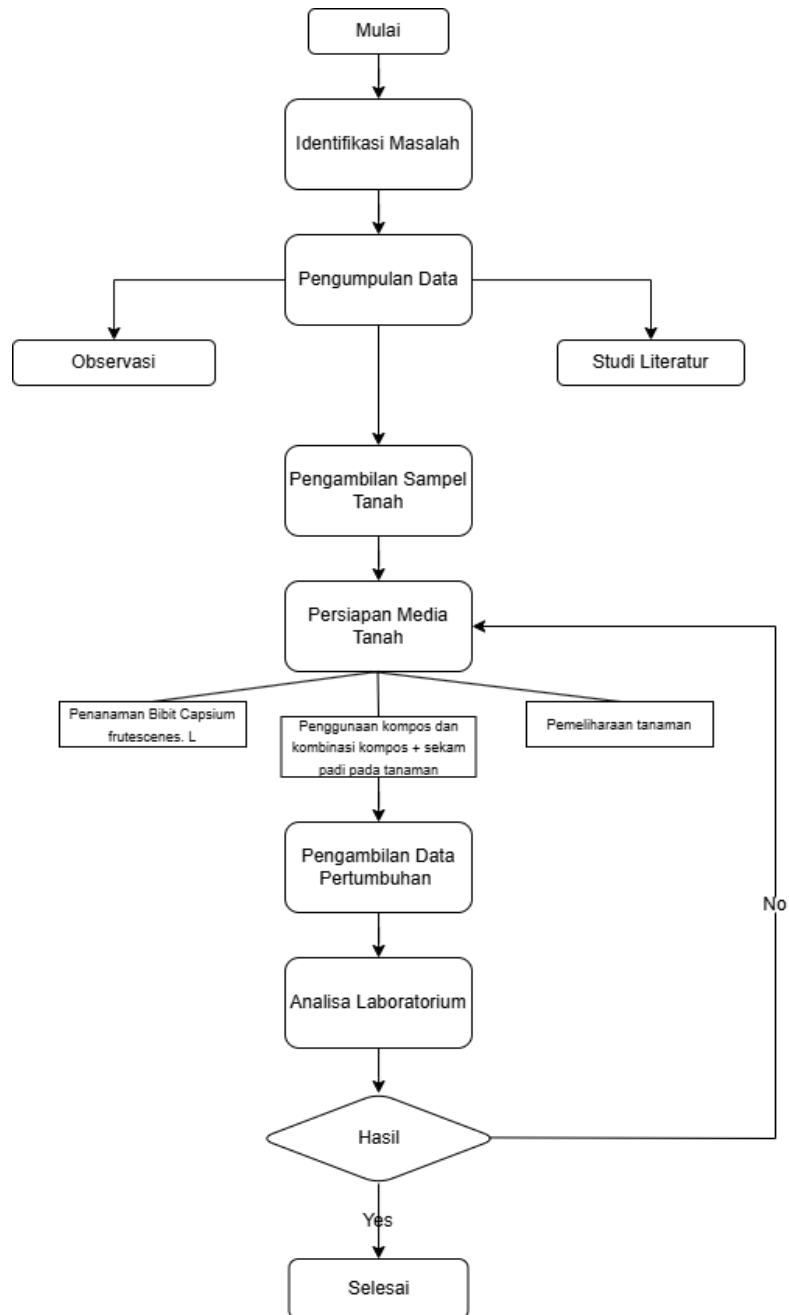
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Penelitian dimulai dengan penyemaian bibit cabai rawit pada bulan Maret 2025 di greenhouse yang berlokasi di Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan koordinat 7°41'40.9"S 110°25'38.3"E. Seluruh rangkaian kegiatan penelitian dilakukan di greenhouse tersebut, mencakup tahap persiapan sampel tanah, penyiapan media tanam, penanaman, pengamatan pertumbuhan, hingga proses panen.

Tanah yang digunakan dalam penelitian diambil dari lahan bekas pertambangan emas tradisional di Kecamatan Kokap, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Adapun analisis sampel seperti uji kandungan logam berat merkuri (Hg) dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

3.2 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Flowchart Tahapan Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

A. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Polybag
2. Measuring tape
3. Caliper
4. Timbangan analitik
5. Gelas ukur
6. Labu erlenmeyer
7. Pipet ukur
8. Autoklaf
9. *Laminar air flow*
10. *Magnetic stirrer*
11. *Shaker*
12. AAS (*Automatic Absorption Spectrofotometry*)
13. ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Optical Emmision Spectrometic*)
14. Sendok
15. Botol
16. Plastik ukuran 1 kg
17. Aluminium foil

B. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Semai tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*)
2. Tanah bekas pengolahan tambang emas
3. NaCl
4. Aquadest
5. Kompos kotoran kambing
6. Sekam padi yang sudah dibakar

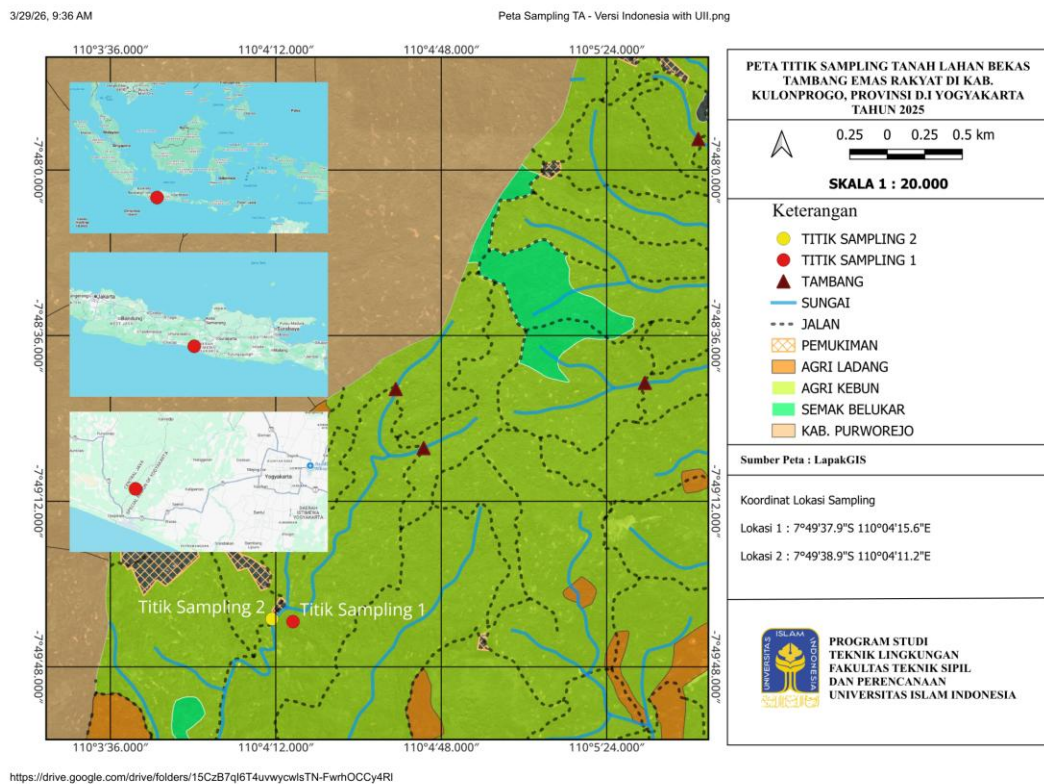
3.4 Prosedur

Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental di greenhouse dan laboratorium dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diperoleh dari area bekas tambang emas rakyat yang sudah tidak lagi beroperasi. Pengambilan sampel tanah dilakukan di wilayah Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan dua titik lokasi sebagai sumber sampel. Titik sampling pertama

berada di sekitar peternakan kambing dan kebun milik penduduk setempat. Adapun titik sampling kedua berlokasi di kawasan perhutanan dan berjarak sekitar 15 meter dari tepi sungai. Tanah hasil pengumpulan tersebut digunakan sebagai media utama dalam penelitian. Selain tanah bekas tambang, diambil pula sampel tanah non tambang dari wilayah sekitar yang tidak terkena dampak langsung kegiatan penambangan. Koordinat titik sampling pertama yaitu 7°49'37.9"S 110°04'15.6"E dan titik sampling kedua yaitu 7°49'38.9"S 110°04'11.2"E. Berikut merupakan gambar peta lokasi pengambilan titik sampling 1 dan 2 :



Gambar 3. 2 Peta Lokasi Pengambilan Titik Sampling 1 dan 2

3.4.2 Persiapan Media Tanam

Pada tahap ini, tanah terlebih dahulu disterilkan menggunakan autoklaf selama kurang lebih lima jam dengan suhu tinggi guna menekan kontaminasi mikroorganisme patogen serta biji gulma. Setelah itu, tanah dicampur dengan bahan pembenah berupa kompos dan sekam sesuai dengan dosis perlakuan yang ditetapkan. Campuran yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam polybag berukuran 15 x 15 cm sehingga siap digunakan sebagai media tanam.

3.4.3 Penggunaan Media Tanam dengan Kompos

Tahap ini meliputi proses persiapan tanah untuk penanaman bibit menggunakan media tanam kompos. Persiapan tanah bekas tambang emas yang digunakan dimasukkan ke dalam polybag sebanyak 90% atau 475 gr tanah bekas tambang emas dan ditambahkan dengan 5% atau 25 gr pupuk kompos. Pupuk kompos yang digunakan berasal dari toko pertanian dan memiliki kandungan N total sebesar 1,51%, P_2O_5 total sebesar 1,60%, dan K_2O total sebesar 5,93%.

3.4.4 Penggunaan Media Tanam dengan Kombinasi Kompos dan Sekam Padi

Tahap ini meliputi proses persiapan tanah untuk penanaman bibit menggunakan media tanam kombinasi kompos dan sekam padi. Persiapan tanah bekas tambang emas yang digunakan yaitu sebanyak 90% atau 450 gr tanah kemudian ditambahkan dengan 5% atau 25 gr kompos dan 5% atau 25 gr sekam padi. Sekam padi yang digunakan merupakan jenis sekam bakar.

3.4.5 Penanaman Bibit

Tanaman uji yang digunakan adalah tanaman semai cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) dengan tinggi berukuran lebih dari 10 cm. Tanaman *Capsicum frutescens* L. dipilih karena kemampuannya beradaptasi di lahan marginal, sehingga cocok digunakan untuk menilai efektivitas pupuk organik dalam memperbaiki kualitas media tanam (Sanjaya. M et al, 2024). Bibit ditanam pada media polybag pada pagi hari agar kondisi suhu dan kelembapan mendukung pertumbuhan awal. Jumlah ulangan pada masing-masing sampel perlakuan adalah 11 ulangan. Masing-masing

perlakuan diberi kode K (kontrol), K1 (kompos), dan K2 (kompos + sekam padi). Untuk penanaman kontrol, tanah bekas tambang emas dimasukkan ke polybag sebanyak 500 gr. Untuk penanaman K1, tanah bekas tambang emas dimasukkan ke polybag sebanyak 475 gr dan 25 gr pupuk kompos. Sedangkan untuk penanaman K2, tanah bekas tambang emas dimasukkan ke polybag sebanyak 450 gr dan masing-masing 25 gr pada kompos dan sekam padi.

3.4.6 Pemeliharaan Tanaman

Perawatan dilakukan melalui penyiraman rutin, pengendalian gulma dalam polybag, serta pemupukan tambahan bila diperlukan. Penyiraman dilakukan setiap hari sekali pada sore hari pukul 16.00. Perawatan tanaman meliputi pemberian pupuk setiap satu minggu sekali serta penyemprotan pestisida pada tanaman yang mengalami serangan hama. Selain itu, pemeliharaan juga mencakup pembersihan gulma yang tumbuh di dalam polybag. Tahap ini penting untuk menjaga kondisi tanaman tetap optimal selama masa penelitian.

3.4.7 Pengambilan Data Pertumbuhan

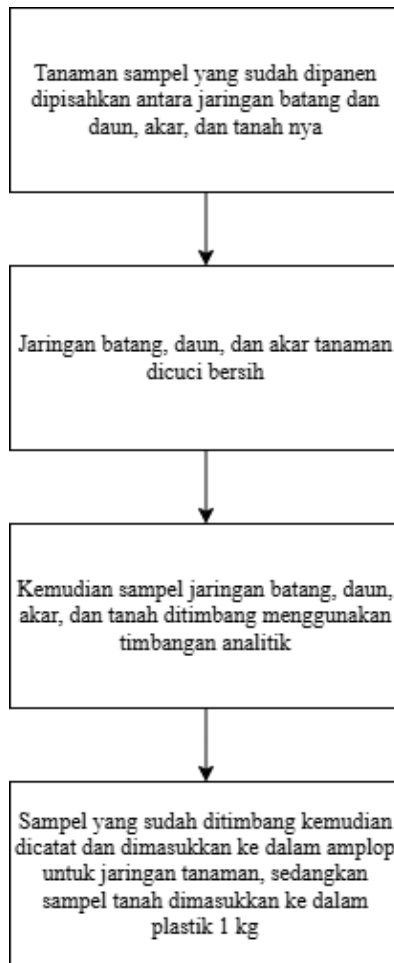
Pengambilan data pertumbuhan dilakukan dengan parameter pertumbuhan tanaman, yaitu tinggi batang, jumlah daun, serta diameter batang, diukur secara berkala sesuai dengan jadwal pengamatan yang telah ditetapkan yaitu setiap 2 minggu sekali. Pengukuran tinggi batang tanaman dihitung dari bagian leher akar hingga batang bagian atas. Adapun pengukuran diameter batang tanaman diukur pada jarak 1 cm dari leher akar. Proses pengukuran dilakukan menggunakan alat bantu seperti meteran dan kaliper digital.

3.4.8 Pemanenan dan Pengambilan Sampel

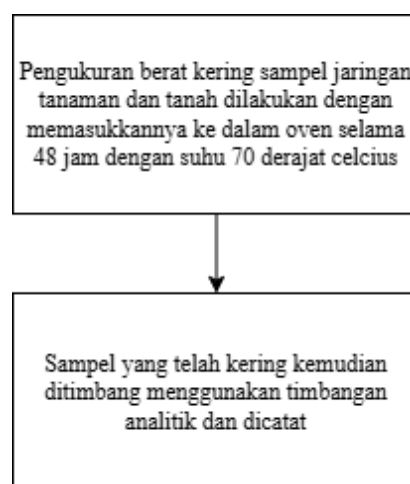
Setelah masa pertumbuhan selesai, tanaman dipanen saat tanaman berumur 6 minggu. Pengamatan perumbuhan dibatasi selama 6 minggu karena sebagian tanaman menunjukkan peningkatan tingkat kematian. Hal tersebut ditunjukkan pada daun tanaman yang semakin layu dan batang yang menghitam. Apabila pengamatan dilanjutkan, dikhawatirkan sebagian besar tanaman mati sehingga data pertumbuhan tidak diperoleh secara

optimal. Oleh karena itu, pengamatan dihentikan pada minggu ke-6 agar data yang diperoleh tetap valid dan merepresentasikan kondisi tanaman sebelum terjadi kematian secara luas.

Pemanenan sampel tanaman dilakukan dengan memisahkan antara jaringan atas dan bawah serta dilakukan pengukuran untuk mendapatkan berat basah dan berat kering. Jaringan atas berupa batang dan daun, sedangkan jaringan bawah berupa akar. Hal pertama yang dilakukan yaitu membersihkan jaringan akar dengan air hingga tanahnya hilang. Kemudian dilakukan penimbangan menggunakan timbangan analitik pada semua jaringan untuk mendapatkan berat basah. Semua jaringan yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam amplop coklat dengan kode masing-masing perlakuan. Sedangkan untuk sampel tanah dari tanaman dimasukkan ke dalam plastik kiloan agar kedap udara dan diberi kode setiap perlakuan. Adapun untuk mendapatkan berat kering, jaringan atas dan jaringan bawah dikeringkan dalam oven selama 72 jam pada suhu 70°C dan kemudian ditimbang. Berikut flowchart tahapan pengerjaan berat basah dan berat kering sampel.



