

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd, Cu dan Pb
MENGUNAKAN METODE SPEKTROMETER SERAPAN
ATOM PADA TANAH TPA PIYUNGAN, BANTUL.**

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



LALU MUHAMMAD FAATHIR CHALID

18513052

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

2022

TUGAS AKHIR

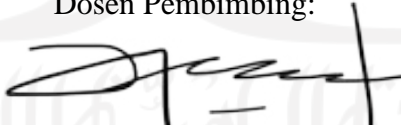
ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd, Cu dan Pb MENGUNAKAN METODE SPEKTROMETER SERAPAN ATOM PADA TANAH TPA PIYUNGAN, BANTUL.

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




Lalu Muhammad Faathir Chalid
18513052

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.
NIK. 005130101
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
NIK. 095130403
Tanggal: 11 Oktober 2022

HALAMAN PENGESAHAN*

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd, Cu dan Pb
MENGUNAKAN METODE SPEKTROMETER SERAPAN
ATOM PADA TANAH TPA PIYUNGAN, BANTUL.**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 10 Oktober 2022

Disusun Oleh:

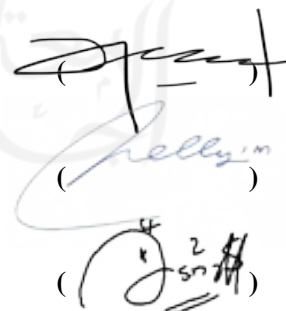
LALU MUHAMMAD FAATHIR CHALID
18513052

Tim Penguji:

Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Nelly Marlina, S.T., M.T.

Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc.



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 15 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Lalu Muhammad Faathir Chalid

18513052

PRAKATA

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dengan segala rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini . Tugas akhir ini selesai bukan hanya dengan saya sendirian, akan tetapi banyak orang – orang yang sayang dan peduli dengan penulis sehingga dapat mendorong penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menghaturkan terimakasih sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang memberikan kepercayaan dan dorongan kepada penulis.
2. Bapak/Ibu dosen pembimbing saya Luqman Hakim, S.T., M.Si., Nelly Marlina, S.T., M.T., Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc., Laboran Mas Bagus dan Mas Ridwan yang sudah membimbing saya selama menyelesaikan tugas akhir.
3. Teman hidup penulis saudari Renata Selma Astagina yang sangat membantu penulis dalam memberikan *supporting system* kepada penulis.
4. Sahabat-sahabat penulis Farras, Tio, Kiwil, yang berjuang bersama penulis.
5. Teman-teman “TPA Piyungan Tanpa Dosen” Arjuna, Ilham, Faisal Hanami dan Filkar yang berjerih payah bersama penulis.
6. Seluruh pihak yang terlibat lainnya

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

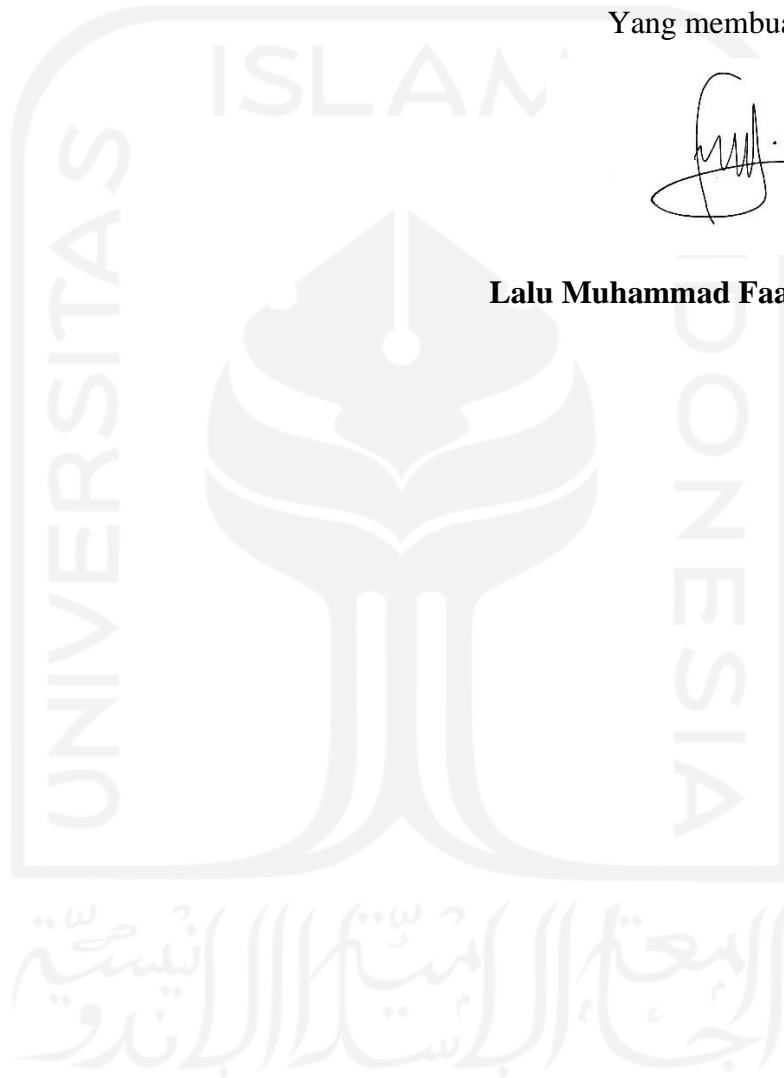
Yogyakarta, 15 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Lalu Muhammad Faathir Chalid

18513052





“halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

ABSTRAK

Sampah tekstil, logam dan kertas bertinta yang menumpuk pada TPA Piyungan mengalami oksidasi melalui pembusukan kemudian terjadi dekomposisi oleh mikroorganisme seperti bakteri, membuat zat yang terkandung pada sampah terdegradasi menghasilkan air lindi yang mengandung unsur logam berat berbahaya dan masuk ke dalam tanah. TPA Piyungan memiliki tiga zona dalam pemuatan sampahnya. Terdapat 4 titik pengambilan sampel tanah yang diambil pada tiap zona TPA sehingga terdapat total 12 titik sampel tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat Cd, Cu dan Pb pada tanah di TPA Piyungan dan memetakan pola persebaran logam berat Cd, Cu dan Pb pada tanah di TPA Piyungan dengan menggunakan *software* ArcGIS. Analisis yang dilakukan menggunakan metode Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala dengan hasil rata-rata analisis logam berat pada tanah sebesar Cd = 4,21 mg/kg; Cu = 32,35 mg/kg dan Pb = 42,13 mg/kg. Diketahui konsentrasi logam Cd pada tanah TPA Piyungan berasal dari zat warna pada sampah tekstil yang terdegradasi, kemudian konsentrasi logam Cu berasal dari degradasi sampah logam dan konsentrasi logam Pb berasal dari bahan kimia sebagai pengikat warna pada sampah kertas bertinta. Hasil konsentrasi logam berat Cd pada semua titik penelitian melebihi baku mutu *Environment Protection Authority of Australia* (EPAA) 2012, namun rata-rata konsentrasi logam berat Cu dan Pb tidak melebihi baku mutu EPAA 2012.

Kata Kunci: TPA Piyungan, Dekomposisi Tanah, Kadmium, Tembaga, Timbal.



“halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

ABSTRACT

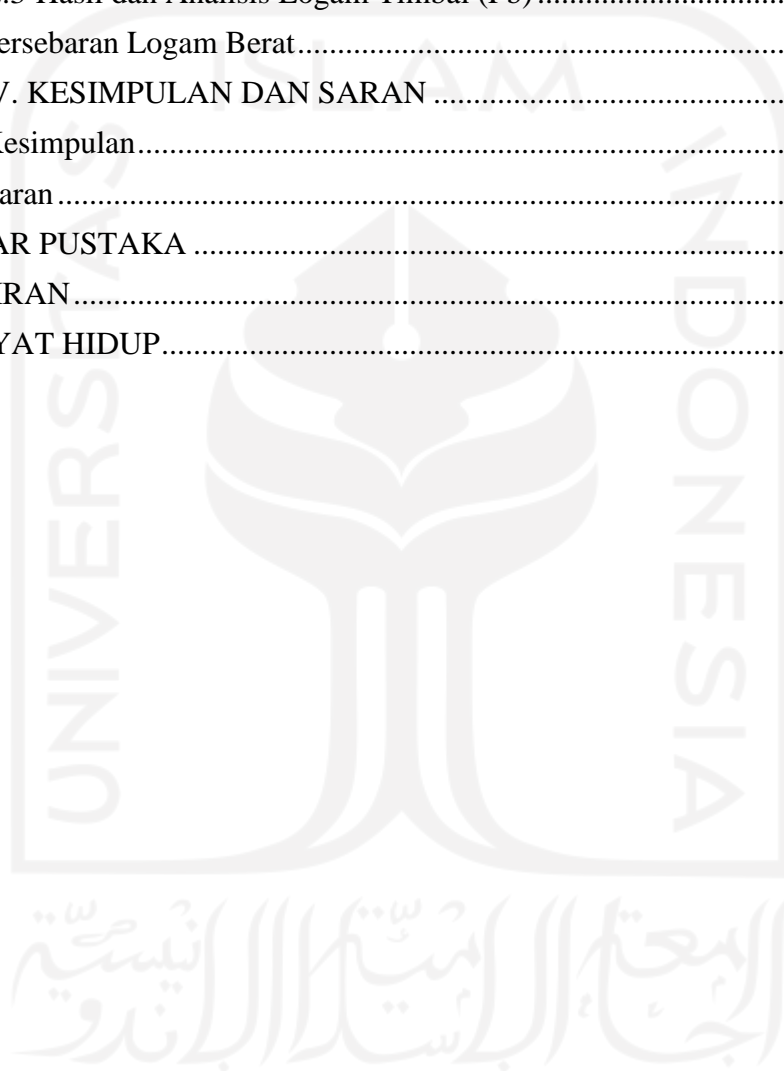
Textile waste, metal and inked paper that accumulate in the Piyungan TPA undergoes oxidation through decay and then decomposition by microorganisms such as bacteria causes the substances contained in the waste to degrade resulting in leachate containing harmful heavy metal elements and enter the soil. TPA Piyungan has three zones for loading its waste. There are 4 soil sampling points taken in each TPA zone so that there are a total of 12 soil sample points. This study aims to analyze the content of heavy metals Cd, Cu and Pb in the soil at the Piyungan landfill and map the distribution pattern of heavy metals Cd, Cu and Pb in the soil at the Piyungan landfill using ArcGIS software. The analysis was carried out using the Atomic Absorption Spectrometer (AAS)-flame with the average results of heavy metal analysis in the soil of Cd = 4.21 mg/kg; Cu = 32.35 mg/kg and Pb = 42.13 mg/kg. The concentration of Cd metal in the Piyungan TPA soil comes from dyes in degraded textile waste, the concentration of Cu metal comes from the degradation of metal waste and the concentration of Pb comes from chemicals as color binders in inked paper waste. The results of heavy metal concentrations of Cd at all research points exceeded the 2012 Environment Protection Authority of Australia (EPAA) quality standards, but the average concentrations of Cu and Pb heavy metals did not exceed the 2012 EPAA quality standards.

Keyword: *Piyungan Landfill, Soil Decomposition, Cadmium, Copper, Lead.*

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).....	5
2.2 Komposisi Sampah.....	5
2.3 Logam Berat.....	6
2.3.1 Parameter Tiap Logam Berat.....	6
2.3.2 Pencemaran Tanah Oleh Logam Berat.....	7
2.3.3 Proses Dekomposisi Sampah.....	8
2.4 Analisis Spasial.....	8
2.5 Penelitian Terdahulu.....	9
BAB III. METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Tahapan Penelitian.....	12
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	12
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	13
3.4 Lokasi Pengambilan Sampel.....	13
3.5 Metode Pengambilan Sampel.....	15
3.6 Metode Analisa Data.....	16
3.6.1 Analisis Kandungan Logam Berat.....	16
3.6.2 Pengukuran Logam Berat.....	16
3.7 Persebaran Logam Berat Pada Tanah TPA.....	18

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	20
4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian	20
4.2 Analisis Logam Berat Pada Tanah	21
4.2.1 Hasil dan Analisis Logam Kadmium (Cd)	23
4.2.2 Hasil dan Analisis Logam Tembaga (Cu)	25
4.2.3 Hasil dan Analisis Logam Timbal (Pb)	27
4.3 Persebaran Logam Berat	29
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	44
RIWAYAT HIDUP	48





"halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Sampah TPA Piyungan Tahun 2021.....	5
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3.1 Elevasi Titik Sampel Tanah	14
Tabel 4.1 Konsentrasi Logam Cd pada Tanah TPA Piyungan	23
Tabel 4.2 Konsentrasi Logam Cu pada Tanah TPA Piyungan	25
Tabel 4.3 Konsentrasi Logam Pb pada Tanah TPA Piyungan.....	28





DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	12
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian	14
Gambar 3.3 Tahapan Cara Pengambilan Sampel Tanah.....	15
Gambar 3.4 Pengayakan Sampel Tanah.....	16
Gambar 3.5 Tahapan Destruksi Asam Contoh Uji.....	17
Gambar 3.6 Destruksi Asam Sampel	17
Gambar 4.1 Kondisi Eksisting TPA Piyungan.....	20
Gambar 4.2 Foto Pengambilan Sampel.....	22
Gambar 4.3 Peta Persebaran Logam Berat Cd Pada Tanah TPA Piyungan	31
Gambar 4.4 Peta Persebaran Logam Berat Cu Pada Tanah TPA Piyungan	32
Gambar 4.5 Peta Persebaran Logam Berat Pb Pada Tanah TPA Piyungan.....	33



“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengambilan Sampel Tanah	42
Lampiran 2. Pengujian Sampel di Lab. Kualitas Lingkungan FTSP UII.....	43
Lampiran 3. Hasil Uji Sampel Tanah.....	44



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah sampah saat ini disebabkan oleh tingkat populasi dan standar gaya hidup, yang di mana semakin maju dan sejahtera kehidupan seseorang mempengaruhi jumlah timbulan sampah yang dihasilkan (El Haggar, 2007). Menurut data SIPSN pada tahun 2021 timbulan sampah di Provinsi Yogyakarta sebanyak 654,048 ton. Sedangkan pada tahun 2020 timbulan sampah sebesar 773,849 ton sehingga dapat dilihat bahwa timbulan sampah mengalami penurunan pada tahun 2021.

Adapun komposisi sampah pada TPA Piyungan berdasarkan data SIPSN tahun 2021 ialah didominasi oleh sampah sisa makanan sebesar 53,51%, kemudian sampah kayu/ranting sebesar 9,95%, sampah kertas/karton sebesar 8,56%, sampah plastik sebesar 12,77%, sampah logam sebesar 1,73%, sampah kain sebesar 0,41%, sampah karet/kulit sebesar 0,12%, sampah kaca sebesar 5,56%.

Pengelolaan sampah di TPA Piyungan menggunakan sistem sanitary landfill. Sistem sanitary landfill dilakukan dengan meratakan dan memadatkan sampah yang dibuang, kemudian pada akhir jam operasi ditimbun dengan tanah di atasnya, sehingga setelah jam operasi berakhir timbunan sampah tidak terlihat (Susanti *et al.*, 2016). Sampah yang berada dalam TPA mengalami oksidasi melalui pembusukan kemudian terjadi dekomposisi dan menghasilkan air lindi atau *leachate* (Fagbenro, O. K., 2016).

Air lindi atau *leachate* yaitu cairan yang mengandung zat terlarut dan tersuspensi yang halus dari hasil penguraian mikroba (Soemirat, 1999). Kandungan senyawa organik dan anorganik yang terdapat pada air lindi mengandung senyawa toksik bagi makhluk hidup (Mendoza *et al.*, 2017). Oleh karenanya lingkungan TPA lebih rentan tercemar air lindi yang terlihat oleh

parameter fisik dan kimiawi yang berkonsentrasi tinggi dan juga mengandung logam berat seperti Cd, Cu dan Pb.

Menurut Muyassar dan Budianta (2021), nilai Kadmium (Cd) pada tanah sekitar TPA Piyungan sudah melebihi ambang batas normal. Konsentrasi Cd yang tinggi ini diduga berasal dari sampah logam seperti baterai, yang terdapat di TPA Piyungan. Kadmium (Cd) merupakan logam putih yang mudah dibentuk dan lunak dengan warna kebiruan, memiliki titik didih yang relatif rendah (767°C) membuatnya mudah terbakar dan membentuk asap kadmium oksida (Sulistiyono, 2012). Paparan akut oleh Kadmium (Cd) sangat berbahaya bagi kesehatan manusia seperti diare, anemia, dermatitis, kerusakan ginjal dan hati, gangguan kardiovaskuler serta degenerasi testicular (Sudarmaji *et al.*, 2006).

Terpilihnya TPA Piyungan sebagai lokasi penelitian karena menampung sampah hingga 550 ton/hari, sehingga potensi tercemarnya tanah oleh air lindi semakin besar (Ramadhan *et al.*, 2019). Air lindi yang mencemari tanah tanpa diolah akan mencemari lingkungan. Permasalahan pencemaran tanah pada TPA Piyungan perlu mendapatkan tindakan lebih lanjut. Oleh karenanya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis kandungan logam berat yang terkandung pada tanah TPA Piyungan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Berapa kandungan logam berat Cd, Cu dan Pb pada tanah TPA Piyungan?
- 2) Bagaimana persebaran kandungan logam berat Cd, Cu dan Pb pada tanah TPA Piyungan?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis kandungan logam berat Cd, Cu dan Pb pada tanah di TPA Piyungan dengan menggunakan metode Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala.
- 2) Memetakan pola persebaran logam berat (Cd, Cu dan Pb) pada tanah di TPA Piyungan dengan menggunakan software ArcGIS.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagi Universitas
Sebagai masukan studi literatur ke Perguruan Tinggi tentang menganalisis kandungan logam berat di TPA Piyungan.
- 2) Bagi Mahasiswa
Sebagai media dan pengalaman bagi mahasiswa menerapkan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan di Universitas terkait dengan analisis kandungan logam berat yang terkandung pada TPA dengan sistem *Sanitary Landfill*.
- 3) Bagi Masyarakat dan Pemerintah
Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan acuan bagi masyarakat dan pemerintah untuk dapat melihat bagaimana logam berat yang terakumulasi dalam tanah.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Lokasi penelitian dilakukan pada batas wilayah TPA Piyungan.
- 2) Metode pengambilan sampel tanah dilakukan secara sistematis dengan mengambil 4 titik pada tiap zona TPA.
- 3) Metode pengukuran kandungan logam berat yang digunakan ialah metode Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala.
- 4) Pengolahan data untuk mengetahui persebaran logam berat di dalam tanah dilakukan dengan perangkat lunak *Geographic Information System (GIS)*



"halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA.

2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Menurut UU No. 18 Tahun 2018 tempat pemrosesan akhir atau yang dikenal sebagai TPA adalah sebuah wadah akhir atau tempat pembuangan sampah akhir untuk masyarakat. Sampah yang masuk ke dalam TPA adalah kumpulan sampah yang berasal dari perumahan, instansi pemerintahan, industri dan lain lain. Sampah yang telah masuk kedalam TPA dikelola dan dipantau agar tidak adanya gangguan yang bisa mencemari lingkungan.

Pengelolaan sampah terdiri atas berbagai rangkaian penanganan sampah yaitu pewadahan, pengumpulan (sementara), pemindahan, pengangkutan, pengolahan dan juga pemrosesan akhir (Damanhuri dan Padmi, 2019). Tempat pemrosesan akhir di berbagai penjuru dunia adalah salah satu penyebab utama pemanasan global dan perubahan iklim.

Terdapat berbagai macam opsi teknologi pengelolaan sampah di masa kini. Teknologi pengelolaan sampah sudah mencapai generasi ke 3 yaitu *Improved Sanitary Landfill* dengan dilengkapi sarana pengelolaan air lindi. Teknologi TPA generasi 1 ialah sistem *open dumping*, tidak terdapat pengolahan dan hanya ditimbun lalu dibiarkan begitu saja, selanjutnya TPA generasi 2 ialah *sanitary landfill* dengan dilengkapi pipa perforasi pada bagian dasarnya (Damanhuri dan Padmi, 2019).