Gambar 3. 3 Flowchart Tahapan Pengerjaan Berat Basah Sampel



Gambar 3. 4 Flowchart Tahapan Pengerjaan Berat Kering Sampel

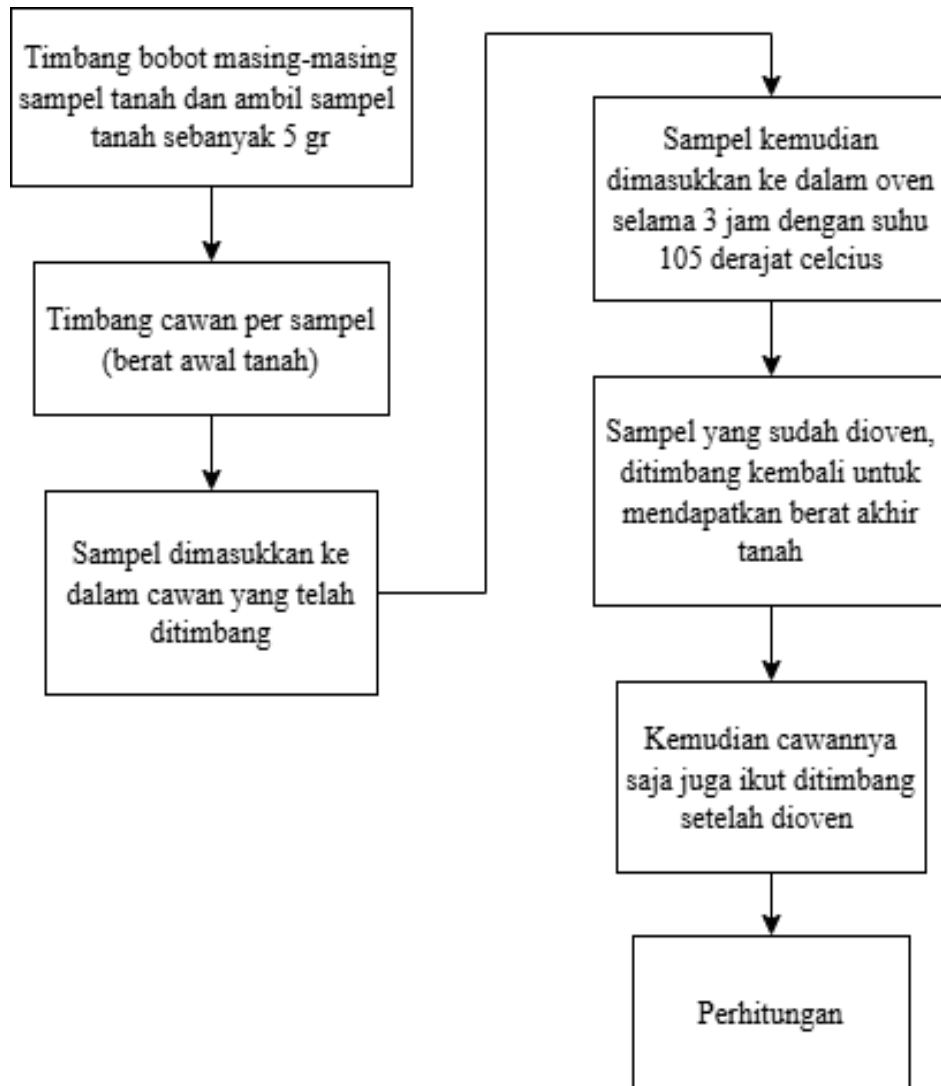
3.4.9 Analisis Laboratorium

Sampel tanah dan tanaman yang telah dipanen akan lanjut diuji di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Analisis sampel mencakup parameter kadar air, sulfat, logam Hg untuk sampel tanah dan tanaman, serta P_2O_5 untuk sampel tanah dan sampel tanaman. Pengujian dilakukan menggunakan peralatan laboratorium seperti oven, timbangan analitik, waterbath, AAS (*Automatic Absorption Spectrofotometry*) dan sebagainya. Adapun pengujian parameter pH tanah dilakukan di laboratorium Penguji Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Yogyakarta.

Pada sampel tanah yang telah disiapkan terlebih dahulu dikeringanginkan, gumpalan tanah dihancurkan perlahan, kemudian diayak menggunakan mesin pengayak dengan mesh ukuran 2 mm.

3.4.9.1 Analisis Kadar Air

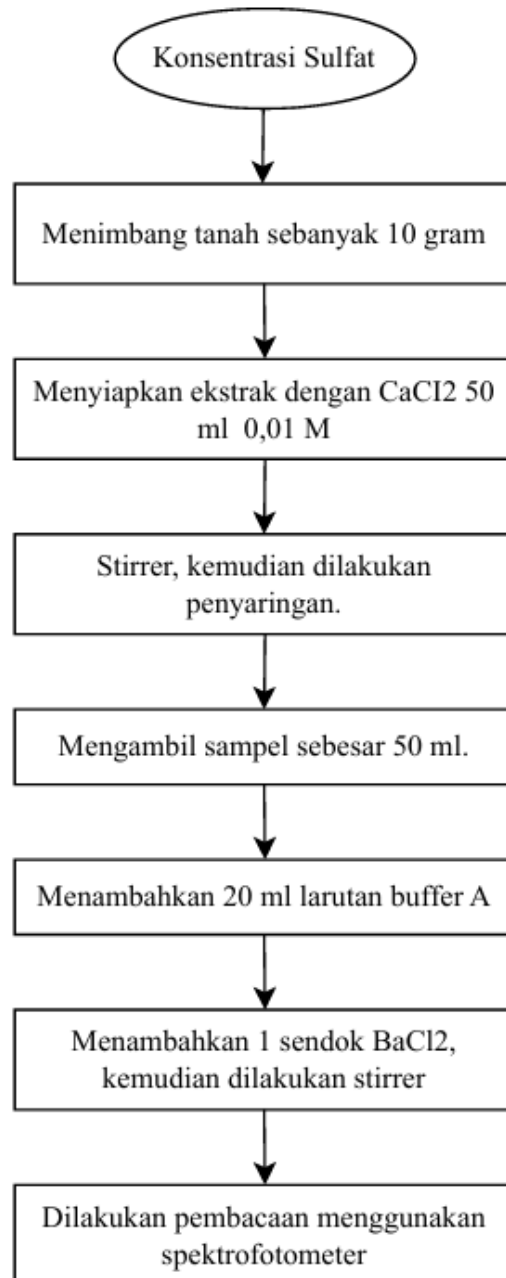
Berikut flowchart tahapan pengerjaan analisis kadar air berdasarkan Petunjuk Teknis Edisi 3 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk.



Gambar 3. 5 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Kadar Air Tanah

3.4.9.2 Analisis Sulfat

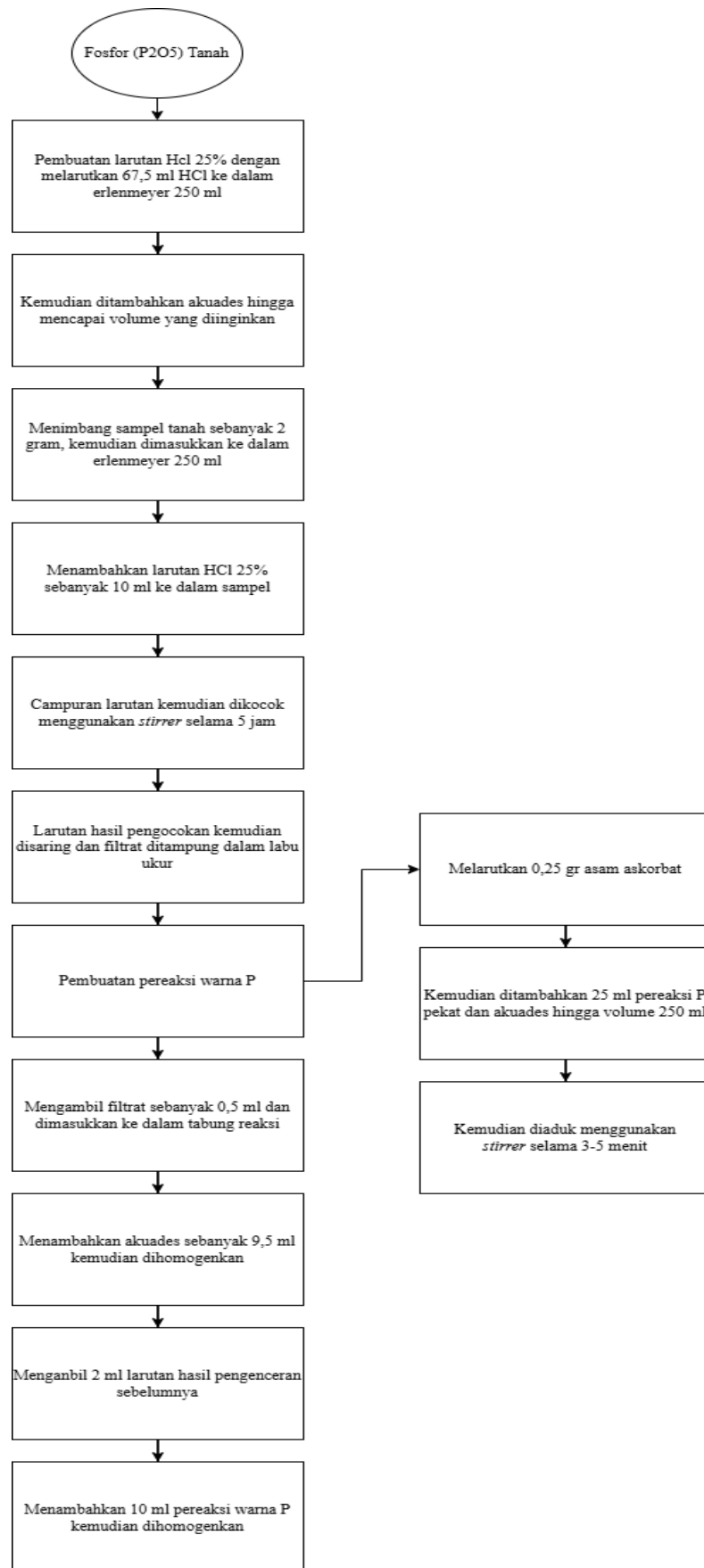
Berikut flowchart tahapan pengerjaan analisis sulfat pada sampel tanah berdasarkan SNI 06-6989.20-2004 tentang Cara Uji Sulfat, SO_4^{2-} secara turbidimetri.



Gambar 3. 6 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Sulfat pada Tanah

3.4.9.3 Analisis P_2O_5 Potensial

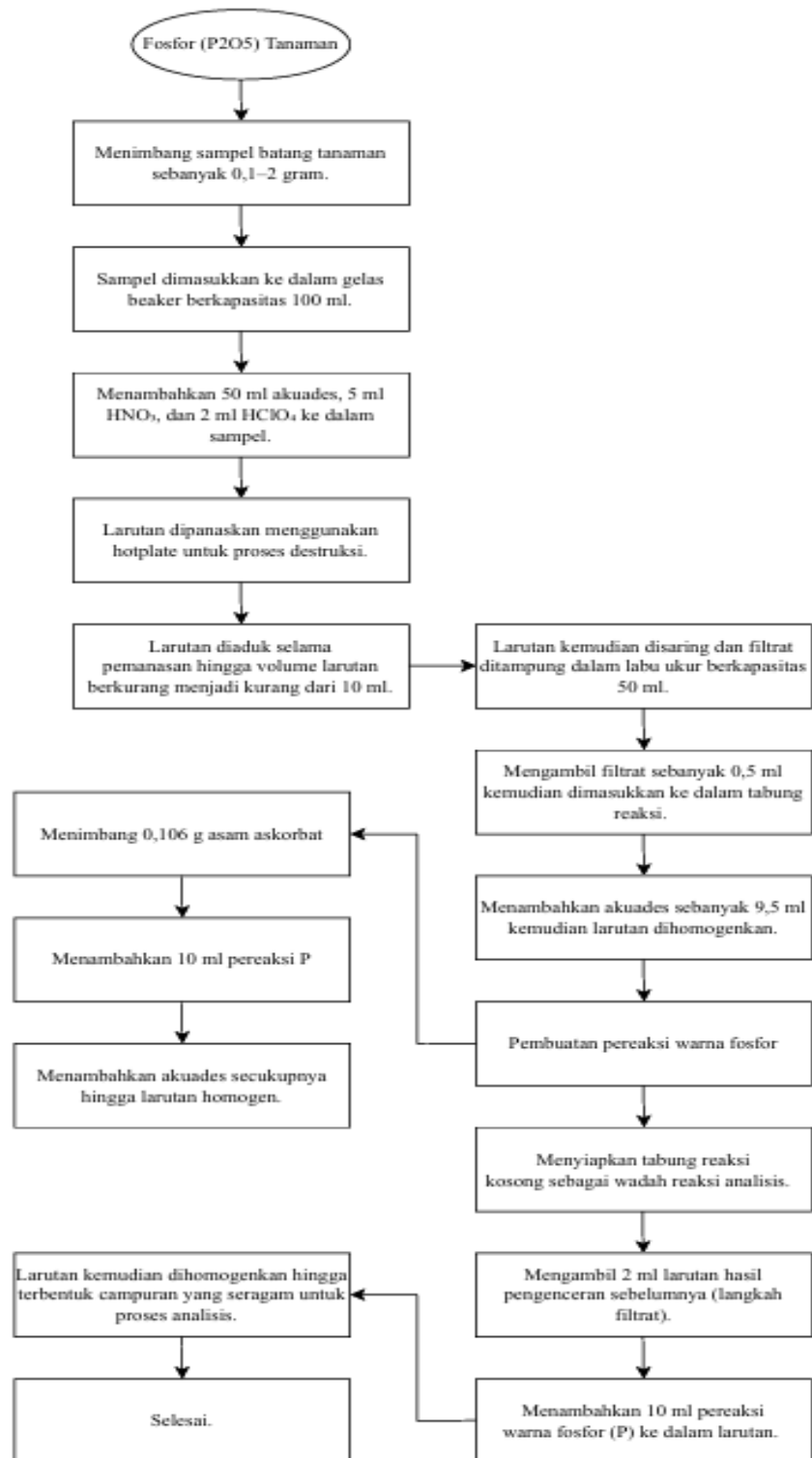
Berikut flowchart tahapan pengerjaan analisis konsentrasi P_2O_5 Potensial berdasarkan Petunjuk Teknis Edisi 3 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk.



Gambar 3. 7 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji P2O5 Potensial

3.4.9.4 Analisis P_2O_5 Total

Berikut flowchart tahapan pengerjaan analisis konsentrasi P_2O_5 Total berdasarkan Petunjuk Teknis Edisi 3 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk.

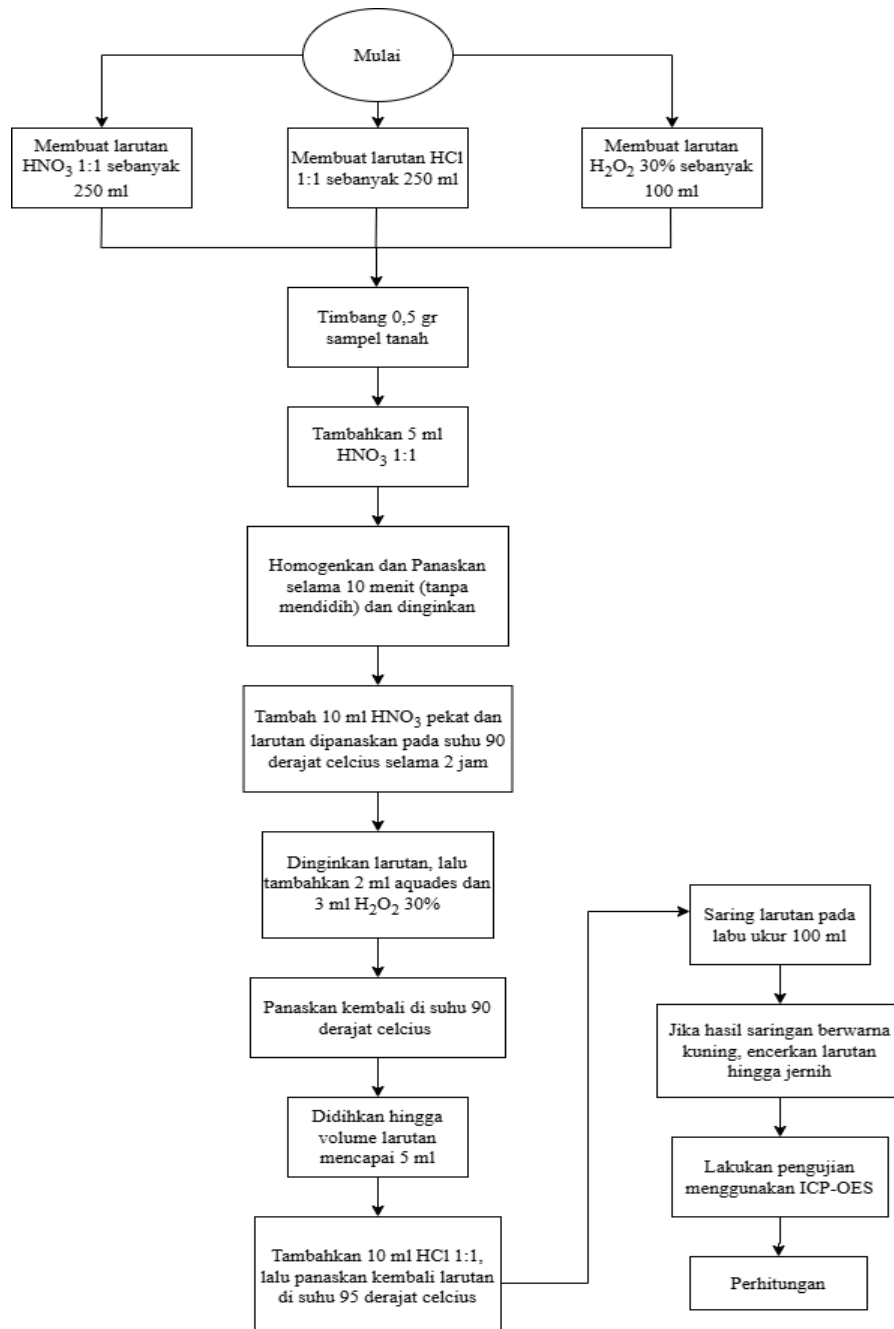


Gambar 3. 8 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji P_2O_5 Total

3.4.9.5 Analisis Hg

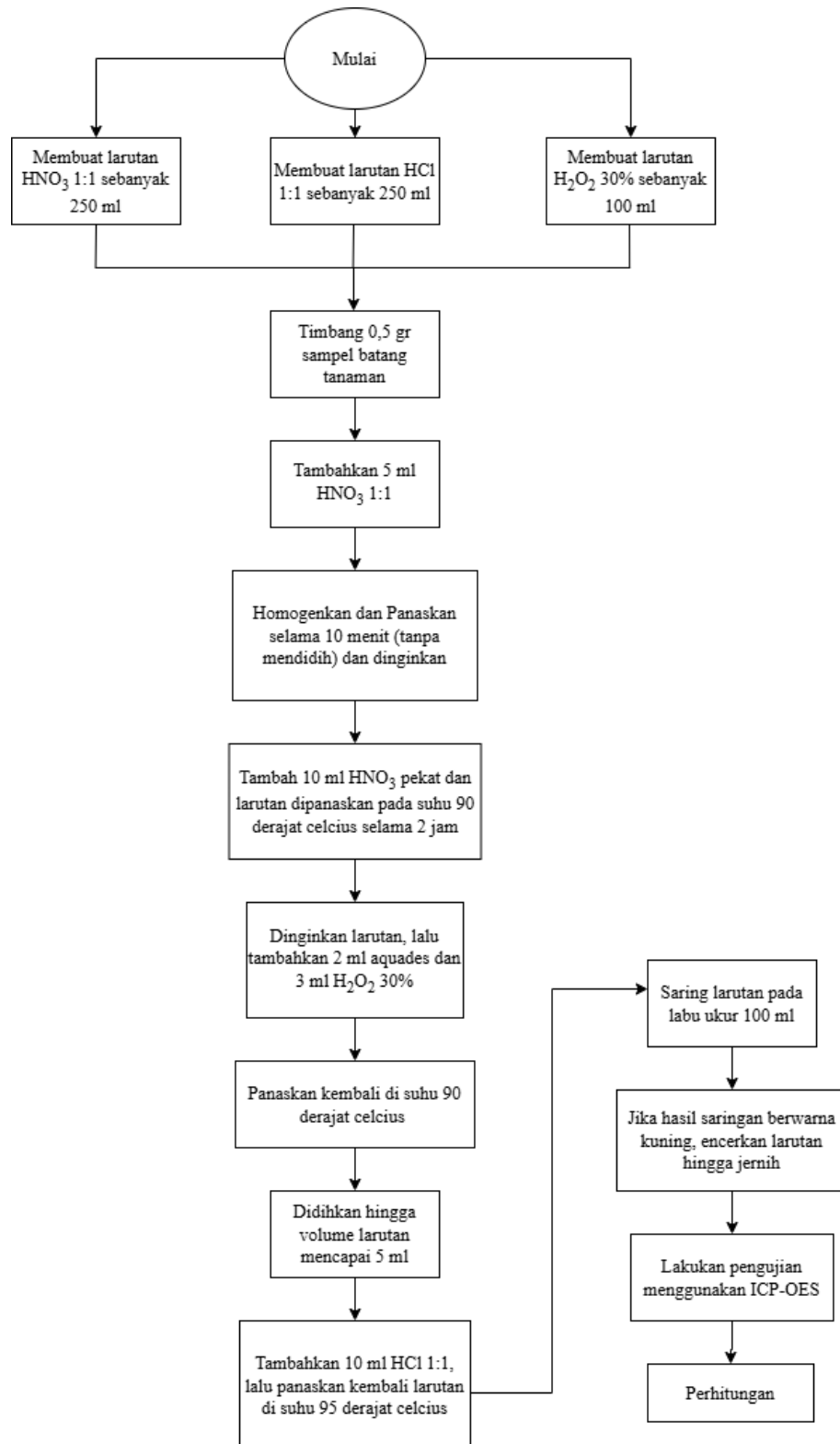
Berikut flowchart tahapan pengerjaan analisis merkuri (Hg) berdasarkan SNI 8910:2021 tentang Cara Uji Kadar Logam dalam Contoh Uji Limbah Padat, Sedimen, dan Tanah dengan Metode Destruksi Asam menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala atau *Inductively Coupled Plasma Optical Emmision Spectrometic* (ICP-OES).

a. Hg Tanah



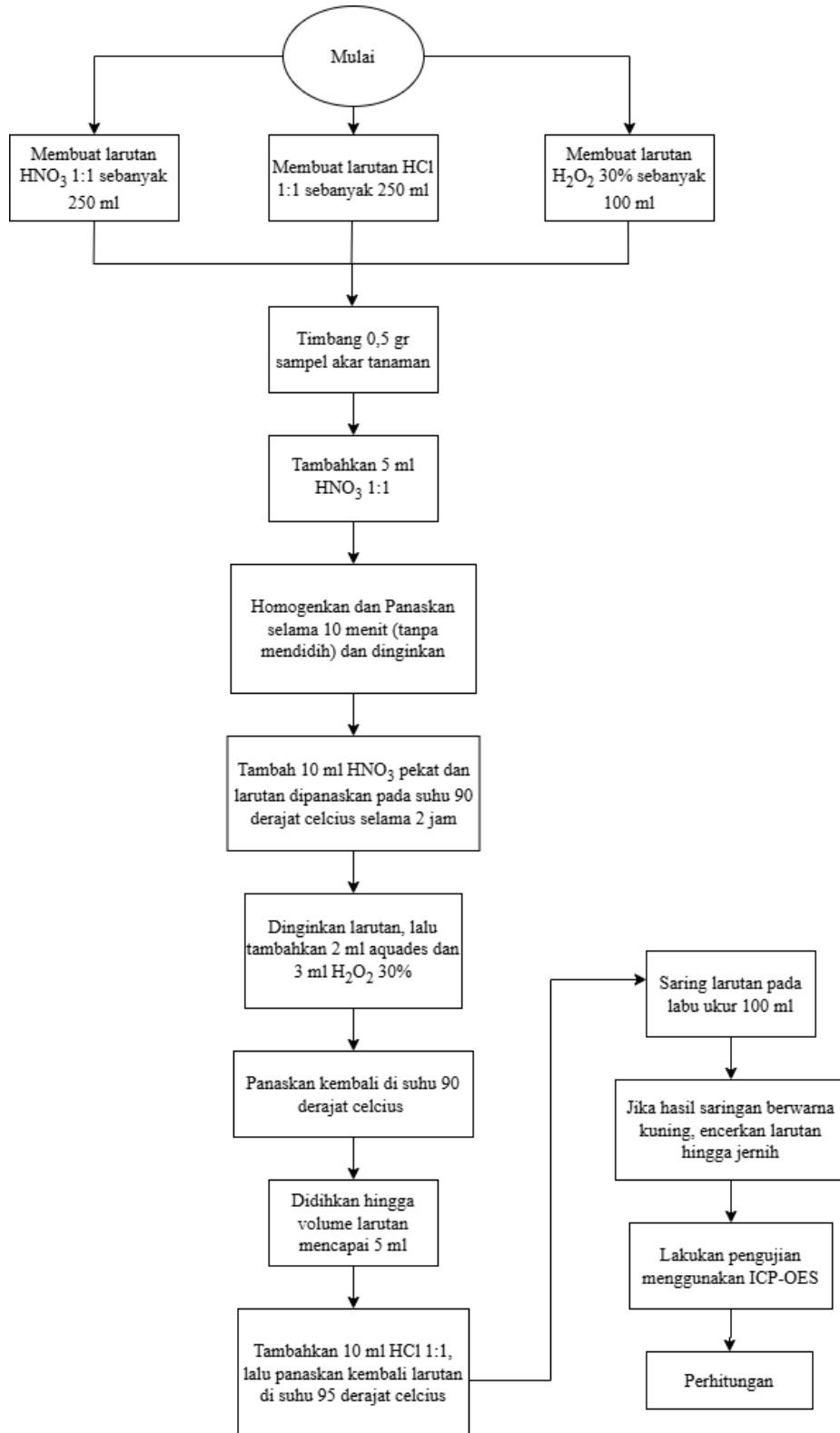
Gambar 3. 9 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Hg Tanah

b. Hg Batang



Gambar 3. 10 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Hg Batang

c. Hg Akar



Gambar 3. 11 Flowchart Tahapan Pengerjaan Uji Hg Akar

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

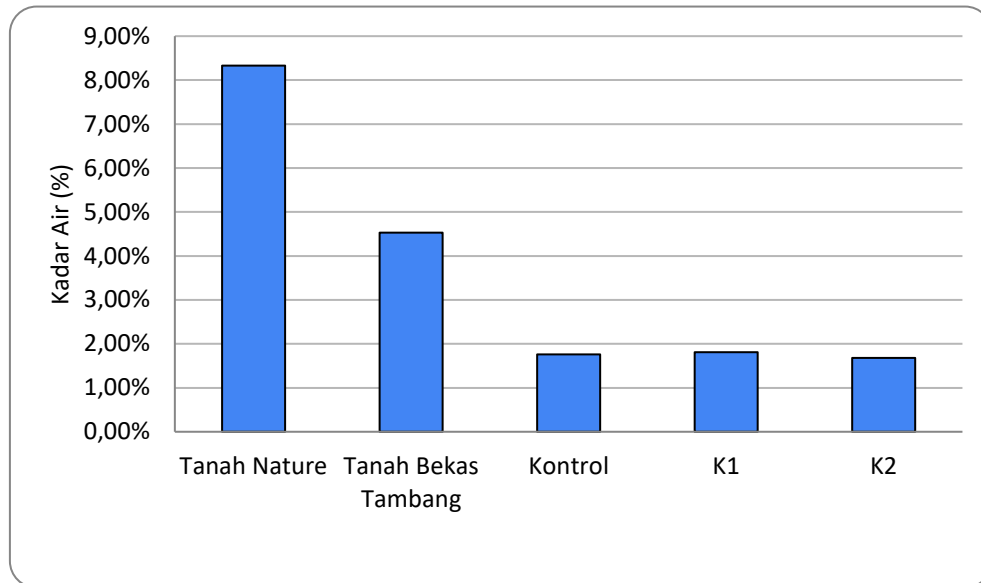
4.1 Pengaruh Aplikasi Kompos serta Kombinasi Kompos dan Sekam Padi terhadap Nutrisi dan Logam Berat pada Tanah dan Tanaman

4.1.1 Pengaruh pada Tanah

4.1.1.1 Kadar Air Tanah

Salah satu parameter fisik yang penting untuk menentukan tingkat kesuburan tanah, terutama pada lahan bekas tambang emas adalah kadar air tanah. Pada gambar 4.1 hasil data menunjukkan kadar air tertinggi dengan nilai sebesar 8,33% yaitu pada tanah nature. Tanah bekas tambang memiliki kadar air sebesar 4,53%. Adapun pada tanah perlakuan, nilai kadar air yang didapatkan tidak berbeda jauh nilainya yaitu tanah kontrol sebesar 1,76%; tanah kompos (K1) sebesar 1,81% dan tanah kombinasi kompos dengan sekam padi (K2) sebesar 1,68%.

Menurut Saridevi (2013), kadar air merupakan jumlah air yang terkandung dalam tanah, yang ditentukan melalui proses pengeringan dalam oven pada suhu 105°C hingga diperoleh berat kering konstan. Berdasarkan hasil yang didapat, diketahui nilai kadar air dengan perlakuan (kontrol, K1, dan K2) memiliki nilai yang relatif konsisten dan tidak menunjukkan perbedaan yang besar. Hal tersebut dikarenakan potensi kompos dalam meningkatkan stabilitas agregat tanah serta memperbaiki kapasitas penyerapan air tanah (Putra et al., 2018). Adapun biochar sekam padi memiliki ketahanan yang tinggi di dalam tanah (Hidayat, 2015). Menurut Gani (2010), dalam jangka panjang biochar tidak mengganggu keseimbangan karbon–nitrogen serta mampu meningkatkan ketersediaan air dan unsur hara bagi tanaman.



Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Kadar Air dalam Tanah Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Tanah Nature, Bekas Tambang, Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

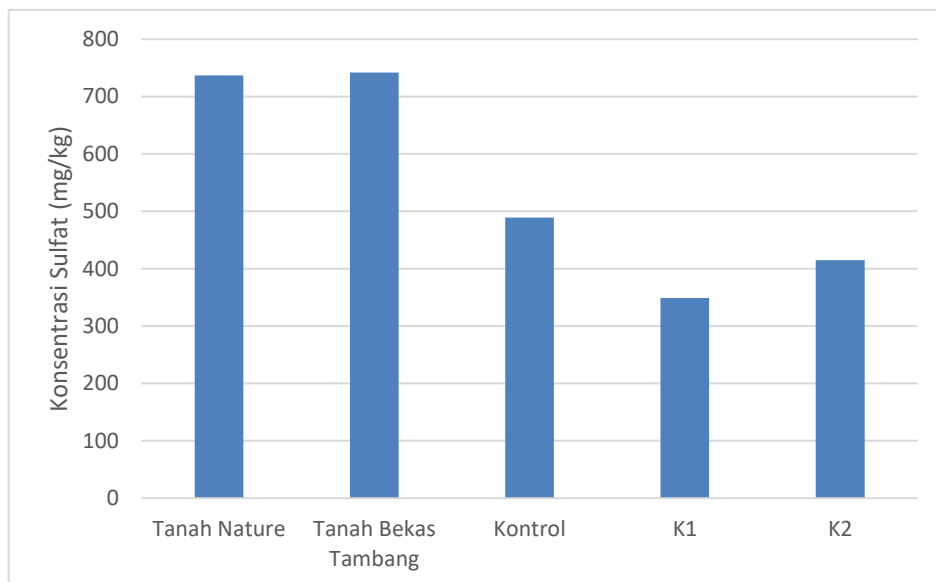
4.1.1.2 Konsentrasi Sulfat (SO_4^{2-})

Sulfat termasuk jenis ion padatan dengan rumus empiris (SO_4^{2-}). Ion sulfat tersusun atas satu atom sulfur sebagai pusat yang berikatan dengan empat atom oksigen dalam konfigurasi tetrahedral, serta memiliki muatan total sebesar dua negatif (Putri, 2010). Sulfat (SO_4^{2-}) merupakan bentuk utama sulfur anorganik yang umumnya ditemukan di lingkungan perairan dan tanah (Sawyer, 1987). Aktivitas PETI dapat mengakibatkan tercampurnya lapisan tanah atas dan lapisan tanah bawah, sehingga memicu oksidasi mineral yang mengandung sulfur dan pelepasan sulfat. Proses ini berdampak pada penurunan kualitas kimia tanah, yang ditandai dengan perubahan pH menjadi masam hingga sangat masam. Adapun pengujian yang dilakukan yaitu mengacu pada SNI 06-6989.20-2004 tentang Cara Uji Sulfat, SO_4^{2-} secara turbidimetri.

Gambar 4.2 menunjukkan grafik perbandingan kadar sulfat dalam tanah nature, bekas tambang, kontrol, perlakuan kompos (K1), dan perlakuan kombinasi kompos dengan sekam padi (K2). Hasil kadar sulfat tertinggi pada penelitian ini yaitu tanah bekas tambang sebesar 742 mg/kg. Kadar sulfat pada tanah nature yaitu sebesar 737 mg/kg. Perlakuan kontrol memiliki kadar sulfat sebesar 489

mg/kg. Kemudian perlakuan K1 memiliki kadar sulfat sebesar 349 mg/kg dan perlakuan K2 sebesar 415 mg/kg.

Berdasarkan hasil tersebut, peran kompos dan kombinasi kompos dengan sekam padi dapat mengurangi pengaruh kadar sulfat dalam tanah. Kompos memiliki fungsi dalam memperbaiki struktur dan tekstur tanah, meningkatkan aerasi, serta memperbesar kapasitas infiltrasi air ke dalam tanah. Kompos juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah sehingga mendukung perkembangan akar tanaman secara lebih optimal (Tri Ibnu et al., 2025). Adapun sekam padi berpotensi meningkatkan kualitas tanah dengan meningkatkan kadar karbon, retensi air, pH, K, P, Ca, N, Mg, dan S (Herman et al., 2018).

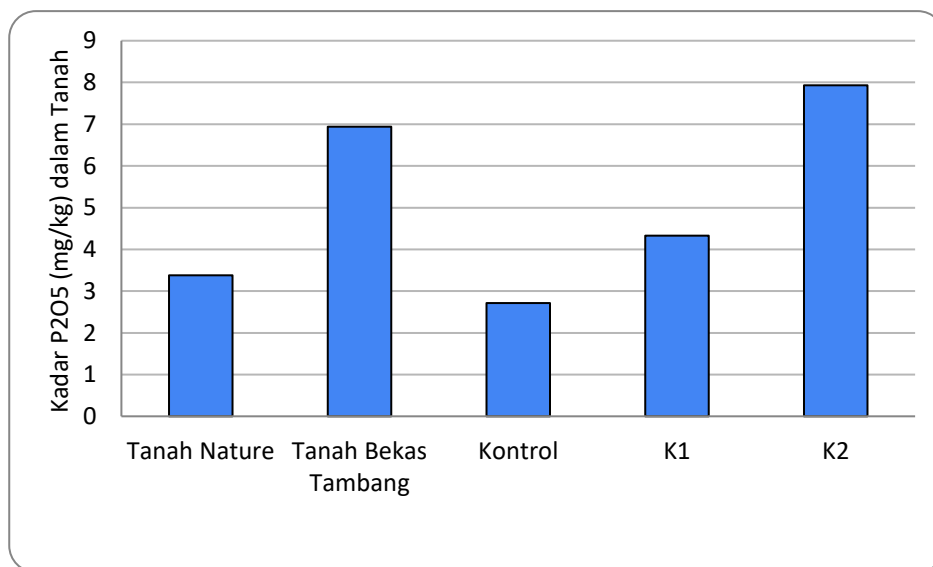


Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Kadar Sulfat dalam Tanah Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Tanah Nature, Bekas Tambang, Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

4.1.1.3 Konsentrasi P_2O_5 Potensial

Fosfat merupakan salah satu unsur hara makro esensial bagi tanaman yang berperan dalam menunjang dan meningkatkan proses metabolisme tanaman (Respati et al., 2017). Hasil pengujian pada Gambar 4.3 menunjukkan konsentrasi P_2O_5 potensial pada tanah nature yaitu sebesar 3,37 mg/kg dan tanah bekas tambang sebesar 6,94 mg/kg. Adapun pada perlakuan kontrol (K) dihasilkan konsentrasi sebesar 2,71 mg/kg, perlakuan kompos (K1) sebesar 4,32 mg/kg, dan perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) sebesar 7,93 mg/kg.

Berdasarkan hasil tersebut, perlakuan K2 memiliki konsentrasi fosfat yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Menurut penelitian Yuniarti et al. (2020) yang berhubungan dengan biochar sekam padi, biochar sekam padi memiliki peran dalam meretensi fosfor (P) terlarut atau tersedia di dalam tanah sehingga mengurangi kehilangan akibat pencucian. Selain itu, biochar juga mampu mengadsorpsi P dari larutan tanah, sehingga menekan potensi kehilangan melalui pencucian dan sekaligus berfungsi sebagai sumber fosfor bagi tanaman (Peng et al., 2012). Sedangkan kompos yang memiliki kandungan bahan organik, mampu melepaskan fosfor (P) setelah mengalami proses dekomposisi sehingga meningkatkan ketersediaan unsur tersebut di dalam tanah (Yuniarti et al., 2020). Berdasarkan Petunjuk Teknis Balai Penelitian Tanah (2009), hasil dari perlakuan K1 dan K2 masuk pada kategori yang sangat rendah yaitu kurang dari 100 mg/kg.



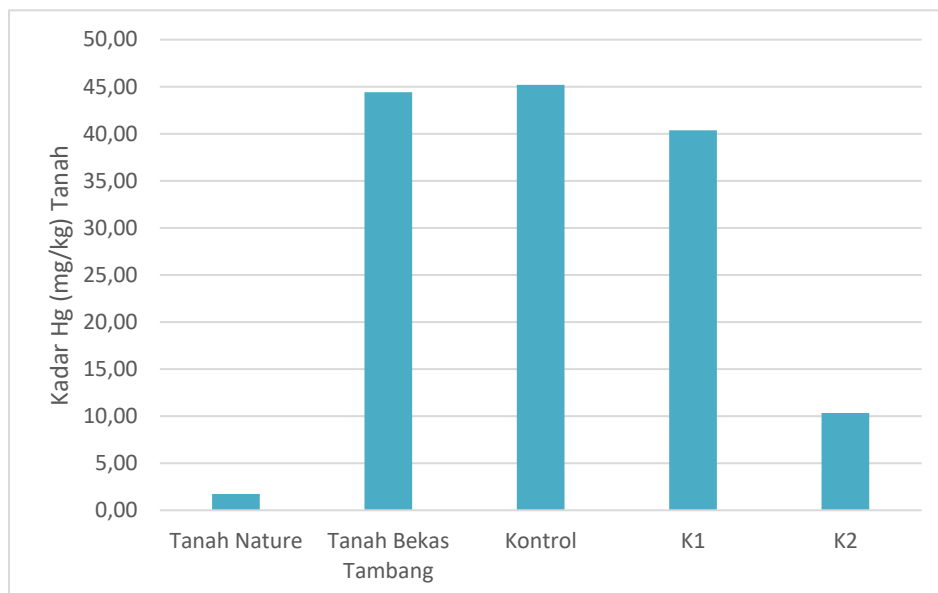
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Konsentrasi P2O5 Potensial dalam Tanah Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Tanah Nature, Bekas Tambang, Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

4.1.1.4 Konsentrasi Hg Tanah

Merkuri (Hg) merupakan salah satu jenis logam berat, yaitu menurut Arnold (1990) & Subowo (1995) dalam Charlena (2004) adalah unsur logam yang memiliki massa jenis lebih dari 5 g/cm³. Logam berat seperti Hg merupakan logam non esensial dan pada konsentrasi tertentu bersifat toksik bagi makhluk

hidup. Metode amalgamasi pada pertambangan emas menggunakan merkuri (Hg) sebagai pengekstrak biji emas dan penggunaan metode tersebut berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia karena meningkatkan risiko akumulasi kontaminan Hg dan logam berat lainnya, dimana seringkali limbah yang dihasilkan dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan lebih lanjut (Kusuma, 2017).

Gambar 4.4 merupakan grafik perbandingan kadar Hg pada tanah dalam tanah tanaman *Capsicum frutescens* L. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan kadar Hg pada tanah nature sebesar 1,71 mg/kg, tanah bekas tambang sebesar 44,4 kg/mg, tanah kontrol sebesar 45,2 mg/kg, tanah perlakuan kompos (K1) sebesar 40,35 mg/kg, dan tanah perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) sebesar 10,34 mg/kg.



Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Kadar Hg dalam Tanah Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Tanah Nature, Bekas Tambang, Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

Berdasarkan hasil yang didapat pada Gambar 4.4, terjadi penurunan kadar Hg dalam tanah setelah diberi perlakuan. Namun, penggunaan kompos dan sekam padi belum mampu menurunkan kadar Hg dalam tanah berdasarkan batas baku mutu maksimum yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Media Air, Udara, Tanah, Pangan, Sarana dan Bangunan, dan Vektor

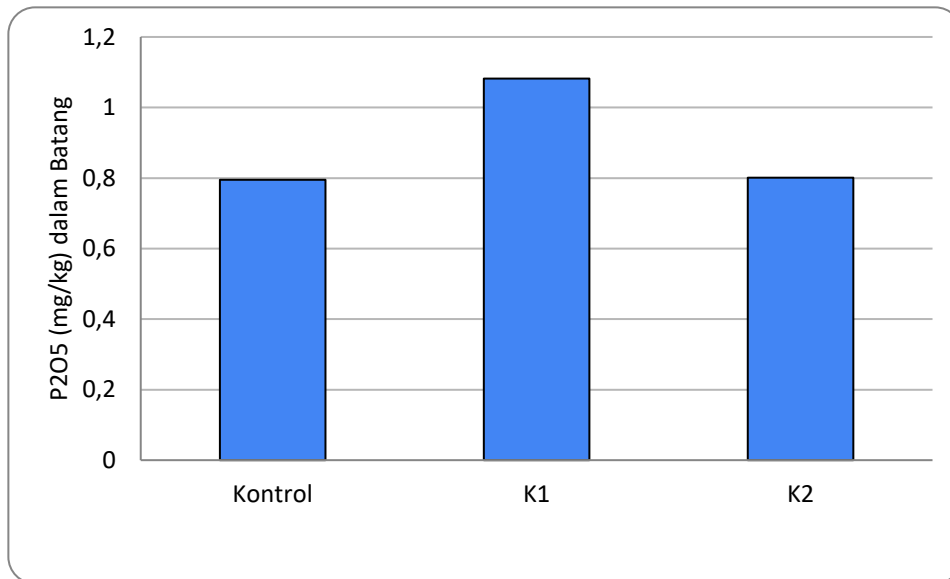
dan Binatang Pembawa Penyakit yaitu 0,3 mg/kg. Hasil dari perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) lebih signifikan dalam menurunkan kadar Hg dalam tanah sebanyak 34,06 mg/kg dibandingkan dengan perlakuan kompos saja (K1) yang hanya menurunkan kadar Hg sebanyak 4,05 mg/kg. Hal tersebut dikarenakan merkuri pada tanah tanpa penambahan bahan organik cenderung bertahan lebih lama pada koloid tanah karena terikat atau terjerap secara kuat. Selain itu, bahan organik yang digunakan pada tanah dapat membentuk senyawa kompleks dengan logam berat sehingga menurunkan kelarutan logam tersebut (Romadhan. P et al., 2022). Menurut Lu et al. (2012), biochar sekam padi dan bahan organik lainnya memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan Hg dalam tanah melalui proses khelat sehingga Hg maupun logam berat lainnya dapat terjerap oleh bahan organik.

4.1.2 Pengaruh pada Tanaman

4.1.2.1 Konsentrasi P₂O₅ Total

Gambar 4.5 menunjukkan grafik perbandingan konsentrasi P₂O₅ total pada tanaman *Capsicum frutescens* L. Data hasil menunjukkan konsentrasi P₂O₅ total tertinggi terdapat pada perlakuan kompos (K1) yaitu sebesar 1,082 mg/kg. Kemudian perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) sebesar 0,801 mg/kg dan perlakuan kontrol sebesar 0,795 mg/kg.

Menurut Winarso (2005), fosfor (P) merupakan unsur hara yang penting bagi tanaman yang tidak dapat digantikan oleh unsur lain, sehingga ketersediaannya dalam jumlah cukup sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Data hasil penelitian menunjukkan tanaman dengan perlakuan kompos (K1) menunjukkan nilai konsentrasi P₂O₅ total lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) dan kontrol. Hal tersebut disebabkan karena kemampuan kompos sebagai pupuk organik dalam menyediakan makronutrien penting seperti fosfor, sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman (Suriadikarta & Simanungkal, 2006). Namun hasil yang di dapat dari perlakuan K1 dan K2 masih termasuk pada kategori yang sangat rendah yaitu kurang dari 1.000 mg/kg (Marschner, 2012).