2.2 Komposisi Sampah

Adapun komposisi sampah pada TPA Piyungan berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2021 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komposisi Sampah TPA Piyungan Tahun 2021

No	Komponen	Komposisi
----	----------	-----------

No	Komponen	Komposisi
1	Sisa makanan	53,51%
2	Kayu/ranting	9,95%
3	Kertas/karton	8,56%
4	Plastik	12,77%
5	Logam	1,73%
6	Kain	0,41%
7	Karet/kulit	0,12%
8	Kaca	5,56%
9	Lainnya	7,59%

2.3 Logam Berat

Sumber logam berat banyak ditemukan pada pestisida, bahan bakar minyak, gas buangan kendaraan dan juga industri (Alloway, 1995). Keberadaan logam berat dalam konsentrasi yang tinggi tentu mengancam kesehatan dengan merusak jaringan tubuh makhluk hidup. Dapat dikatakan zat yang sudah terurai yang terkandung dalam logam berat mengandung racun. Sumber Logam Berat pada tanah datang dari dari sumber yang berbeda-beda dan dapat menjadi polutan. Residu limbah, lumpur aktif dan berbagai penambahan pupuk pestisida berbahan organik dan anorganik mengandung sejumlah logam berat (Yulipriyanto, 2010).

2.3.1 Parameter Tiap Logam Berat

2.3.1.1 Kadmium (Cd)

Kadmium secara alami dapat ditemukan dari aktivitas gunung berapi. Dalam proses industri kadmium digunakan sebagai agen anti korosif, pigmen warna, dan fabrikasi baterai. Kadmium dapat mengganggu pernafasan dan juga kerusakan membran mukosa radang paru-paru (pneumonitis), sistem kekebalan tubuh, hati, tulang, darah, dan sistem saraf jika masuk dan terakumulasi dalam tubuh (Godt *et al.*, 2009).

2.3.1.2 Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan unsur logam dalam bentuk kristal berwarna kemerahan. Tembaga dapat berbentuk logam bebas dengan senyawa padat dalam bentuk mineral. Proses masuknya tembaga ke dalam lingkungan dapat secara alamiah seperti erosi batuan mineral, terbawa udara dan turun melalui hujan maupun non alamiah seperti buangan industri yang menggunakan tembaga dalam proses produksinya.

2.3.1.3 Timbal (Pb)

Timbal merupakan logam berat yang bersifat lunak serta berwarna biru atau silver abu-abu dengan kilau logam, memiliki titik leleh 327,4°C dan titik didih 1.620°C. Terdapat 95% timbal bersifat anorganik yang umumnya kurang larut dalam air dan sisanya bersifat timbal organik. Senyawa timbal masuk ke dalam tubuh melalui makanan akan mengendap pada jaringan tubuh, dan sisanya akan terbuang bersama bahan sisa metabolisme (Darmono, 2001).

2.3.2 Pencemaran Tanah Oleh Logam Berat

Pencemaran tanah oleh logam berat perlu menjadi perhatian karena jika terakumulasi dalam tanah dapat mengganggu laju pertumbuhan tanaman, degradasi air dan kontaminasi makanan. Keberadaan logam berat pada tanah juga berasal dari aktivitas antropogenik seperti penambangan, pelatihan perang dan militer, industri elektronik, konsumsi bahan bakar fosil, pembuangan limbah, penggunaan agrokimia dan irigasi (Akbar, 2019).

Tanah secara alamiah mengandung logam berat, tetapi dengan jumlah yang sedikit sebagian logam berat Fe, Hg, Mg, Cu, Cr, As dan Zn logam tersebut memiliki peran dalam proses fisiologis tanaman, namun bila berlebihan bisa memberikan efek toksisitas pada tanaman (Palar, 2008). Logam berat seperti Cd dan Pb bersifat beracun dan sampai saat ini belum diketahui manfaatnya bagi tanaman, kedua unsur tersebut merupakan

pencemar kimia utama dan beracun bagi tumbuhan, hewan dan manusia (Mengel, 1987).

2.3.3 Proses Dekomposisi Sampah

Dekomposisi atau mineralisasi merupakan sebuah proses perubahan fisik dan kimiawi secara sederhana oleh mikroorganisme tanah (Mulyani, 1991). Proses dekomposisi diawali dengan proses penghancuran, serangga berukuran kecil mendegradasi tumbuhan dan sisa bahan organik menjadi ukuran yang lebih kecil. Kecepatan proses dekomposisi dipengaruhi oleh faktor iklim seperti curah hujan, kelembaban, intensitas cahaya, suhu udara di sekitar daerah pengomposan dan kondisi lingkungan tempat tumbuh organisme seperti suhu air, pH, salinitas air, kandungan oksigen, kandungan hara organik dan lain-lain. Kemudian dilanjutkan dengan proses biologi yang dilakukan oleh bakteri dan fungi untuk menguraikan partikel-partikel organik. Proses dekomposisi oleh bakteri dan fungi sebagai dekomposer dibantu oleh enzim yang dapat menguraikan bahan organik seperti protein, karbohidrat dan lain-lain (Sunarto, 2003).

2.4 Analisis Spasial

Analisis spasial adalah metode analisis secara geografi dengan menentukan posisi secara absolut berdasarkan sistem koordinat. Dalam data analisis spasial terdapat informasi lintang, bujur serta datum dan proyeksi data. Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem yang berisi informasi mengenai kondisi geografis Bumi, penggunaan SIG sering digunakan dalam menganalisa sistem seperti analisa statistik dan overlay yang juga biasa disebut dengan analisis spasial. Analisa dengan menggunakan data statistik dan overlay ini nantinya mampu menghasilkan integrasi dua atau lebih (tumpang tindih) data keruangan yang berbeda, contohnya seperti analisis daerah tercemar air lindi dengan menggabungkan data elevasi atau kontur tanah.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian tanah pada TPA Piyungan sebelumnya pernah dilakukan pada tahun 2014. Referensi lain juga diambil dari beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan di lokasi berbeda dan dianggap relevan pada penelitian ini. Berikut adalah tabel penelitian terdahulu:

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Setyoningrum <i>et al</i>	2014	Kandungan Kadmium (Cd) Pada Tanah Dan Cacing Tanah Di Tpas Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	Pengujian kandungan logam berat pada tanah dan cacing tanah menggunakan metode AAS - nyala, metode ini menunjukkan bahwa logam dalam bentuk senyawa organik dan anorganik yang tidak larut dalam air didestruksi dengan campuran asam nitrat dan hidrogen peroksida hingga membentuk logam yang terlarut. Kandungan kadmium pada zona 1 dan zona 2 di tanah TPAS Piyungan sebesar kurang dari 0,01 - 0,47 ppm, sedangkan kandungan kadmium dalam cacing tanah pada zona 2 sebesar 0,31- 4,45 ppm.
2	Faisal A	2020	Analisis Kandungan Logam Berat Di Dalam Tanah Tpa Gunung Tugel Banyumas	Konsentrasi logam berat pada larutan sampel ditentukan dengan cara mensubstitusikan nilai absorbansi sampel pada persamaan regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi yaitu variabel y. Diketahui kandungan Cd yang tertinggi adalah pada area TPA Gunung Tugel dengan rata rata sebesar 7.35 mg/kg, sehingga melebihi baku mutu EPAA 2012 dan EPMC 2015 yaitu 3 mg/kg dan 0,6 mg/kg.

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
3	Sarah W	2019	Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Fe) Pada Tanah di Rawapening Kabupaten Semarang Jawa Tengah.	Setelah sampel didestruksi dan telah diuji menggunakan AAS dan didapatkan sebuah konsentrasi yang dikalikan dengan faktor pengenceran, maka dihasilkan konsentrasi yang aktual. Diketahui konsentrasi logam Cd dan Cu melebihi baku mutu EPMC 2015 berkisar 0,88 mg/kg – 1,41 mg/kg dan terdapat 4 titik sampel dengan kandungan logam berat Cu melebihi baku mutu EPMC 2015 berkisar 50,30 mg/kg – 58,80 mg/kg.





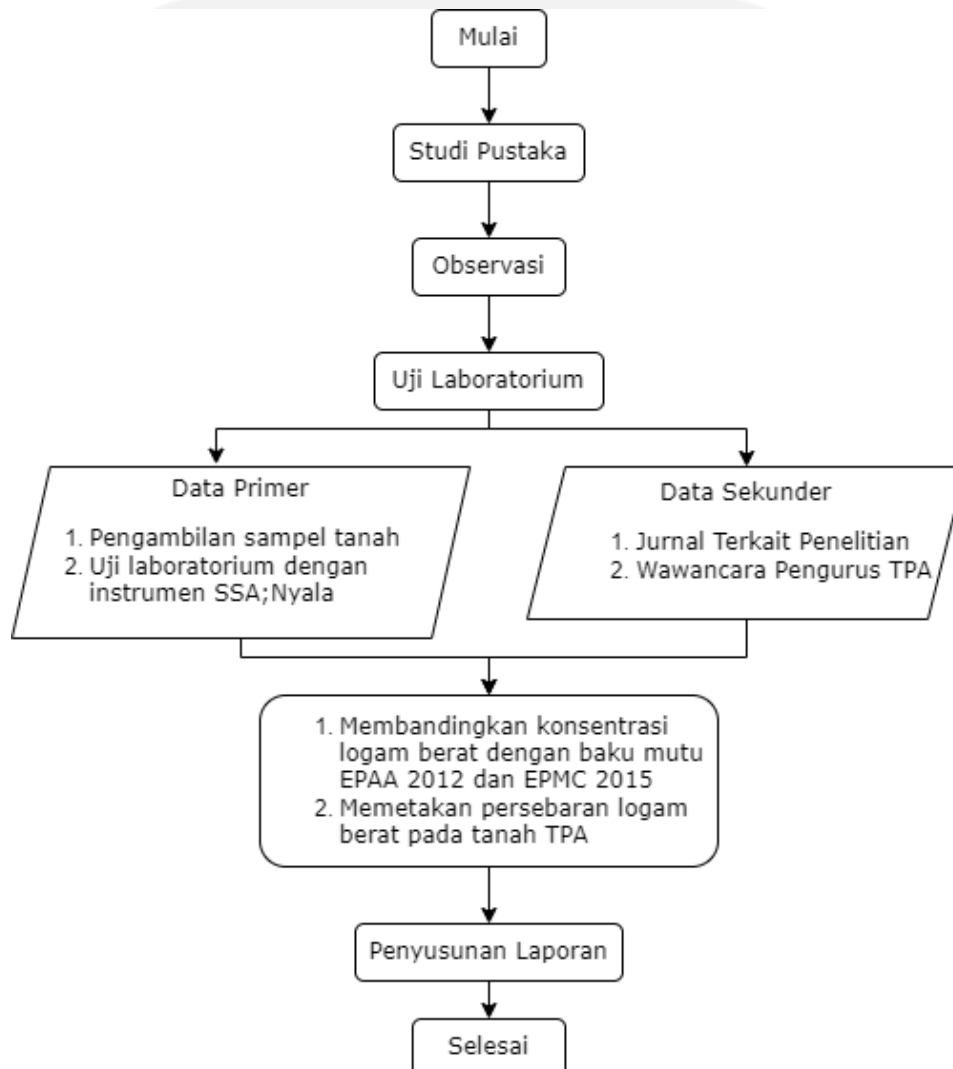
“halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian yang akan dilaksanakan:



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada tanah TPA Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, lokasi penelitian masuk kedalam wilayah administrasi Kabupaten Bantul. TPA Piyungan saat ini dikelola oleh Provinsi Daerah Istimewah Yogyakarta. Analisis logam berat pada tanah dilakukan di

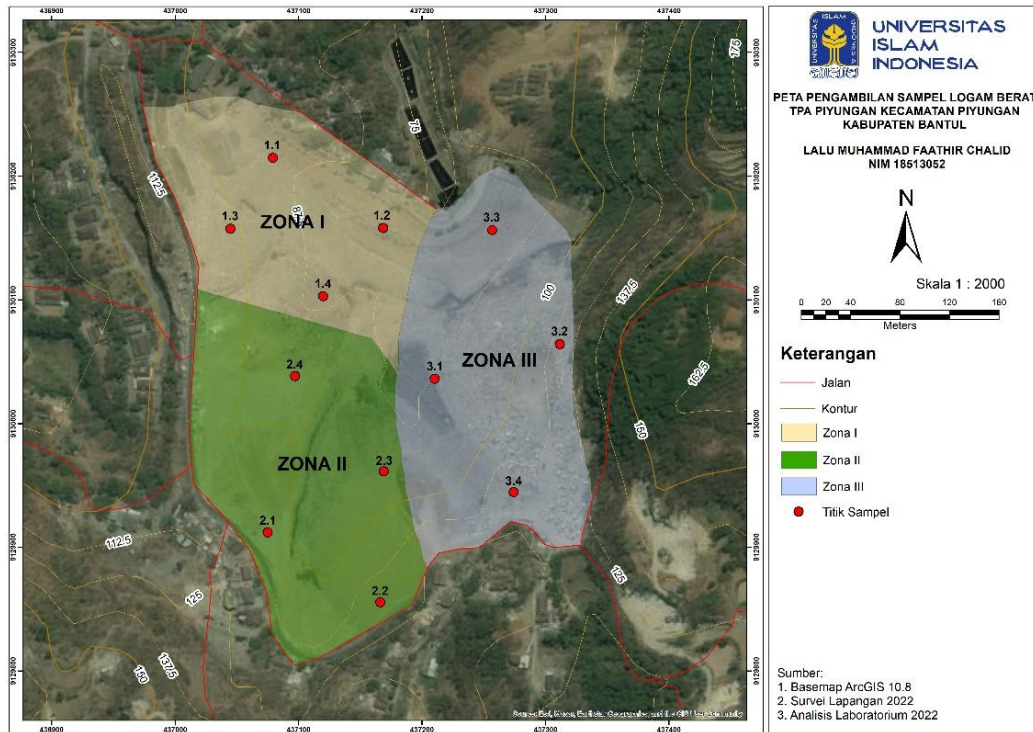
Laboratorium Kualitas Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Proses pengambilan sampel tanah dilakukan pada bulan Juli 2022, kemudian pengujian sampel penelitian dilakukan pada bulan Juli 2022.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diambil dari pengamatan fisik langsung dilapangan. Sedangkan data sekunder diambil dari jurnal, buku dan lembaga-lembaga terkait penelitian. Selain itu dilakukan pengamatan fisik secara langsung dilapangan. Pengamatan fisik antara lain topografi lokasi penelitian, kondisi tanah di setiap titik sampel dan lokasi pengambilan sampel. Pengujian sampel dilakukan menggunakan metode Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala. Namun langkah yang dilakukan sebelum menggunakan instrumen SSA-Nyala adalah melakukan destruksi secara asam.

3.4 Lokasi Pengambilan Sampel

TPA Piyungan memiliki tiga zona dalam pemuatan sampahnya. Zona I merupakan zona penumpukan sampah pertama sejak dibangunnya TPA Piyungan pada tahun 1995. Sisi selatan zona II dan III merupakan zona penumpukan sampah setelah zona I di istirahatkan. Terdapat 4 titik pengambilan sampel tanah yang diambil pada tiap zona TPA dengan pertimbangan mendapatkan persebaran konsentrasi logam berat pada tanah TPA Piyungan. Berikut adalah Gambar 3.2 peta titik lokasi sampel:



Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian

Titik sampel yang tersebar merata pada tiap zona memiliki perbedaan elevasi dari tiap titik sampelnya. Berikut merupakan tabel elevasi tiap titik sampel tanah:

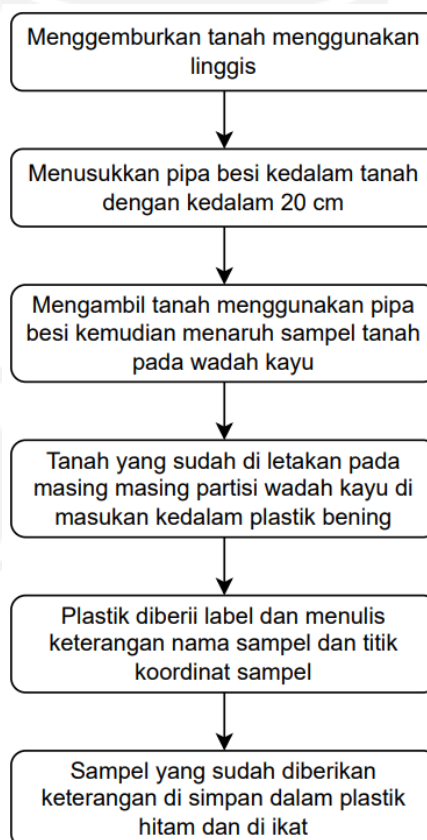
Tabel 3.1 Elevasi Titik Sampel Tanah

No	Titik Sampel	Elevasi (m)
1	Sampel 1.1	100
2	Sampel 1.2	100
3	Sampel 1.3	100
4	Sampel 1.4	100
5	Sampel 2.1	110
6	Sampel 2.2	100
7	Sampel 2.3	130
8	Sampel 2.4	110
9	Sampel 3.1	130
10	Sampel 3.2	110
11	Sampel 3.3	100
12	Sampel 3.4	100

3.5 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan titik sampling tanah mengacu pada Balai Penelitian Tanah, dilakukan dengan metode *Systematic Sampling* pada tiap zona TPA. Terdapat 4 titik sampel disebar secara sistematis pada tiap zona TPA. Metode ini mempertimbangkan lokasi sampel yang luas sehingga dapat mengambil permukaan sampel tanah yang tersebar secara merata.

Sampel tanah diambil dengan cara menggemburkan tangan menggunakan linggis kemudian menusukkan bor tangan pada kedalaman 0 - 20 cm ke dalam tanah. Kemudian sampel tanah diambil dan disimpan menggunakan plastik bening dengan di isi kurang lebih 1 kg tanah. Penyimpanan sampel dilakukan dengan cara memasukan sampel ke dalam plastik hitam dan di ikat. Selanjutnya sampel tanah diberi nama atau label yang berisikan informasi tentang kode lokasi, tanggal pengambilan sampel dan kedalaman pengambilan tanah. Berikut merupakan Gambar 3.3 cara pengambilan sampel tanah:



Gambar 3.3 Tahapan Cara Pengambilan Sampel Tanah

3.6 Metode Analisa Data

3.6.1 Analisis Kandungan Logam Berat

Kandungan logam berat (Cd, Cu dan Pb) dianalisis menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 13-8910-2021) dengan menggunakan instrumen uji Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala. Preparasi sampel tanah dilakukan terlebih dahulu agar dapat dianalisis oleh SSA-Nyala.

3.6.2 Pengukuran Logam Berat

Analisa logam berat dilakukan dengan cara destruksi. Dilakukan destruksi tanah terlebih dahulu agar memutus ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis, senyawa logam di ubah menjadi bentuk logam-logam anorganik atau pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis (Kristianingrum, 2012). Penelitian ini menggunakan destruksi basah yang dimana menggunakan pereaksi asam untuk mendekomposisi sampel.