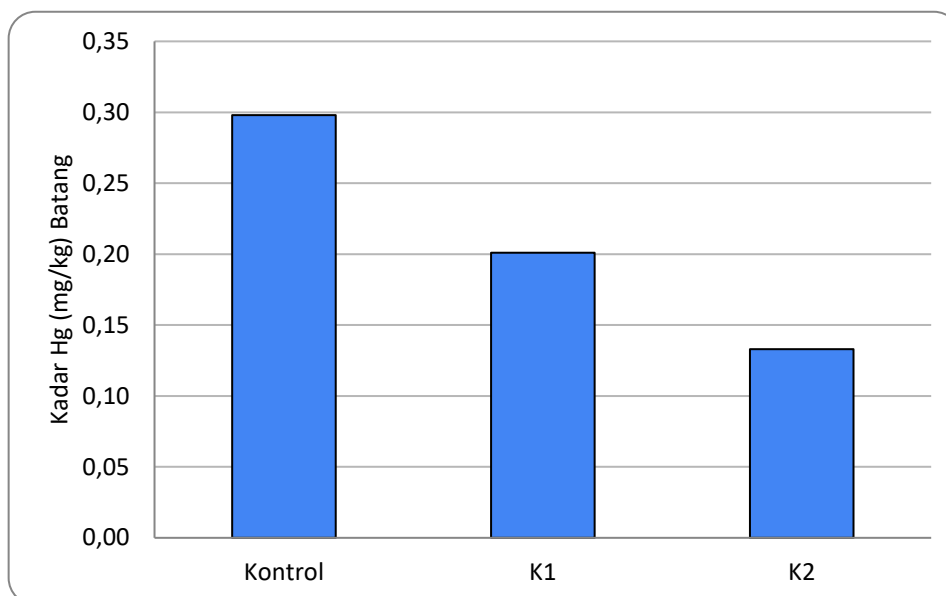


Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Konsentrasi P2O5 Total pada Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

4.1.2.2 Konsentrasi Hg pada Batang

Pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa konsentrasi Hg pada batang memiliki nilai terendah pada tanaman perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) yaitu sebesar 0,13 mg/kg dibandingkan dengan perlakuan kompos (K1) dan kontrol. Konsentrasi Hg batang pada perlakuan K1 memiliki nilai sebesar 0,20 mg/kg dan perlakuan kontrol memiliki nilai sebesar 0,30 mg/kg.

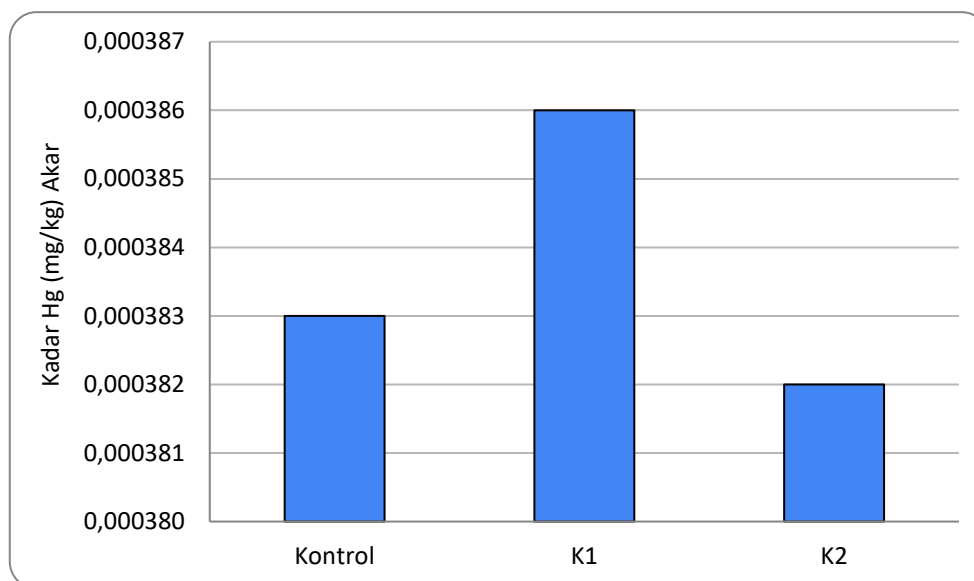
Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan K2 dapat mengurangi akumulasi Hg pada batang tanaman. Hal tersebut ditunjukkan dengan kemampuan dari kombinasi kompos dan sekam padi dalam meningkatkan kapasitas adsorpsi dan stabilisasi logam berat dalam tanah, sehingga menekan translokasi Hg ke jaringan batang tanaman (Amri & Adifa, 2025).



Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Kadar Hg pada Batang Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

4.1.2.3 Konsentrasi Hg pada Akar

Pada Gambar 4.7 menunjukkan perbandingan konsentrasi Hg pada akar tanaman. Berdasarkan hasil yang didapatkan nilai Hg pada akar terendah terdapat pada perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) yaitu 0.000382 mg/kg. Kemudian nilai Hg pada akar terendah berikutnya yaitu pada perlakuan kontrol sebesar 0.000383 mg/kg dan nilai tertinggi pada perlakuan kompos (K1) yaitu sebesar 0.000386 mg/kg. Hal tersebut menunjukkan ketersediaan hayati merkuri di wilayah rizosfer sangat dipengaruhi oleh amendemen tanah yang berasal dari kompos dan sekam padi. Selain itu, peningkatan kapasitas tukar kation dan kandungan senyawa organik dari kompos dan sekam padi dapat mengurangi mobilitas merkuri maupun zat berbahaya lainnya di sekitar zona perakaran yang terjadi akibat proses kompleksasi, adsorpsi, dan pengikatan pada permukaan koloid tanah (Beesley et al., 2011).



Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Kadar Hg pada Akar Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

Jika dilihat dari mekanisme fitoremediasi, hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar Hg pada batang dan akar diduga terjadi melalui kombinasi mekanisme fitostabilisasi dan fitoekstraksi terbatas. Fitostabilisasi sendiri merupakan mekanisme fitoremediasi yang menghasilkan senyawa kimia tertentu yang berperan dalam mengimobilisasi logam berat di daerah rizosfer (Padmavathiamma & Li, 2007). Sedangkan fitostabilisasi merupakan penyerapan yang dilakukan oleh akar akan ditranslokasikan atau diakumulasi ke bagian tumbuhan lainnya seperti akar, batang dan daun (Nascimento & Xing, 2006). Hal tersebut terlihat dari konsentrasi Hg pada batang yang masih terdeteksi namun menurun pada setiap perlakuan, terutama pada kombinasi kompos dan sekam padi (K2), sementara konsentrasi Hg pada akar relatif rendah dan sama. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar merkuri cenderung tertahan pada media tanah dan zona rizosfer dibandingkan terakumulasi dalam jaringan akar maupun batang tanaman. Keberadaan bahan organik dari kompos dan sekam padi diduga meningkatkan imobilisasi Hg melalui pembentukan kompleks organik–logam, sehingga menurunkan mobilitas dan ketersediaan Hg untuk diserap oleh tanaman.

4.2 Pengaruh Aplikasi Kompos serta Kombinasi Kompos dan Sekam Padi terhadap pH Tanah

Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dan ion hidroksida (OH^-) di dalam tanah. Pengukuran pH dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu pH aktual (H_2O) dan pH potensial (KCl). pH ditentukan berdasarkan konsentrasi ion H^+ dalam larutan tanah, sedangkan pH potensial mencerminkan konsentrasi ion H^+ baik dalam larutan tanah maupun yang terikat pada kompleks pertukaran kation (Yanti, 2022). Berikut merupakan hasil dari pengukuran pH aktual pada sampel uji :

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran pH Aktual dan Potensial pada Tanah Tanaman *Capsicum frutescens L.*

Perlakuan	H_2O
Tanah Nature	5,49
Tanah Bekas Tambang	3,11
Kontrol	3,55
K1 (Kompos)	3,53
K2 (Kompos + Sekam Padi)	3,87

Berdasarkan hasil tersebut, tanah tambang memiliki nilai pH paling rendah yaitu sebesar 3,11 dan tanah nature memiliki nilai pH yang paling tinggi yaitu sebesar 5,49. Adapun pada tanah perlakuan, tanah kontrol memiliki nilai pH 3,55, kemudian tanah K1 memiliki nilai pH 3,53, dan tanah K2 memiliki nilai pH 3,87. Nilai pH mengalami kenaikan pada tanah dengan perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi. Hal tersebut menandakan adanya pengaruh dari kombinasi kompos dan sekam padi dalam meningkatkan nilai pH.

Peningkatan tersebut diduga terjadi akibat penambahan biochar sekam padi yang mempercepat dekomposisi bahan organik serta menyediakan kation basa yang berperan dalam menetralkan keasaman tanah (Yuliya et al., 2025). Menurut Muzaiyanah dan Subandi (2016), proses dekomposisi bahan organik

dapat menghasilkan asam humat dan fulvat yang memiliki bobot molekul tinggi, tersusun dari polimer fenolat, serta senyawa organik berbobot molekul rendah seperti asam format, asetat, propionat, butirat, laktat, oksalat, dan sitrat. Gugus fungsional seperti hidroksil (-OH) dan karboksil (-COOH) pada bahan organik memiliki afinitas tinggi terhadap ion Al^{3+} dan Fe^{3+} , sehingga membentuk kompleks khelat yang stabil dan berkontribusi terhadap peningkatan pH tanah (Haynes dan Mokolabater, 2001).

Sekam padi sendiri memiliki kemampuan dalam meningkatkan kation basa seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} dan K^{+} serta mengurangi kelarutan Al^{3+} dalam tanah. Menurut (Enzeta et al., 2022), Pemberian biochar sekam padi mampu meningkatkan pH tanah dan kandungan hara pada media tanam. Berdasarkan penelitian (Agviolita et al., 2021 dalam Yuliya et al., 2025) menunjukkan bahwa peningkatan dosis biochar berbanding lurus dengan kenaikan pH tanah, yang disebabkan oleh sifat biochar yang menghasilkan karbon aktif dengan pH relatif tinggi.

Adapun pemberian kompos, terutama kompos kandang ayam yang diteliti oleh Yuliana et al. (2022) mengatakan peningkatan pH akibat pemberian kompos kotoran ayam diduga dipengaruhi oleh beberapa mekanisme, antara lain pelepasan ion OH^{-} selama oksidasi anion asam organik dan mineralisasi nitrogen organik, konsumsi proton pada proses dekarboksilasi, serta adsorpsi bahan humat dan senyawa organik pada hidroksida Al. Selain itu, kompos kotoran mengandung koloid organik yang mampu mengikat Al dalam media tanam sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara (Enzeta et al., 2022).

4.3 Pengaruh Aplikasi Kompos serta Kombinasi Kompos dan Sekam Padi dalam Perbaikan Tanah terhadap Pertumbuhan Tanaman *Capsicum frutescens* L.

Pengamatan pertumbuhan tanaman *Capsicum frutescens* L. dilakukan secara berkala setiap dua minggu selama periode enam minggu. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, serta biomassa.

4.3.1 Survival Rate

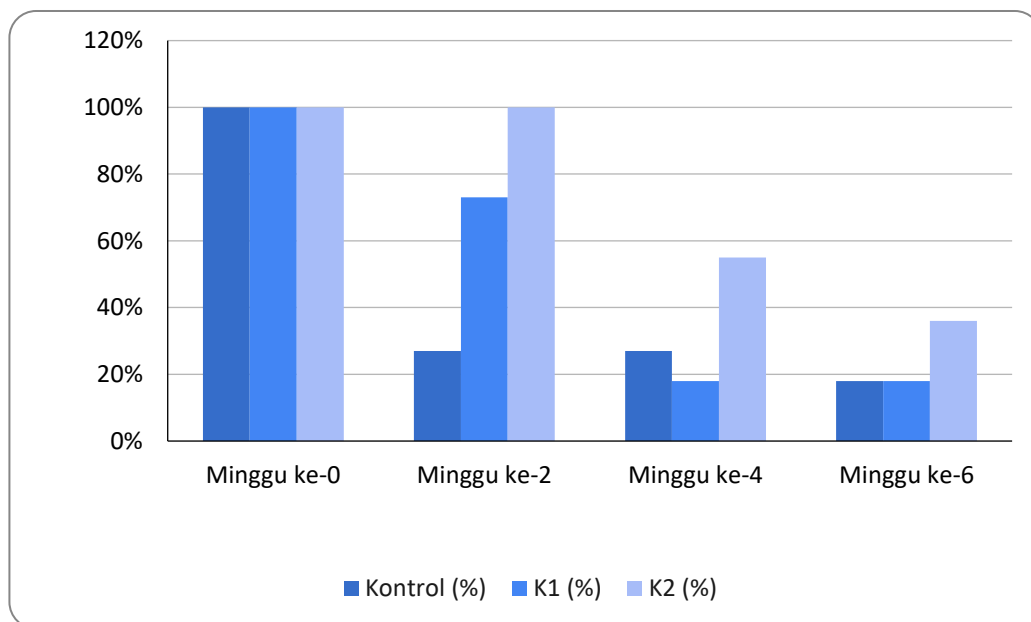
Survival rate merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat kelangsungan hidup atau persentase keberhasilan tanaman (Primavera et al., 2012). *Survival rate* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Survival Rate} = \frac{JTH}{JTT} \times 100\%$$

Dimana : JTH = Jumlah Tanaman Hidup

JTT = Jumlah Tanaman Total

Berikut merupakan diagram *survival rate* pertumbuhan tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada perlakuan kontrol, kompos (K1), dan kombinasi kompos dan sekam padi (K2).



Gambar 4. 8 Perbandingan Survival Rate Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada perlakuan kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

Berdasarkan grafik di atas, dari 11 tanaman kontrol; 11 tanaman K1 dan 11 tanaman K2 memiliki perbedaan tingkat kelangsungan hidup. Tanaman kontrol memiliki jumlah tanaman yang mati lebih banyak dibandingkan dengan tanaman

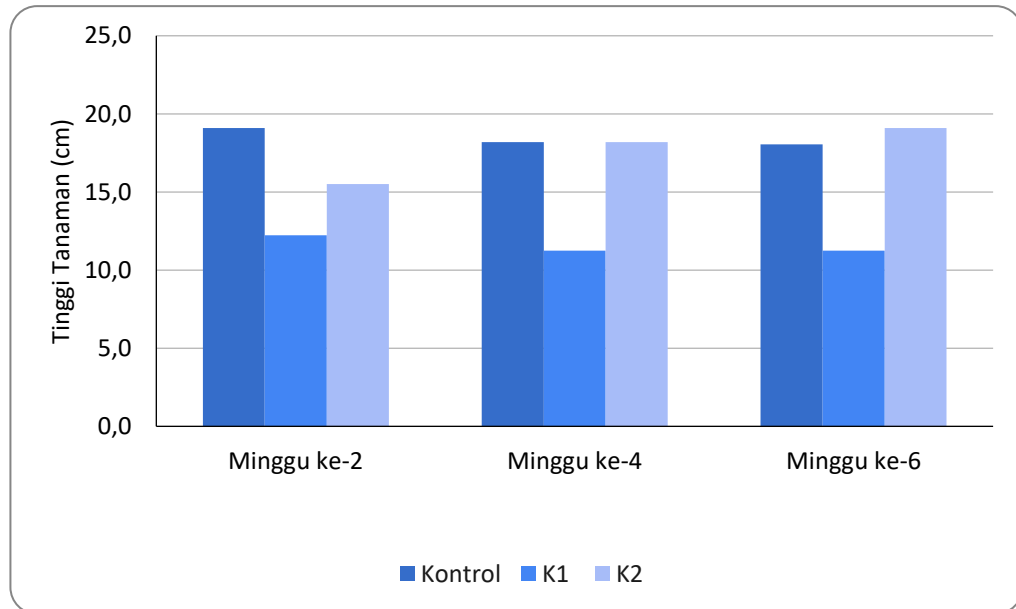
dengan perlakuan K1 dan K2. Pada minggu ke-2 tanaman kontrol memiliki 8 tanaman yang mati, tanaman K1 memiliki 3 tanaman yang mati, dan tanaman K2 tidak ada yang mati dimana dari ketiga perlakuan tersebut tanaman kontrol memiliki perbedaan kematian tanaman yang drastis dibandingkan dengan tanaman K1 dan K2. Tingkat kelangsungan hidup tiap perlakuan berkurang hingga minggu ke-6 dan menyisakan 2 tanaman kontrol yang hidup, 2 tanaman K1 yang hidup, dan 4 tanaman K2 yang hidup.