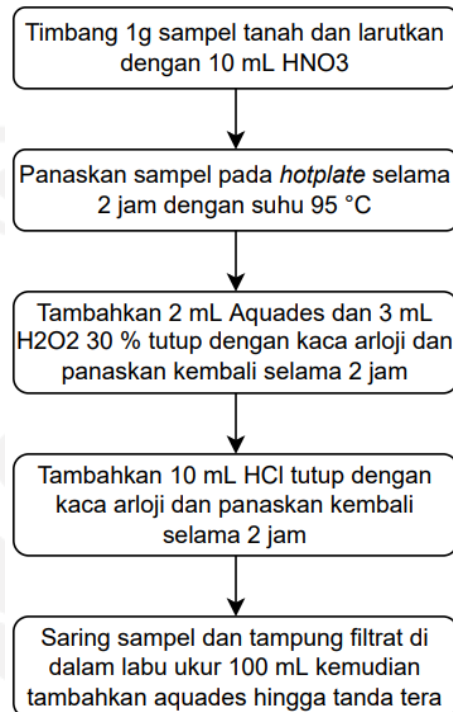
3.6.2.1 Persiapan Contoh Uji

Langkah pertama ialah mengayak sampel tanah dengan ukuran pori-pori 0,149 mm. Berikut merupakan Gambar 3.4 proses pengayakan sampel tanah:



Gambar 3.4 Pengayakan Sampel Tanah

Setelah sampel tanah lolos dari ayakan dengan pori 0,149 mm, selanjutnya melakukan destruksi asam contoh uji pada lemari asam dengan sistem scrubber uap asam dengan langkah sebagai berikut:



Gambar 3.5 Tahapan Destruksi Asam Contoh Uji

Berikut merupakan Gambar 3.6 destruksi asam contoh uji:



Gambar 3.6 Destruksi Asam Sampel

3.6.2.2 Perhitungan Kadar Logam

Setelah mendapatkan konsentrasi logam berat Jika hasil sudah memenuhi maka satuan diubah menjadi mg/kg dengan rumus:

$$\text{Logam berat (mg/kg)} = \frac{(C \text{ (mg/L)} \times V \text{ (L)})}{W \text{ (kg)}}$$

Dimana :

C = konsentrasi SSA-Nyala dalam larutan sampel (mg/L)

V = volume larutan sampel yang diencerkan (mL dikonversi menjadi L)

W = berat kering sampel tanah (gr dikonversi menjadi kg)

3.7 Persebaran Logam Berat Pada Tanah TPA

Menggunakan perangkat lunak pendukung Geographic Information System (GIS) yaitu ArcGIS untuk membuat peta titik, zona dan persebaran. Setelah itu titik koordinat tiap titik sampel dimasukkan ke dalam microsoft excel dan diubah menjadi format Universal Transverse Mercator (UTM) dan disimpan pada microsoft excel dalam bentuk X dan Y lalu simpan dan ekspor ke ArcGIS agar dapat ditampilkan pada peta kemudian data hasil analisis logam berat ditampilkan pada peta dengan memperlihatkan konsentrasi logam berat masing-masing titik sampel. Titik sampel ditandai dengan titik dan zona ditandai dengan wilayah atau *polyline*.



"halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Kondisi Eksisting Lokasi Penelitian

TPA Piyungan berlokasi di Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul. TPA Piyungan di bangun pada tahun 1994 dan beroperasi pada tahun 1996 yang dikelola oleh Pemerintah Daerah DIY, namun mulai tahun 2019 dikelola oleh Balai Pengelolaan Sampah, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan DIY. TPA Piyungan memiliki luas Wilayah sebesar 16 ha (DLHK, 2022). Berikut adalah foto kondisi eksisting TPA Piyungan:



Gambar 4.1 Kondisi Eksisting TPA Piyungan

Terdapat tiga zona penumpukan sampah pada TPA Piyungan. Pada zona satu dan sisi utara zona dua dan tiga merupakan zona penimbunan sampah pertama sejak dibangunnya TPA Piyungan pada Tahun 1996, kondisi tanah pada wilayah ini berwarna coklat kehitam-hitaman dengan tekstur yang gembur. Sisi selatan pada zona dua dan tiga merupakan zona penimbunan sampah yang berlangsung hingga sekarang setelah sisi utara wilayah TPA Piyungan diistirahatkan, kondisi tanah pada wilayah ini berwarna coklat kemerah-merahan dengan tekstur yang lengket/liat jika terkena air.

Sampah-sampah pada TPA Piyungan berasal dari tiga wilayah yaitu Kota Yogyakarta, Kabupaten Bantul dan Kabupaten Sleman. TPA Piyungan dapat menampung sampah sebesar 550 ton per harinya. Sistem pengukuran massa sampah pada TPA Piyungan menggunakan jembatan timbang yang terintegrasi oleh *software* untuk pengolahan data setiap harinya selama jam operasional berlangsung yaitu pukul 07.00-17.00 WIB (Musyafiq A, 2019).

Pengelolaan sampah di TPA Piyungan menggunakan sistem sanitary landfill. Sistem sanitary landfill dilakukan dengan meratakan dan memadatkan sampah yang dibuang, kemudian pada akhir jam operasi ditimbun dengan tanah di atasnya, sehingga setelah jam operasi berakhir timbunan sampah tidak terlihat (Susanti *et al.*, 2016). Sistem sanitary landfill juga dilengkapi dengan pipa perforasi yang berada pada liner dasar TPA yang berguna untuk mengalirkan air lindi yang merambat melalui tanah timbunan menuju IPAL TPA.

Sistem sanitary landfill memiliki kelebihan dalam sistem penimbunannya yaitu dapat mengontrol pencemaran tanah, air dan udara karena sampah dipadatkan lalu ditimbun kembali dengan tanah urug. Namun sayangnya pada TPA Piyungan, sampah yang telah ditimbun tidak selalu dipadatkan dan ditimbun setiap harinya sehingga berpotensi terjadinya pencemaran tanah, air dan udara. Timbunan sampah yang tidak cepat dipadatkan dan ditimbun kembali juga berpotensi terkena air hujan yang dapat menyebabkan sampah bercampur dengan air hujan sehingga menghasilkan rembesan air lindi yang juga mencemari lapisan luar tanah.

4.2 Analisis Logam Berat Pada Tanah

Kontaminasi kandungan logam berat masuk ke dalam tanah diakselerasi oleh adanya aktivitas modernisasi pada masyarakat seperti industrialisasi, perkembangan laju penduduk dan laju pertumbuhan agrikultur yang intensif (He *et al.*, 2015). Logam berat terabsorpsi masuk ke dalam tanah melalui penumpukan sampah secara terus menerus yang dibuang langsung ke tanah (Sudarwin, 2008). Pencemaran logam berat pada tanah TPA Piyungan sangat mungkin terjadi karena laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat di Provinsi Daerah Istimewa

Yogyakarta. Timbunan sampah yang menggunung di TPA Piyungan tidak ditutup oleh lapisan yang kedap air sehingga ketika terjadi hujan air lindi pada timbunan sampah merembes masuk ke dalam tanah di sekitaran timbunan sampah. Banyak dari jenis logam berat bersifat beracun, karsinogenik dan mutagenik walaupun dalam konsentrasi yang rendah (Kumar dan Bharadvaja (2020)).

Pengambilan sampel tanah menggunakan linggis sebagai penggembur tanah kemudian bor tangan dimasukkan langsung ke dalam tanah lalu menaruh tanah ke dalam sebuah wadah kayu. Penggunaan bor tangan dalam mengambil sampel tanah ialah agar memudahkan pengambilan sampel tanah yang telah digemburkan oleh linggis serta dapat memperkirakan kedalaman pengambilan tanah. Sampel tanah diambil dalam kedalaman 20 cm. Berikut merupakan Gambar 4.2 foto pengambilan sampel:



Gambar 4.2 Foto Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilaksanakan pada tanggal 25 dan 26 Juli 2022. Konsentrasi logam berat yang didapat menggunakan instrumen SSA-Nyala kemudian dibandingkan dengan menggunakan baku mutu internasional analisis logam berat Cd, Cu dan Pb yaitu *Environment Protection Authority of Australia* (EPAA) 2012. Baku mutu EPAA 2012 merupakan *Quality Standard* dari Negara Australia untuk klasifikasi dan pengelolaan tanah yang terkontaminasi untuk dibuang, kondisi tanah yang terkontaminasi pada TPA Piyungan masuk ke dalam klasifikasi *quality standard* tersebut.

4.2.1 Hasil dan Analisis Logam Kadmium (Cd)

Logam kadmium (Cd) sering kita jumpai dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Prinsip utama logam kadmium (Cd) banyak digunakan sebagai bahan stabilisasi oleh industri tekstil, bahan pewarna dalam industri plastik dan sebagai bahan utama pada industri *elektroplating*. Sebagian penggunaan logam Cd juga digunakan untuk solder dan sebagian kecilnya digunakan dalam industri-industri kecil seperti pada proses pengolahan roti, pengolahan minuman, dan lain-lain, meskipun senyawa-senyawa pada penggunaannya dengan konsentrasi yang sangat rendah (Cobb, 2008). Hasil uji kandungan logam berat Cd pada tanah TPA Piyungan dapat dilihat pada Tabel 4.1 untuk menunjukkan hasil minimum, maksimum dan rata-rata dari nilai yang didapatkan:

Tabel 4.1 Konsentrasi Logam Cd pada Tanah TPA Piyungan

No	Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi (mg/kg)
1	Sampel 1.1	0,033	3,24
2	Sampel 1.2	0,039	3,73
3	Sampel 1.3	0,038	3,74
4	Sampel 1.4	0,041	4,07
5	Sampel 2.1	0,059	5,80
6	Sampel 2.2	0,048	4,82
7	Sampel 2.3	0,036	3,57
8	Sampel 2.4	0,041	4,03
9	Sampel 3.1	0,039	3,84
10	Sampel 3.2	0,038	3,81
11	Sampel 3.3	0,047	4,64
12	Sampel 3.4	0,052	5,20
EPAA, 2012 (mg/kg)			3

Dapat dilihat pada Tabel 4.1 bahwa kandungan logam Cd pada semua sampel tanah TPA Piyungan telah melebihi baku mutu *Environment Protection Authority of Australia* (EPAA) tahun 2012 sebesar 3 mg/kg. Diketahui konsentrasi logam Cd terbesar terdapat pada sampel 2.1 sebesar 5,80 mg/kg dan konsentrasi logam Cd terkecil terdapat pada sampel 1.1 sebesar 3,24 mg/kg.

Hasil penelitian sebelumnya mengenai pencemaran tanah oleh logam berat Cd telah dilakukan oleh Setyoningrum *et al.*, (2014) di mana hasil penelitiannya menunjukkan adanya kandungan logam berat Cd pada tanah TPA Piyungan, dengan konsentrasi yang bervariasi mulai dari 0,11 mg/kg sampai dengan 0,47 mg/kg. Hal ini menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi logam Cd pada tanah TPA Piyungan tahun 2022. Efektifitas serapan pH pada tanah berperan dalam mempengaruhi mobilitas logam berat dalam tanah (Lian *et al.*, 2014).

Konsentrasi logam berat Cd yang terakumulasi bersumber dari sampah tekstil. Menurut Hijrah (2017), terdapat 12,5% persentase sampah tekstil pada kedalaman satu meter pengeboran tanah di TPA Piyungan, dari penelitian ini membuktikan bahwa sampah tekstil terdegradasi oleh mikroorganisme dalam tanah. Berbagai macam sampah tekstil pada tumpukan sampah TPA Piyungan berupa baju dan celana bekas, boneka berbahan kain, dan juga aksesoris berupa gantungan kunci berbahan kain perca. Logam berat dalam tanah mempengaruhi laju proses respirasi, metabolisme dan aktivitas mikroorganisme tanah (Njoku *et al.*, 2020).