Hal tersebut menandakan kurangnya unsur hara pada tanaman kontrol atau tanpa perlakuan yang memiliki karakteristik berupa tanah berpasir, lapisan top soil hampir tidak ada, vegetasi dan unsur hara sangat minim, kemasaman tanah tinggi, dan kandungan Hg rata-rata sebesar 2,4- 4,17 ppm (Neneng et al., 2012). Adapun pada tanaman K1 menggunakan pembenah tanah kompos yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan biomassa tanaman serta berperan dalam meningkatkan stabilitas agregat tanah dan memperbaiki kapasitas penyerapan air tanah (Putra et al., 2018). Di sisi lain, tanaman K2 menggunakan dua jenis pembenah tanah yaitu kompos dan sekam padi, dimana sekam padi dapat memperbaiki sifat fisik tanah dengan meningkatkan porositas, kegemburan, kapasitas penyimpanan air, serta drainase tanah sehingga mendukung pertumbuhan akar yang optimal (Musdi et al., 2024).

4.3.2 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman uji dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 6 minggu periode pengamatan dan dilakukan menggunakan penggaris. Pengukuran dilakukan dengan menentukan tinggi batang mulai dari permukaan tanah hingga bagian pucuk tanaman. Pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa sebagian besar tinggi tanaman kontrol dari minggu ke-2 hingga minggu ke-6 mengalami penurunan yang signifikan. Sementara pada tinggi tanaman dengan perlakuan kompos (K1) juga mengalami penurunan pada minggu ke-4 namun memiliki tinggi yang sama pada minggu ke-6. Adapun pada tinggi tanaman dengan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) terus mengalami peningkatan tinggi tanaman dari minggu ke-2 hingga minggu ke-6. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa pemberian pembenah tanah seperti sekam padi dapat

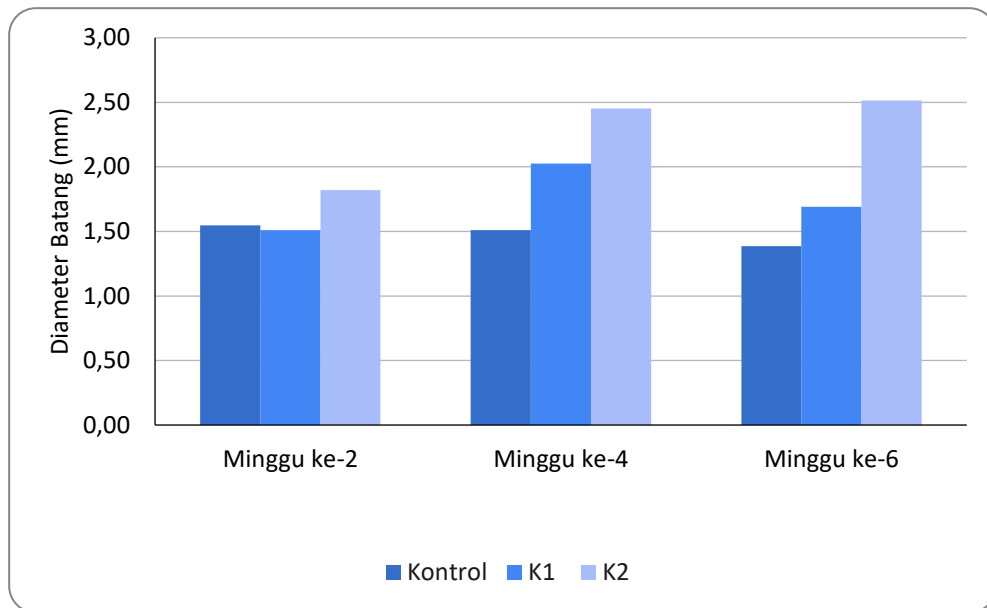
meningkatkan tinggi tanaman uji dimana sekam padi memiliki kandungan silika yang berperan dalam memperkuat struktur daun serta sel-sel tanaman (Listiana et al., 2021).



Gambar 4. 9 Grafik Pertumbuhan Tinggi (Cm) Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada perlakuan kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

4.3.3 Diameter Tanaman

Pengukuran diameter tanaman dilakukan menggunakan jangka sorong. Dari hasil yang didapatkan pada Gambar 4.10 tanaman kontrol memiliki diameter yang terus mengecil secara berurutan yaitu sebesar 1.55 mm pada minggu ke-2, 1.51 mm pada minggu ke-4, dan 1.39 mm pada minggu ke-6. Adapun pada perlakuan kompos (K1) sempat mengalami peningkatan namun di akhir mengalami penurunan yaitu 1.51 mm pada minggu ke-2, 2.03 mm pada minggu ke-4, dan 1.69 mm pada minggu ke-6. Sedangkan pada perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) terus mengalami peningkatan secara signifikan yaitu 1.82 mm pada minggu ke-2, 2.45 mm pada minggu ke-4, dan 2.51 mm pada minggu ke-6. Hal ini menandakan bahwa pembenah tanah kompos serta kombinasi kompos dan sekam padi memiliki peran yang sama baiknya dalam pertumbuhan diameter tanaman uji, namun pembenah tanah kombinasi kompos dan sekam padi memiliki nilai diameter yang lebih unggul.

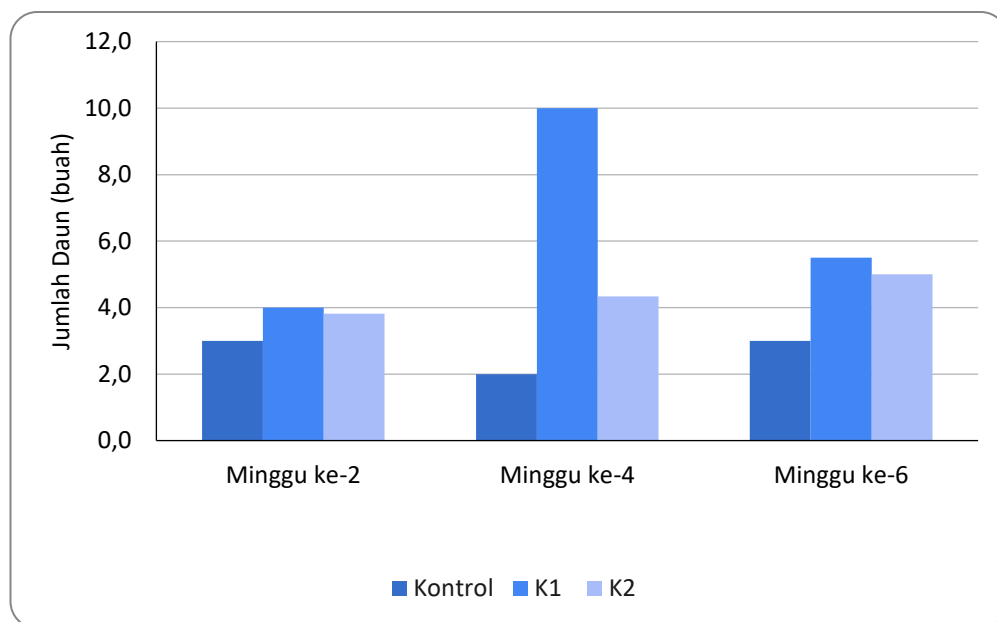


Gambar 4. 10 Grafik Pertumbuhan Diameter (mm) Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

4.3.4 Jumlah Daun Tanaman

Pertumbuhan jumlah daun pada perlakuan kontrol mengalami penurunan jumlah daun pada minggu ke-2 hingga minggu ke-4 tetapi mengalami peningkatan kembali pada minggu ke-6. Penurunan jumlah daun pada perlakuan kontrol dapat terjadi karena berbagai faktor seperti jamur tanaman dan cuaca. Sebelum mengalami penurunan, kondisi daun terlihat berubah warna menjadi kuning dan layu. Terjadinya perubahan warna daun menunjukkan penurunan kandungan klorofil yang dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, intensitas cahaya, serta ketersediaan mineral tertentu (Hening, 2011). Dalam konteks ini, kondisi tersebut mengindikasikan bahwa keberadaan logam berat pada tanah bekas tambang berpotensi memengaruhi kandungan klorofil tanaman.

Pada Gambar 4.11 hasil menunjukkan pertumbuhan jumlah daun pada tanaman dengan perlakuan kompos (K1) mengalami peningkatan jumlah daun yang cukup banyak dari minggu ke-2 hingga minggu ke-4, namun juga mengalami penurunan yang cukup banyak pada minggu ke-6. Sedangkan pada perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) pertumbuhan jumlah daun terus mengalami peningkatan secara signifikan dari minggu ke-2 hingga minggu ke-6.



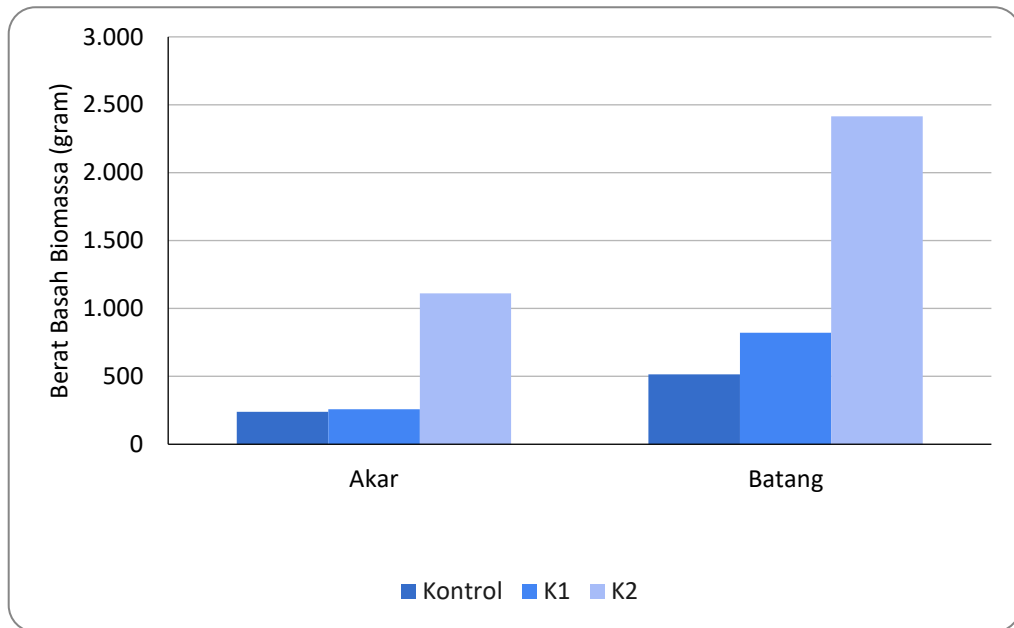
Gambar 4. 11 Grafik Pertumbuhan Jumlah Daun (buah) Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

4.3.5 Biomassa Tanaman

Biomassa tanaman *Capsicum frutescens* L. yang meliputi bagian akar dan batang ditentukan berdasarkan berat basah dan berat kering. Penimbangan berat basah dilakukan untuk mengetahui kandungan air tanaman pada saat panen. Selanjutnya, penentuan berat kering dilakukan melalui pengeringan dalam oven pada suhu 70 °C selama 72 jam guna menurunkan kadar air, sehingga sampel dapat digunakan untuk analisis kandungan unsur hara dan logam berat dalam tanaman.

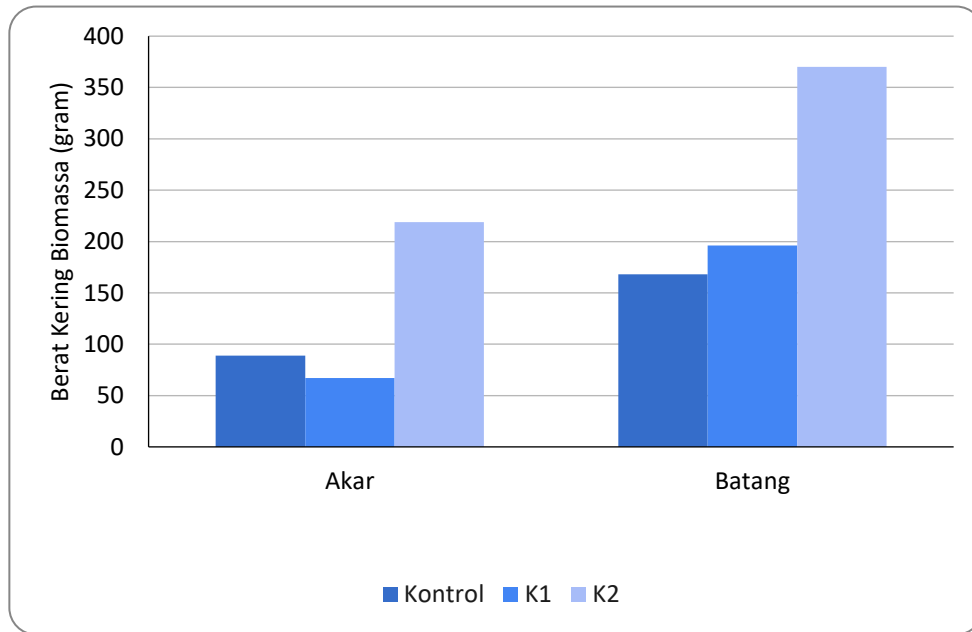
Gambar 4.12 dan 4.13 merupakan diagram biomassa jaringan akar dan batang tanaman *Capsicum frutescens* L. dengan perlakuan kontrol, kompos (K1), dan kombinasi kompos dan sekam padi (K2). Biomassa jaringan akar dan batang pada perlakuan kompos dan kombinasi kompos dan sekam padi menunjukkan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perbedaan yang signifikan terlihat pada biomassa basah dan kering jaringan akar dan batang tanaman antar perlakuan.

Berat basah biomassa jaringan akar jika diurutkan dari yang terbesar ada pada hasil dari perlakuan K2 kemudian perlakuan K1 dan yang paling kecil adalah perlakuan kontrol yaitu 1,110 gram, 0,258 gram, dan 0,239 gram. Begitu pula pada berat basah biomassa jaringan batang jika diurutkan dari yang terbesar ada pada hasil dari perlakuan K2 kemudian perlakuan K1 dan yang paling kecil adalah perlakuan kontrol yaitu 2,415 gram, 0,820 gram, dan 0,515 gram.



Gambar 4. 12 Grafik Berat Basah Biomassa (gram) Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

Berat kering biomassa jaringan akar jika diurutkan dari yang terbesar ada pada hasil dari perlakuan K2 kemudian perlakuan kontrol dan yang paling kecil adalah perlakuan K1 yaitu 0,219 gram, 0,089 gram, dan 0,067 gram. Sedangkan pada berat kering biomassa jaringan batang jika diurutkan dari yang terbesar ada pada hasil dari perlakuan K2 kemudian perlakuan K1 dan yang paling kecil adalah perlakuan kontrol yaitu 0,370 gram, 0,196 gram, dan 0,168 gram.