Pada sampah tekstil, unsur yang berpotensi mencemari lingkungan ialah zat pewarna yang terkandung. Zat pewarna yang terkandung pada benang sampah tekstil terdegradasi ke dalam tanah kemudian mengganggu transmisi cahaya dan menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut dalam air, pH menjadi asam serta gangguan lainnya. Hasil degradasi zat pewarna pada sampah tekstil bercampur dengan unsur organik yang terdapat pada sampah organik sehingga mikroorganisme aerobik mendekomposisi menjadi unsur yang lebih sederhana berupa metana (CH₄) menjadi karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O) berupa air lindi yang mengandung senyawa organik, logam berat dan senyawa anorganik lainnya (Sutrisno, 2014). Proses sekresi oleh aktivitas metabolisme mikroba dapat melarutkan logam berat dan partikel tanah yang mengandung logam berat. Proses presipitasi dan bioabsorpsi merupakan transformasi yang digunakan oleh mikroba untuk mendegradasi

logam berat menjadi lebih stabil dan tidak termobilisasi (Kumar dan Bharadvaja (2020).

Salah satu upaya dalam mengurangi kandungan logam Cd pada tanah TPA Piyungan ialah dengan fitoremediasi menggunakan tanaman akar wangi. Tanaman akar wangi memiliki sistem perakaran yang tebal, toleran terhadap kekeringan serta dapat tumbuh dengan cepat (Pinnars dan Elise, 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Patandangan (2014), tanaman akar wangi (*Vetiver zizanioides*) dapat menyerap kandungan Cd hingga 0,298 mg/Kg. Logam Cd mampu menguap ke atmosfer dan terserap dari dalam tanah oleh tanaman akar wangi kemudian ditransformasikan dan dikeluarkan dalam bentuk uap cair ke atmosfer yang selanjutnya diserap oleh daun, proses ini disebut fitovolatilisasi. Tanaman akar wangi dapat menjadi solusi dalam mengurangi pencemaran kandungan Cd pada tanah TPA Piyungan.

4.2.2 Hasil dan Analisis Logam Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) masuk ke dalam lingkungan dari berbagai macam sumber. Menurut Widowati (2008), logam tembaga (Cu) terdapat pada sampah non-domestik seperti baterai, kabel, kertas, dan lain-lain. Hasil uji kandungan logam berat Cu pada tanah TPA Piyungan dapat dilihat pada Tabel 4.2 untuk menunjukkan hasil minimum, maksimum dan rata-rata dari nilai yang didapatkan:

Tabel 4.2 Konsentrasi Logam Cu pada Tanah TPA Piyungan

No	Sampel Tanah	Konsentrasi (Ug/mL)	Konsentrasi (mg/kg)
1	Sampel 1.1	0,251	24,97
2	Sampel 1.2	0,380	36,71
3	Sampel 1.3	0,255	24,94
4	Sampel 1.4	0,335	33,28
5	Sampel 2.1	0,292	28,95
6	Sampel 2.2	0,416	41,43
7	Sampel 2.3	0,182	17,84
8	Sampel 2.4	0,423	41,94
9	Sampel 3.1	0,204	20,31
10	Sampel 3.2	0,298	29,70

No	Sampel Tanah	Konsentrasi (Ug/mL)	Konsentrasi (mg/kg)
11	Sampel 3.3	0,619	61,70
12	Sampel 3.4	0,253	25,27
EPAA, 2012 (mg/kg)			100

Dapat dilihat pada Tabel 4.2 bahwa semua sampel tanah memiliki konsentrasi logam Cu tidak melebihi baku mutu EPAA tahun 2012. Sampel 3.3 merupakan sampel dengan konsentrasi logam Cu terbesar yaitu 61,70 mg/kg dan sampel 2.3 memiliki konsentrasi logam Cu terkecil yaitu 17,84 mg/kg.

Hasil penelitian sebelumnya mengenai pencemaran tanah oleh logam berat Cu telah dilakukan oleh Muyassar dan Budianta (2021) di mana hasil penelitiannya menunjukkan adanya kandungan logam berat Cu pada tanah di sekitar TPA Piyungan, dengan konsentrasi yang bervariasi mulai 0,2 mg/kg sampai dengan 3,5 mg/kg. Konsentrasi logam Cu yang bervariasi ini disebabkan oleh sampah logam yang dibuang langsung. Jalur pergerakan (migrasi) pencemar logam Cu melalui lapisan tanah, akan dipercepat dengan adanya infiltrasi air hujan yang tinggi yang membuat sifat logam berat menjadi lebih termobilisasi (Setyoningrum *et al.*, 2014).

Konsentrasi logam berat Cu yang terakumulasi bersumber dari sampah logam. Berbagai macam-macam sampah logam yang berada pada TPA Piyungan seperti baterai kering, peralatan-peralatan elektronik, kabel, kaleng, dan sampah *elektroplating* lainnya. Menurut Hijrah (2017), terdapat 1,24% sampah logam pada kedalaman satu meter pengeboran tanah di TPA Piyungan. Hal ini membuktikan keberadaan sampah logam mengalami degradasi pada tanah TPA Piyungan.

Diketahui sampah logam membutuhkan waktu 50 hingga 200 tahun untuk terdekomposisi (Pongrácz, 2007). Terdapat sekitar 10% logam Cu yang tereduksi didapat dari aktivitas oksidasi mikroba rizosfer. Hanya beberapa logam Cu kuat dalam kondisi oksidasi limbah padat yang ikut larut kedalam lingkungan (Esakku, 2005). Proses dekomposisi sampah logam dimulai

dengan bercampurnya sampah logam dengan sampah organik yang membuat mikroorganisme dibantu oleh oksigen mengurai unsur-unsur hara pada sampah logam dan menghasilkan sebuah cairan lindi. Kemudian setelah kadar oksigen habis, proses dekomposisi dilakukan oleh mikroorganisme dalam tanah secara anaerobik yang menghasilkan pH menjadi asam, metan, karbondioksida, air lindi, asam organik, nitrogen, amoniak, tembaga, dan lain-lainnya (Sopha, 2006). Mikroorganisme tanah juga dapat menahan toksisitas dari logam berat dengan mengubah logam berat menjadi unsur yang lebih sederhana dan mendegradasi logam pada permukaan sel atau polimer intraseluler dengan pengendapan atau biometilasi (Babich dan Stotzky, 1985; Doelman, 1986).

Metode fitoremediasi merupakan salah satu upaya untuk mengurangi kandungan logam berat Cu. Fitoremediasi memanfaatkan tanaman dan bagian-bagiannya untuk mengurangi pencemaran lingkungan, metode ini banyak digunakan untuk limbah organik maupun limbah anorganik. Akar dari tanaman dapat berfungsi sebagai penyerap unsur hara pada tanah sehingga dapat menyerap kandungan logam berat yang berada dalam tanah (Rismawati, 2012). Salah satu tanaman yang digunakan dalam fitoremediasi adalah tanaman dedalu. Menurut Verweke (2003), tumbuhan dedalu mampu terakumulasi logam Cu dengan rata-rata sebesar 20-30 mg/kg. Oleh karena itu tanaman dedalu dapat dijadikan salah satu solusi dalam upaya pengurangan kandungan logam Cu dalam tanah TPA Piyungan.

4.2.3 Hasil dan Analisis Logam Timbal (Pb)

Timbal (Pb) tergolong ke dalam logam non-esensial. Logam Pb tersebar di seluruh lapisan bumi dengan jumlah 0,0002 % dari jumlah kerak bumi. Penyebaran logam Pb sangat sedikit bila dibandingkan dengan jumlah persebaran logam berat lainnya (Palar, 2008). Logam Pb mudah bergerak di dalam tanah dan juga dapat terikat oleh koloid tanah berupa koloid liat dan organik. Logam timbal sering dijumpai terkonsentrasi pada permukaan tanah dikarenakan ikut terbawa oleh tanaman.

Hasil uji kandungan logam berat Pb pada tanah TPA Piyungan dapat dilihat pada Tabel 4.3 untuk menunjukkan hasil minimum, maksimum dan rata-rata dari nilai yang didapatkan:

Tabel 4.3 Konsentrasi Logam Pb pada Tanah TPA Piyungan

No	Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi (mg/kg)
1	Sampel 1.1	0,288	28,61
2	Sampel 1.2	0,355	35,36
3	Sampel 1.3	0,331	33,03
4	Sampel 1.4	0,310	30,85
5	Sampel 2.1	0,225	22,39
6	Sampel 2.2	0,305	30,45
7	Sampel 2.3	0,279	27,86
8	Sampel 2.4	0,289	93,04
9	Sampel 3.1	0,453	45,19
10	Sampel 3.2	0,400	39,94
11	Sampel 3.3	0,584	58,37
12	Sampel 3.4	0,601	59,99
EPAA, 2012 (mg/kg)			300

Pada Tabel 4.3 semua sampel tanah memiliki konsentrasi logam Pb tidak melebihi baku mutu EPAA tahun 2012. Sampel 2.4 merupakan sampel dengan konsentrasi logam Pb terbesar yaitu 93,54 mg/kg dan sampel 2.1 memiliki konsentrasi logam Pb terkecil yaitu 22,39 mg/kg.

Hasil penelitian sebelumnya mengenai pencemaran tanah oleh logam berat telah dilakukan oleh Fatimah dan Budianta, (2021) di mana hasil penelitiannya menunjukkan adanya kandungan logam berat Pb pada tanah di sekitar TPA Piyungan, dengan konsentrasi yang bervariasi mulai dari 8 mg/kg sampai dengan 12 mg/kg.

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) komposisi sampah kertas TPA Piyungan pada tahun 2021 sebesar 8,56%. Dengan persentase sampah kertas tersebut membuat konsentrasi logam Pb yang terakumulasi bersumber dari sampah kertas bertinta. Menurut Rinanti (2020), bahan kimia sebagai pengikat warna pada tinta akan terserap oleh kertas hingga kertas menjadi sampah. Limbah kertas mempunyai bahan

baku utama berupa kayu yang mengandung komponen organik berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin. Proses penguraian komponen organik pada limbah kertas bertinta dapat menggunakan kelompok bakteri selulolitik (Kurniahu *et al.*, 2022). Secara alami kelompok bakteri selulolitik dapat ditemukan di alam seperti pada rumen hewan ruminansia dan pada daerah sekitar perakaran tumbuhan (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria* atau PGPR) (Ariyani *et al.*, 2021). Menurut Fahrudin *et al.*, (2019) pencemaran logam Pb bersifat toksik bagi beberapa kelompok bakteri, toksisitas logam Pb pada bakteri terlihat pada terhambatnya pertumbuhan koloni dan kematian pada kelompok bakteri. Hal ini yang membuat proses degradasi sampah anorganik berlangsung sangat lama.

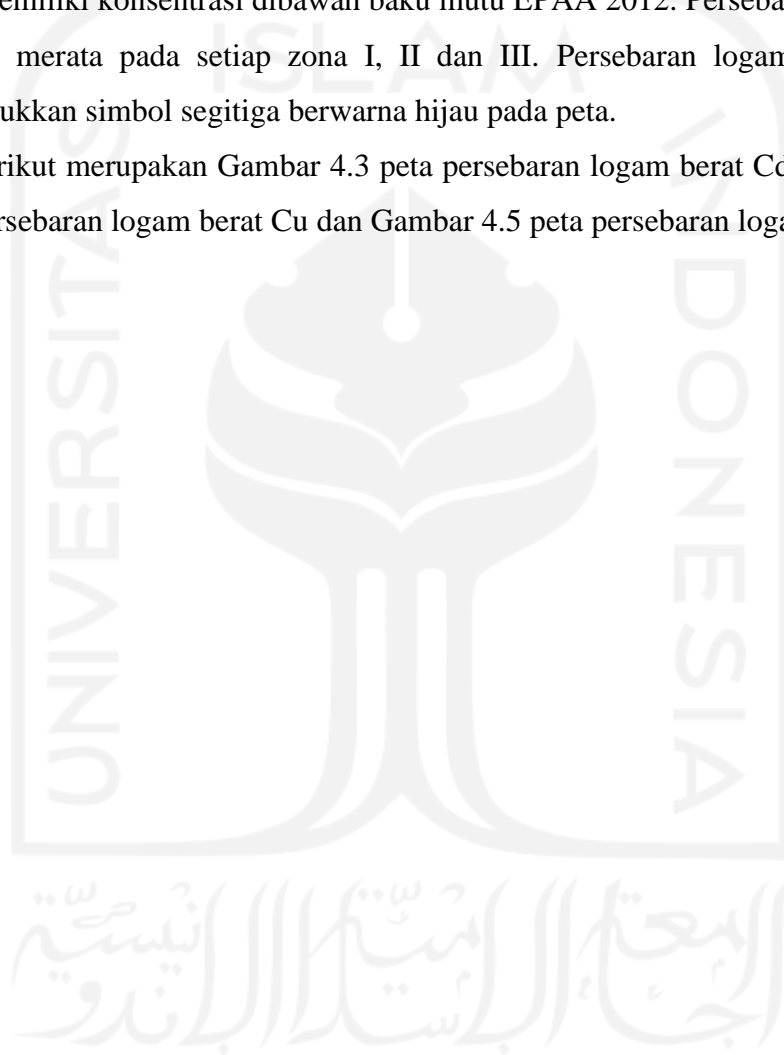
Salah satu cara meremediasi logam Pb pada tanah adalah dengan metode fitoremediasi yang menggunakan tanaman sebagai hiperakumulator (Ali *et al.*, 2013). Fitoremediasi merupakan metode remediasi yang menggunakan tanaman sebagai penyerap, pendegradasi serta mobilisasi bahan pencemar logam berat (Cristaldi *et al.*, 2017). Berbagai macam tanaman hiperakumulator yang ada di Indonesia ialah tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcas*) dan bayam (*Amaranthus Spinousus L*), kedua tanaman ini sudah banyak diteliti dan memiliki potensi yang baik dalam fitoremediasi tanah tercemar logam Pb (Chang *et al.*, 2014). Logam berat pada umumnya akan berada dalam kondisi yang lebih mobile pada pH yang rendah di mana dalam keadaan mobilitas yang tinggi, akan semakin mudah terserap oleh tanaman hiperakumulator (Fatimah dan Budianta, 2021).

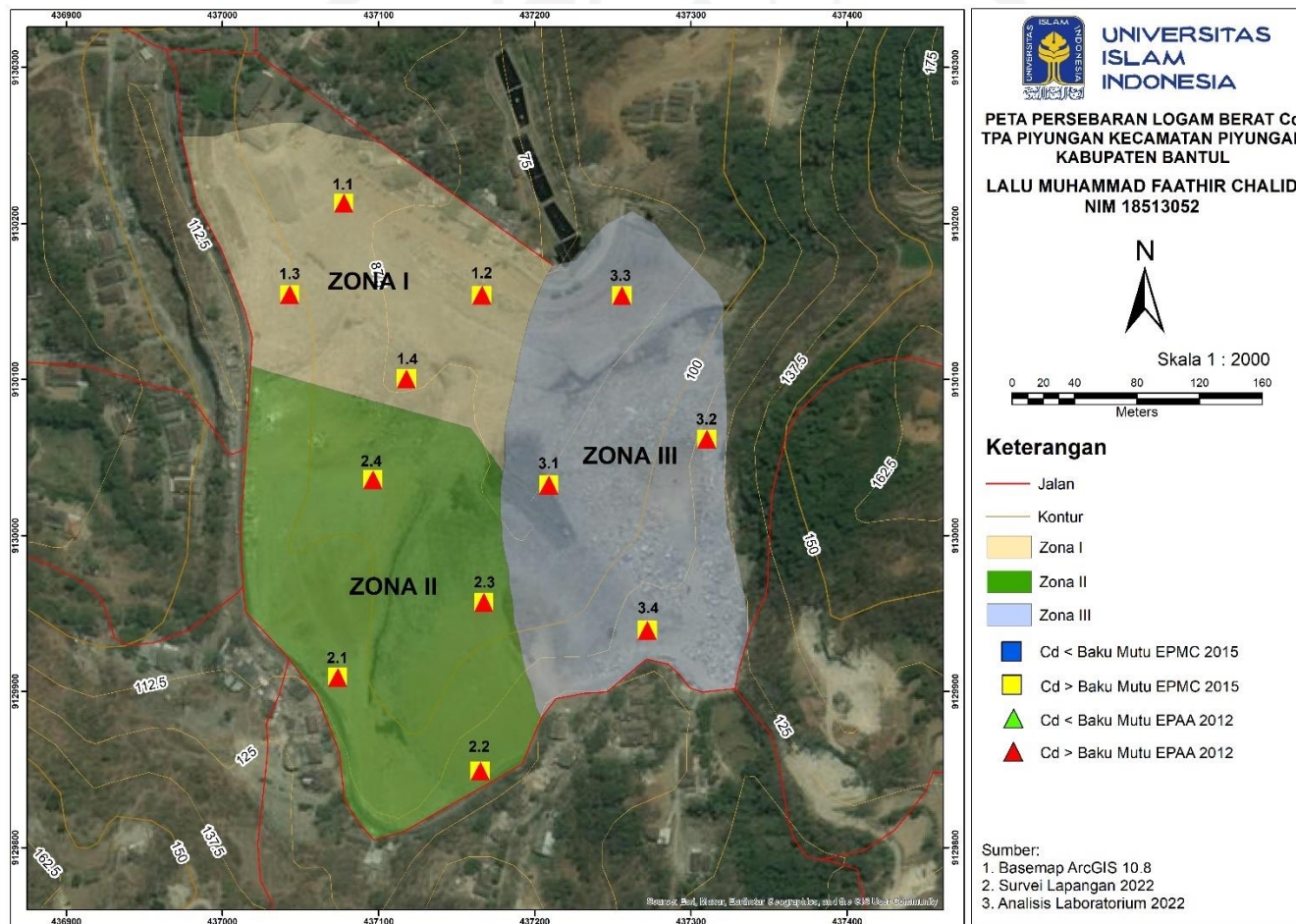
4.3 Persebaran Logam Berat

Persebaran logam berat ditunjukkan dalam Gambar 4.3, Gambar 4.4 dan Gambar 4.5, dapat dilihat pada keterangan gambar bahwa simbol segitiga berwarna hijau menunjukkan konsentrasi logam berat tidak melebihi baku mutu EPAA 2012 sedangkan simbol segitiga berwarna merah menunjukkan konsentrasi logam berat melebihi baku mutu EPAA 2012.