Gambar 4. 13 Grafik Berat Kering Biomassa (gram) Tanaman *Capsicum frutescens* L. Pada Perlakuan Kontrol, K1 (Kompos), dan K2 (Kompos dan Sekam Padi)

Berdasarkan hasil di atas, perlakuan kompos dan kombinasi kompos dan sekam padi mempengaruhi biomassa tanaman. Menurut Yovita (2001), pemberian kompos memiliki manfaat yaitu meningkatkan daya ikat tanah berpasir sehingga mengurangi tingkat kerapuhan tanah dan dapat meningkatkan juga kemampuan akar dalam menyerap air dan unsur hara lainnya. Di sisi lain, pemberian sekam padi mampu meningkatkan kapasitas tukar kation serta aerasi tanah, sehingga menunjang pertumbuhan akar dan efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman (Novita et al., 2019).

4.4 Kesimpulan Hasil Data dengan Hasil Data Penelitian Terdahulu

Pada penelitian kali ini, hasil dari perlakuan kompos (K1) dan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) sama-sama belum memberikan pengaruh yang optimal terhadap perbaikan kualitas tanah bekas tambang emas dan pertumbuhan tanaman *Capsicum frutescens* L. Namun secara umum hasil pada perlakuan K2 menunjukkan hasil yang paling optimal. Sebagaimana dengan hasil penelitian Romadhan. P et al. (2022) bahwa biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam dapat memperbaiki sifat kimia tanah bekas tambang emas.

Pada parameter logam berat, kadar Hg tanah menurun dari 45,2 mg/kg (kontrol) menjadi 40,35 mg/kg pada perlakuan kompos (K1) dan turun lebih besar menjadi 10,34 mg/kg pada perlakuan kombinasi kompos dan sekam padi (K2). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Romadhan. P., et al (2022) yang menunjukkan peran biochar sekam padi pada hasil penurunan Hg yang signifikan yaitu dari 31,54 mg/kg menjadi 19,09 mg/kg. Menurut Zulkifah et al. (2014), bahan organik yang diaplikasikan ke dalam tanah dapat membentuk senyawa kompleks dengan logam berat, sehingga menurunkan kelarutan logam tersebut. Penggunaan aplikasi kompos dan biochar sekam (K2) juga terlihat dalam penurunan kadar Hg batang dan akar tanaman *Capsicum frutescens* L., menunjukkan bahwa serapan dan tranlokasi logam ke jaringan tanaman menjadi lebih rendah. Sebagaimana yang dilaporkan oleh Beesley et al. (2011), penggunaan biochar dan kompos secara bersamaan dapat mengurangi pergerakan kontaminan logam dalam tanah yang terkontaminasi sehingga meminimalkan serapan logam oleh tanaman.

Berdasarkan hasil pertumbuhan tanaman *Capsicum frutescens* L. penggunaan aplikasi kompos dan sekam padi (K2) memberikan pengaruh nyata terhadap kemampuan tanaman bertahan hidup dan tumbuh pada media tanah bekas tambang. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Haryati. U et al. (2019) yang menunjukkan hasil tertinggi pada tinggi tanaman *Capsicum frutescens* L. di media tanah bekas tambang timah. Menurut Mukherjee dan Zimmerman (2013), Hale et al. (2013), serta Lehmann et al. (2003) dan Lehmann dan Rondon (2006), pemberian biochar sekam padi dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui tiga mekanisme, yaitu: (1) suplai hara secara langsung dari biochar, (2) kemampuan biochar meretensi unsur hara, dan (3) pengaruhnya terhadap dinamika mikroorganisme tanah.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian tanah bekas tambang emas di Desa Kalirejo, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, penggunaan pembenah tanah kompos (K1) memberikan kontribusi dalam penurunan kadar logam sulfat dibandingkan dengan tanpa perlakuan (kontrol) dan kombinasi kompos dan sekam padi (K2). Sedangkan penggunaan pembenah kombinasi kompos dan sekam padi (K2) memberikan kontribusi dalam penurunan logam Hg dibandingkan dengan tanpa perlakuan (kontrol) dan kompos (K1). Selain itu, nilai K1 dan K2 juga memberikan kontribusi dalam peningkatan kadar fosfor (P) di mana kandungan bahan organik dalam kompos dan sekam padi dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.
2. Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan tanaman *Capsicum frutescens* L. terhadap tanah bekas tambang di Desa Kalirejo, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, penggunaan pembenah tanah kompos (K1) dan kombinasi kompos dan sekam padi (K2) sama-sama berkontribusi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik terutama pada tingkat kelangsungan hidup, diameter tanaman, dan tinggi tanaman.

5.2 Saran

1. Melakukan pengujian lanjutan dengan jangka waktu yang lebih lama, guna mendapatkan hasil tanaman yang lebih optimal.
2. Melakukan pengujian dengan variasi dosis pembenah tanah kompos dan kombinasi kompos dan sekam padi yang berbeda untuk mendapatkan dosis yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K & Adifa, F. (2025). Peran Fitoremediasi dalam Pemulihan Tanah Tercemar Logam Berat : Tinjauan Mekanisme dan Aplikasi. *Jurnal Greenation Ilmu Teknik*, 3(2).
- Agviolita, P, Y Yushardi, dan FKA Anggraeni. (2021). Pengaruh perbedaan biochar terhadap kemampuan menjaga retensi pada tanah. *Jurnal Fisika Unand*, 10(2): 267–273. DOI: 10.25077/jfu.10.2.267-273.202.
- Aprilia Tanjung, A., et al. (2022). Aplikasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap Agradasi Tanah dan Hasil Kedelai pada Lahan Bekas Tambang Batubara. *Jurnal Agroecotania*, 5(2).
- Aspinall, C. (2021). *Small-Scale Mining in Indonesia*. Mining, Minerals and Sustainable Development.
<https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/G00725.pdf?utm>.
- Bahagia, Ilyas, & Jufri. 2023. Evaluasi Kandungan Hara Tanah Fosfor (P) dan C-Organik (C) di Tiga Lokasi Sawah Intensif di Kabupaten Aceh Besar.
- Balqies, S., et al. (2018). Pengaruh Zeolit dan Kompos Terhadap Retensi Air, Kapasitas Tukar Kation, dan Pertumbuhan Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) pada Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(1): 755-764.
- Beesley, L., Moreno-Jiménez, E., & Gomez-Eyles, J.L. (2011). Effects of biochar and greenwaste compost amendments on mobility, bioavailability and toxicity of contaminants in polluted soil. *Environmental Pollution*, 158, 2282–2287.
- Budianta, W., et al. (2024). Mobilitas Merkuri pada Limbah Bekas Tambang Pengolahan Emas: Studi Kasus di Selogiri, Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3): 803-807.
- Cahaya Murti, E. K., et al. (2024). Pengaruh PGPR dan Kompos terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agroforetech*, 2(1).
- Ch'Ng, HY, OH Ahmed, NMA Majid. (2014). Improving Phosphorus Availability In An Acid Soil Using Organik Amendments Produced From Agroindustrial Wastes. *The Scientific World Journal*.

- Citra, Y., et al. (2025). Sinergi Biochar Arang Sekam dan Kompos Kotoran Ayam dalam Remediasi Lahan Bekas Tambang Emas. *Jurnal Agrikultura* 2025, 36(3): 512-525.
- C. J. E. Mitchel, E. J. Evans and M. T. Styles. (1997). *A review of Gold particle-size and recovery methods. Technical Report WC/97/14*, Overseas Geology Series. British Geological Survey, United Kingdom. pp. 1–34.
- Darmono. (2010). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Logam*. Penerbit Universitas Indonesia. 2010: 79–85. 148–50.
- Enzeta, AF, Wawan, dan SI Saputra. 2022. Pemberian pupuk kandang ayam dan biochar sekam padi pada media dystrodepts terhadap pertumbuhan bibit tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 11(1): 47–60.
- Ernawati. (2010). Kerang Bulu (*Anadara inflata*) sebagai bioindikator pencemaran logam berat timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) di muara Sungai Asahan. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Fauzan, R. (2022). Perbaikan Sifat Kimia Tanah dan Reduksi Hg pada Lahan Bekas Tambang Emas Melalui Aplikasi Biokanat Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.). Program Studi Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas, Padang.
<http://scholar.unand.ac.id/116744/5/FULL%20SKRIPSI.pdf>.
- Gani, A. (2010). *Multiguna Arang-Hayati (Biochar)*. Sinar Tani Edisi 13-19 Oktober 2010.
- Gusmailina dan Pari, G. (2002). Pengaruh Pemberian Arang terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum*). *Penelitian Hasil Hutan*, 2(3).
- Hapsoh, Leyna. Z., Murniati. (2019). Pengaruh Kompos TKKS, Jerami Padi dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *J. Hort Indonesia*, 10(1): 20-26.
- Haryati, U., et al. (2019). Pengaruh Amelioran terhadap Perbaikan Sifat Tanah dan Produksi Cabai Rawit pada Lahan Bekas Tambang Timah. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(2): 127-138.

- Hasanah, U. N. (2022). Analisis dampak kegiatan pertambangan emas terhadap lingkungan fisik di Desa Paningkaban Kecamatan Gumelar Kabupaten Banyumas tahun 2021. *Indonesian Journal of Environment and Disaster*, 1(1): 18–23. <https://journal.uns.ac.id/ijed/article/view/64>
- Kasari, O. W., Khalil, M., & Jufri, Y. (2021). Pemanfaatan Kompos Jerami Padi dan Biochar Sekam Padi Untuk Memperbaiki Sifat Kimia Tanah dan Meningkatkan Proksi Padi Lokal di Kecamatan Teupah Barat Kabupaten Simeulue. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(3): 268-280.
- Keshavarzi, A. And Kumar, V. (2019). Spatial distribution and potential ecological risk assessment of heavy metals in agricultural soils of northeastern iran. *Geology Ecology and Landscapes*, 4(2): 87-103. <https://doi.org/10.1080/24749508.2019.1587588>
- Khairunnisa, A., et al. (2023). Enhanced phytoremediation dengan *Cyperus kyllingia* dan bakteri tahan merkuri pada lahan bekas tambang emas. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(4): 951-960.
- 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*, 4(1).
- Lehmann J and Joseph, S. 2009. Biochar for Environmental Management: An Introduction. Science and Technology (Johannes Lehmann and Stephen Joseph Eds). First published by Earthscan in the UK and USA in 2009.
- Maulana Anwar, A., et al. (2024). Peranan Biochar dan Kompos dalam Meningkatkan Retensi Air dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays* L. var. Saccharata) pada Tanah Bertekstur Kasar. *Jurnal Agrikultura*, 35(2): 238-249.
- Mirdat dan Isrun Yosep S. (2013). Status Logam Berat Merkuri Dalam Tanah Pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas di Kelurahan Poboya, Kota Palu. Palu.
- Montazeri, N, Baher, E, Barami, Z & Ghochi Baygi, M. (2009). Kiwi Role in Eliminating Environmental Pollution and Its Affecting Factors. *Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources*, 5: 118-128.

- Mukhlisah, N., et al. (2022). Pemanfaatan Tanah, Kompos dan Arang Sekam untuk Pertumbuhan Tanaman Cabai. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 2(2): 142-148.
- Multhaza, U. (2022). Potensi Penggunaan Bahan Pembenah Tanah untuk Stabilisasi Tanah Bekas Tambang Emas Desa Kalirejo, Kulonprogo, DI Yogyakarta. Laporan Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia.
- Muzaiyanah, S. dan Subandi. (2016). Peranan Bahan Organik dalam Peningkatan Produksi Kedelai dan Ubi Kayu pada Lahan Kering Masam. *Iptek Tanaman Pangan* 11(2): 149 –157.
- Nata, A.S., Mawardi, A. and Sobwan, I. (2021). Analisis Kelayakan Pengkonstrasian Bijih Emas Menggunakan Teknik Gravitasi Bebas Merkuri dengan Meja Goyang dalam Penambangan Emas Sekala Kecil di Wilayah Pertambangan Rakyat Kokap, Kulonprogo. *Prosiding SATU BUMI*, 2(1).
- Nascimento, C. W. A. D., & Xing, B. (2006). Phytoextraction: A review on enhanced metal availability and plant accumulation. *Scientia Agricola*, 63(3), 299–311.
- Nilamprasasti, H. (2019). Identifikasi Zona Penyebaran Limbah Logam Berat Menggunakan Metode VLF EM. Studi Kasus: Limbah Pemurnian Emas Konvensional di Sangon Kulon Progo DI Yogyakarta (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Oktabriana, G., dan Syofiani, R. (2021). Upaya Perbaikan Sifat Kimia Lahan Bekas Tambang Emas dengan Pemberian Amelioran terhadap Pertumbuhan Kedelai di Kabupaten Siunjung. *Jurnal Agrium*, 18(1): 57-62.
- Oktabriana, G., et al. (2020). Fitoremediasi Lahan Bekas Tambang Emas Dengan Penggunaan Berbagai Jenis Legume Dalam Memperbaiki Sifat Fisik Tanah Di Kabupaten Sijunjung. *Jurnal Agrium*, 17(2).
- Padmavathiamma, P. K., & Li, L. Y. (2007). Phytoremediation Technology: Hyper-accumulation Metals in Plants. *Water, Air, and Soil Pollution*, 184(1–4), 105–126.
- Petunjuk Teknis Edisi 3 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk.
- Priyono, J. (2006). Kimia tanah. Mataram University Press, Mataram.

- Puspitasari, A., dan Winarsih, S. (2023). Peningkatan Kualitas Fisik dan Kimia Lahan Marjinal Tebu Melalui Penggunaan Kompos, Pelembab Sintetis dan Mikoriza. *Indonesian Sugar Research Journal*, 3(1): 33-45.
- Putri, N. 2010. Sulfat. Padang. Universitas Andalas.
- Respati, N. Y. 2017. Optimasi Suhu dan pH Media Pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat dari Isolate Bakteri Termofilik. *Jurnal Prodi Biologi*, 6 (7): 423- 430.
- Romadhon, P., et al. (2022). Perbaikan Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Emas Melalui Aplikasi Pupuk Organik Granul Biokanat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 20(1).
- Santoso, Dian. 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).
- Saptawartono, et al. (2024). Dampak Negatif Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Terhadap Lingkungan dan Sosial-Ekonomi Masyarakat di Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 24(2): 66-73.
- Saridevi, G.A.A.R. Atmaja, I.W.D, & Mega. I.M. 2013. Perbedaan sifat biologi tanah pada beberapa tipe penggunaan lahan di tanah andisol, inceptisol, dan vertisol. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 2(4): 214-223.
- Sawyer, M. C. (1987). *Chemistry for Environmental Engineering*. New York. Mc. Graw Hill.
- Sheva Endriyanto, R., et al. (2025). Peti (Pertambangan Tanpa Izin) di Indonesia dalam Perspektif Sosial-Ekonomi dan Fiqh Lingkungan. *Jurnal Lingkungan*, 1(1): 22-31.
- Siboro, H. B. R. (2015). Pengaruh pemberian pembenah tanah (kompos dan zeolit) pada berbagai kadar air terhadap distribusi pori dan pertumbuhan bawang daun (*Allium porum* L.) di Entisol. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- S. J. Suprpto. (2006). Sumber Daya Emas Primer Skala Kecil untuk Pengembangan Wilayah Pertambangan Rakyat dengan Konsep Custom Mill. *Buletin Sumber Daya Geologi*. Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung, 2006 ; 1(3) : 5, 7, 8.
- SNI 06-6989.20-2004 tentang Cara Uji Sulfat, SO_4^{2-} secara turbidimetri.

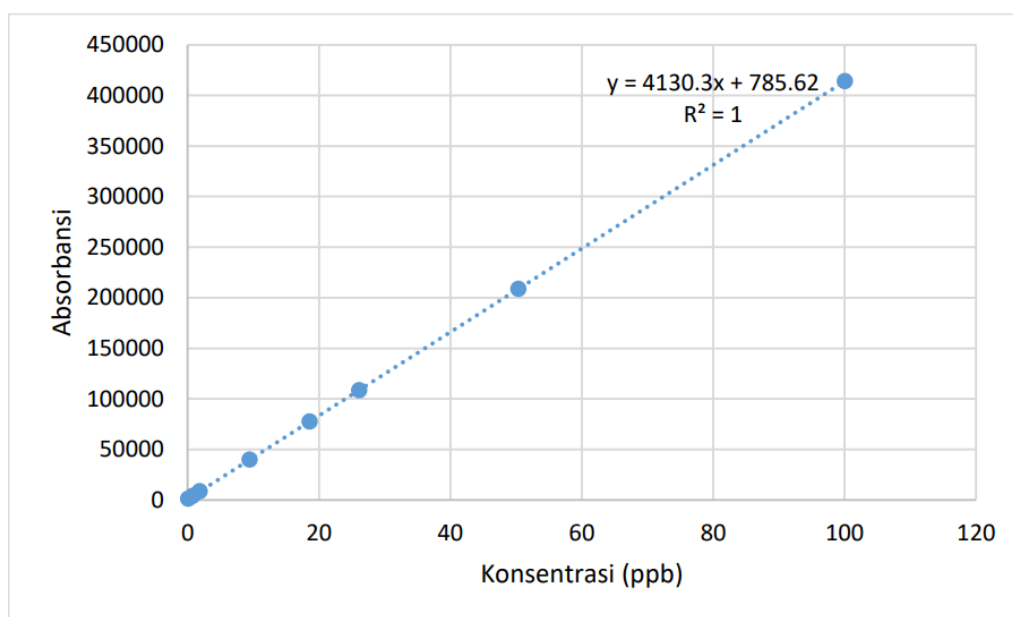
- Sukartono, Bambang HK, Suwardji, Ma'shum M, Mulyati. (2019). Retensi hara beberapa biochar dari limbah tanaman dan pengaruhnya terhadap serapan NPK tanaman pagi gogo. *Crop Agro*12 (1): 9–19.
- Surdin, S., et al. (2022). Dampak Pertambangan Emas terhadap Lingkungan Fisik dan Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat di Desa Wambarema, Bombana. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 7(2): 88–99.
- Suri, S., et al. (2023). Pemanfaatan Tanah Bekas Tambang Emas dengan Penggunaan Biocar dan Pupuk Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan Bibit Buah Naga (*Hylocereus undatus* L). *Jurnal Liefdeagro*, 1(2).
- Sartono, B. (2020). The role of mining sector in supporting the Indonesian economy. *Resources Policy*, 66, 101615.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101615>
- Winarso, Sugeng. (2005). *Kesuburan Tanah Dasar Kesehtan dan kualitas Tanah*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
- Yanti. I, dan Rafi Kusuma. Y. (2021). Pengaruh Kadar Air dalam Tanah Terhadap Kadar C-Organik danKeasaman (pH) Tanah. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research*, 6(2): 92-97.
- Yuliana, ND, Darwis, Resman, Namriah, S Ginting, dan F Rembon. (2022). Pengaruh biochar dan bokashi terhadap pH Tanah, P-tersedia dan hasil cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) pada tanah Ultisol. *Jurnal Berkala Penelitian Agronomi*, 10(1): 85–95.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kurva Kalibrasi

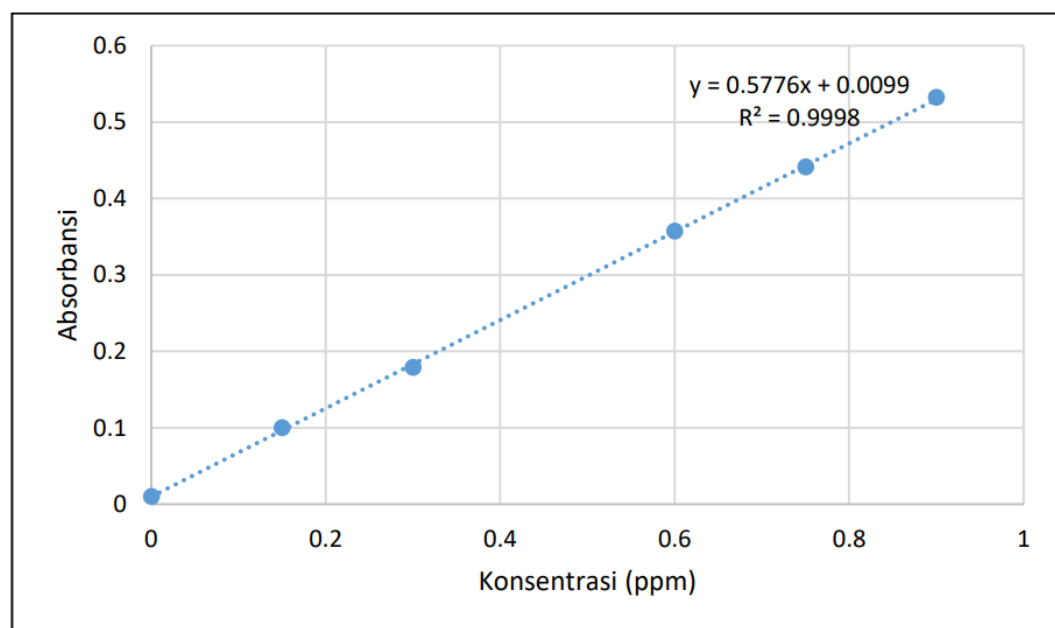
Kurva Kalibrasi Standar Logam Hg pada Tanaman *Capsicum frutescens* L. dalam Tanah dan Jaringan Tanaman

Kode Larutan Standar	Konsentrasi (ppb)	CPS
Std 0,5	0,082	1123,43
Std 1	0,76	3927,45
Std 5	1,862	8476,51
Std 10	9,443	39787,53
Std 20	18,59	77567,22
Std 25	26,1	108585,5
Std 50	50,334	208678,2
Std 100	100,057	414051,5



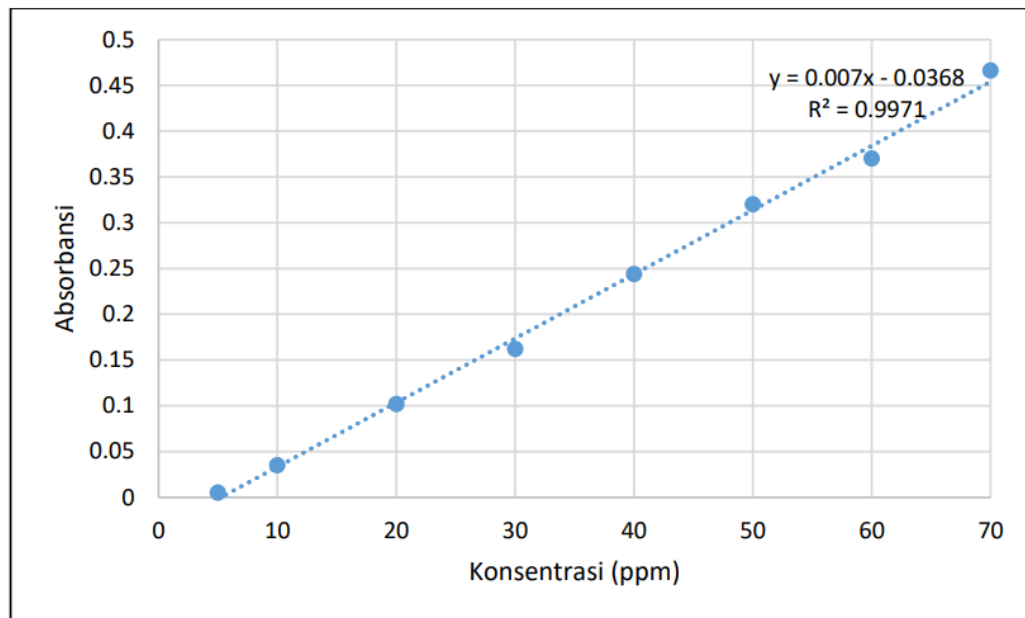
Kurva Kalibrasi Larutan Standar Nutrisi P pada Tanaman *Capsicum frutescens* L. dalam Tanah dan Jaringan Tanaman

Kode Larutan Standar	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
Std-1	0	0,01
Std-2	0,15	0,1
Std-3	0,3	0,179
Std-5	0,6	0,357
Std-6	0,75	0,441
Std-7	0,9	0,532



Kurva Kalibrasi Larutan Standar Sulfat pada Tanaman *Capsicum frutescens* L. dalam Tanah

Kode Larutan Standar	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
Std-1	5	0,005
Std-2	10	0,035
Std-3	20	0,102
Std-4	30	0,162
Std-5	40	0,244
Std-6	50	0,32
Std-7	60	0,37
Std-8	70	0,466



Contoh Perhitungan

Perhitungan Kadar P

Kode	Intersep	Slope	Abs	Fp	ppm kurva	Kadar P (mg P2O5/100 gr)	Kadar P (ppm)
K2	0,0099	0,5776	0,393	20	13,265	79,322	7,932

$$a. \text{ Ppm kurva} = \left(\frac{\text{Abs-Intersep}}{\text{slope}} \right) \times Fp$$

$$= \left(\frac{0,393-0,0099}{0,5776} \right) \times 20$$

$$= 13,265$$

$$b. \text{ Kadar P (mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ gram)}$$

$$= ppm \times \frac{\text{vol.ekstrak (ml)}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{100 \text{ gr}}{\text{berat sampel (gr)}} \times Fp \times \frac{142}{90} \times \left(\frac{100}{100-\% \text{kadar air}} \right)$$

$$= 13,265 \times \frac{2 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{100 \text{ gr}}{0,5 \text{ gr}} \times 20 \times \frac{142}{90} \times \left(\frac{100}{100-1,68\%} \right)$$

$$= 79,322 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ gram}$$

$$c. \text{ Kadar P (mg/kg)} = \frac{79,322 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ gram}}{10} = 7,932 \text{ mg/kg}$$

Lampiran 2. Dokumentasi kegiatan



Gambar 1 Proses Pengambilan Sampel Tanah di Lokasi Sampling 1



Gambar 2 Proses Pengambilan Sampel Tanah di Lokasi Sampling 2



Gambar 3 Tanaman Semai *Capsicum frutescens* L. sebagai Tanaman Uji



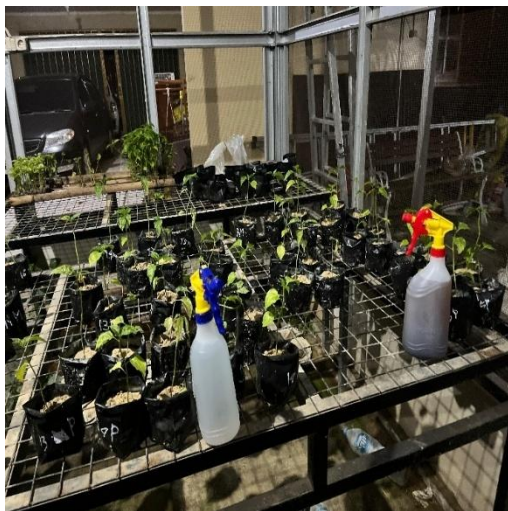
Gambar 4 Persiapan Media Tanam pada Tanah Uji yang Telah Disterilkan



Gambar 5 Penanaman Tanaman Uji ke dalam Polybag yang Sudah Berisi Media Tanam



Gambar 6 Pemeliharaan Tanaman dengan Menyiram Tanaman Setiap Hari Sekali



Gambar 7 Pemeliharaan Tanaman dengan Pemberian Pestisida pada Tanaman yang Terkena Hama



Gambar 8 Pengambilan Data Diameter Pertumbuhan



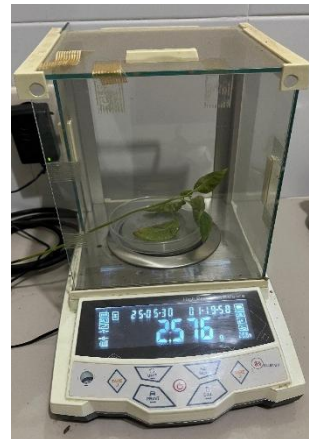
Gambar 9 Pengambilan Data Tinggi Pertumbuhan



Gambar 10 Proses Foto Tanaman Uji sebelum Dipanen



Gambar 11 Proses Pemanenan Tanaman Uji



Gambar 12 Proses Penimbangan Jaringan Atas Tanaman Uji



Gambar 13 Tanah Uji yang Telah Dipanen



Gambar 14 Tanaman Uji yang Telah Dipanen Dimasukkan ke Dalam Amplop



Gambar 15 Jaringan Tanaman Uji Perlakuan Kontrol Setelah Pemanenan



Gambar 16 Jaringan Tanaman Uji Perlakuan Kontrol dan Kompos (K1) Setelah Pemanenan



Gambar 17 Jaringan Tanaman Uji Perlakuan Kontrol dan Kombinasi Kompos dan Sekam Padi (K2) Setelah Pemanenan



Gambar 18 Tanah Uji Dilakukan Pengayakan Sebelum Diuji di Laboratorium

Lampiran 3. Dokumentasi analisis sampel di Laboratorium



Gambar 19 Proses Analisis Kadar Air Tanah



Gambar 20 Proses Analisis P_2O_5



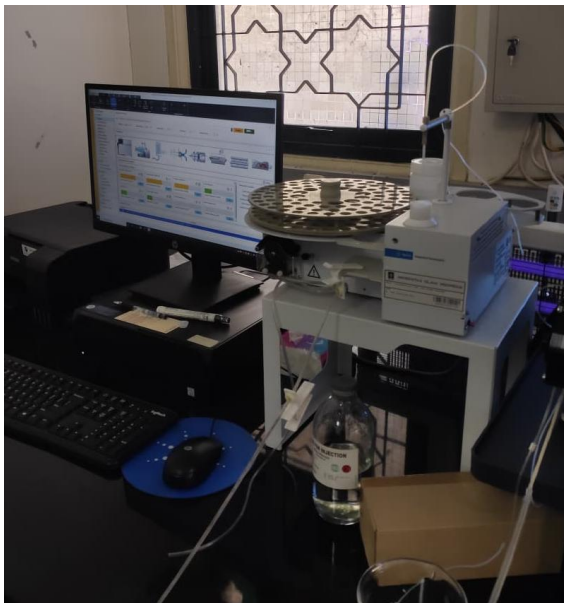
Gambar 21 Proses Pencampuran Larutan dengan *Stirrer* pada Analisis P_2O_5 pada Tanah Uji



Gambar 22 Proses Analisis Logam pada Sampel Tanah dan Batang Tanaman



Gambar 23 Pengujian Kadar Sulfat Menggunakan Spektrofotometer



Gambar 23 Pengujian Kadar Hg Menggunakan *Inductively Coupled Plasma Optical Emmision Spectrometric* (ICP-OES)

RIWAYAT HIDUP



Foto profil
terbaru
dicantumkan
di sini.

Dalam riwayat hidup dijelaskan tempat dan tanggal kelahiran mahasiswa, putra dan putri ke-berapa dari orang tua, nama kedua orang tua atau wali. Pendidikan penulis sejak sekolah menengah hingga terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Lingkungan UII juga silakan ditulis juga. Kegiatan penulis di luar akademik yang menunjang pendidikan juga sebaiknya dicantumkan, terutama prestasi akademik yang pernah diraih selama masa kemahasiswaan. Silakan tambahkan foto profil terbaru juga di bagian awal

Riwayat Hidup, seperti contoh di atas.

Uraian tentang riwayat hidup boleh dibuat dalam beberapa paragraf. Meskipun begitu, tidak boleh lebih dari satu halaman.