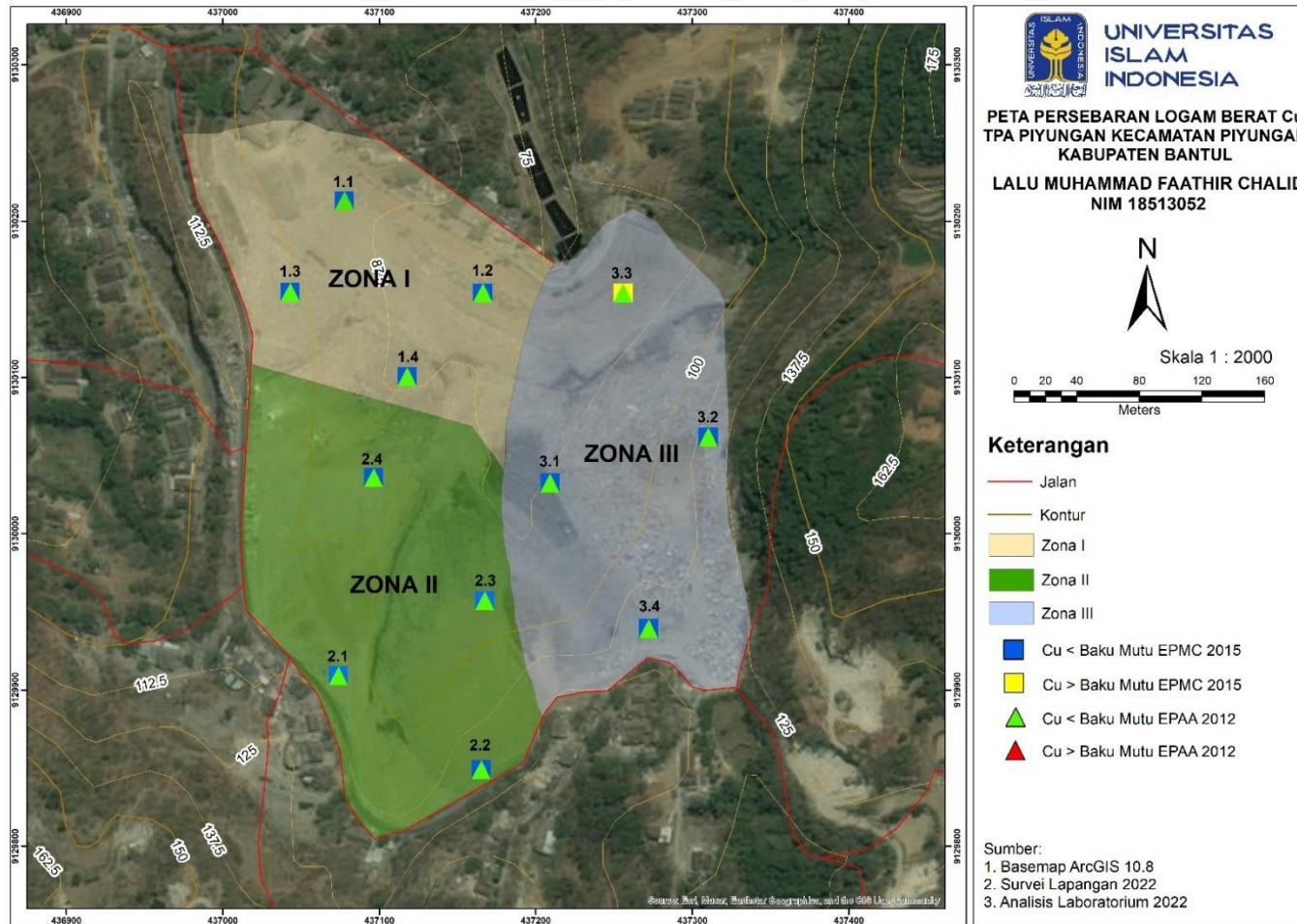
Terlihat pada Gambar 4.3 bahwa persebaran logam Cd pada tanah TPA Piyungan memiliki konsentrasi diatas baku mutu EPAA 2012. Persebaran logam Cd merata pada setiap zona I, II dan III. Persebaran logam Cd menunjukkan simbol segitiga yang berwarna merah karena melebihi baku mutu EPAA 2012. Pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 menunjukkan persebaran dari logam Cu dan Pb yang memiliki konsentrasi dibawah baku mutu EPAA 2012. Persebaran logam Cu dan Pb merata pada setiap zona I, II dan III. Persebaran logam Cu dan Pb menunjukkan simbol segitiga berwarna hijau pada peta.

Berikut merupakan Gambar 4.3 peta persebaran logam berat Cd, Gambar 4.4 peta persebaran logam berat Cu dan Gambar 4.5 peta persebaran logam berat Pb:

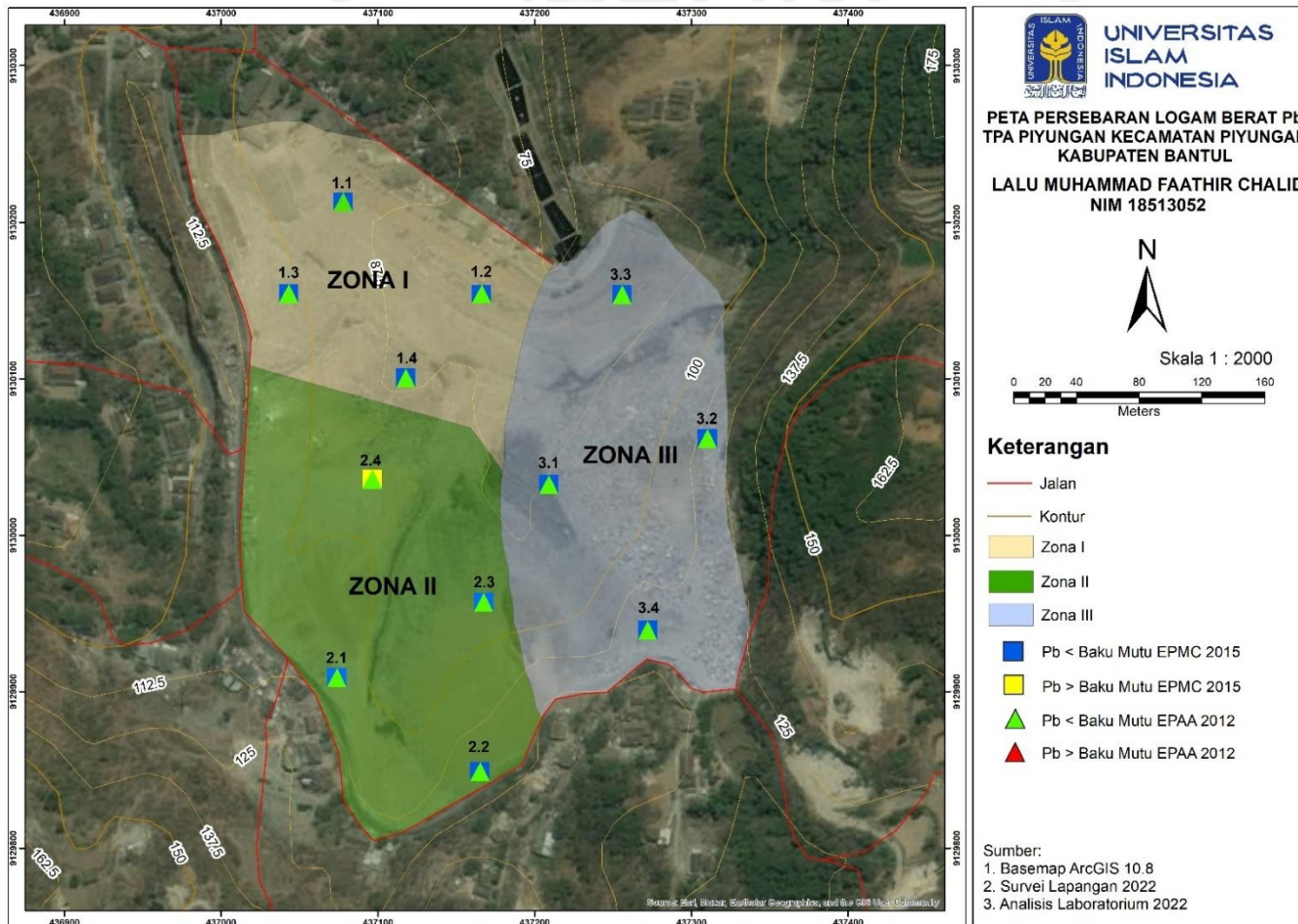




Gambar 4.3 Peta Persebaran Logam Berat Cd Pada Tanah TPA Piyungan



Gambar 4.4 Peta Persebaran Logam Berat Cu Pada Tanah TPA Piyungan



Gambar 4.5 Peta Persebaran Logam Berat Pb Pada Tanah TPA Piyungan



"halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian logam berat Cd, Cu dan Pb pada tanah TPA Piyungan didapatkan hasil analisis logam berat pada tanah menggunakan instrumen Spektrometer Serapan Atom Nyala (SSA-Nyala) dengan Cd terbesar = 5,80 mg/kg dan terkecil = 3,24 mg/kg; Cu terbesar = 61,70 mg/kg dan terkecil = 17,84 mg/kg; Pb terbesar = 93,54 mg/kg dan terkecil = 22,39 mg/kg. Diketahui logam berat Cd melebihi baku mutu EPAA 2012 dengan persebaran yang merata, sedangkan persebaran logam berat Cu dan Pb memiliki konsentrasi rata-rata di bawah baku mutu EPAA tahun 2012.

5.2 Saran

- 1) Pada TPA Piyungan dibutuhkan bioremediasi menggunakan jenis tanaman yg memiliki kemampuan hiperakumulator untuk mengurangi kandungan logam berat pada tanah.
- 2) Perlu dilakukan uji kandungan logam berat berdasarkan stratifikasi kedalaman tanah.



"halaman ini sengaja dikosongkan"

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. 2019. ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT DI DALAM TANAH TPA GUNUNG TUGEL BANYUMAS (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. 2013. *Phytoremediation of heavy metals concepts and applications*. *Chemosphere*, 91(7), 869-881.
- Alloway, B. J. 1995. *Heavy Metals in Soils. Blackie Academic and Professional, London, UK, 2nd edition*.
- Amin, M., Kalasey, J. K. P., & Utara, K. M. 2021. Polusi Tanah dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia Soil Pollution and Its Impact on Human Health. *Jurnal Sumberdaya Lahan Vol*, 15(1), 36-45.
- Ariyani, M. D., Dewi, T. K., Pujiyanto, S., & Suprihadi, A. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria dari Perakaran Kelapa Sawit pada Lahan Gambut. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 23(2), 159–171.
- Babich, H., Stotzky, G., 1985. Heavy metal toxicity to microbe-mediated ecological processes: a review and potential application to regulatory policies. *Environmental Research* 36, 111-137
- Chang, F. C., Ko, C. H., Tsai, M. J., Wang, Y. N., & Chung, C. Y. (2014). Phytoremediation of heavy metal contaminated soil by *Jatropha curcas*. *Ecotoxicology*, 23(10), 1969-1978.
- Cobb, A. B. 2008. Cadmium. New York: Marshall Cavendish Benchmark.
- Cristaldi, A., Conti, G. O., Jho, E. H., Zuccarello, P., Grasso, A., Copat, C., & Ferrante, M. (2017). Phytoremediation of contaminated soils by heavy metals and PAHs. A brief review. *Environmental Technology & Innovation*, 8, 309-326.
- Damanhuri, E., & Padi, T. 2019. *Pengelolaan Sampah Terpadu*. ITB Press.
- Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*, UI Press, Jakarta.

- Doelman, P., 1986. Resistance of soil microbial communities to heavy metals. In: Jensen, V., Kjoller, A., Sorensen, C.H. (Eds.), *Microbial Communities in Soil*. Elsevier Applied Science Publishers, London, UK, pp. 369-398.
- Esakku, S., Selvam, A., Joseph, K., & Palanivelu, K. 2005. Assessment of heavy metal species in decomposed municipal solid waste. *Chemical Speciation & Bioavailability*, 17(3), 95-102.
- Fagbenro, O. K. 2016. *Leachate pollution and impact to environment. In Control and treatment of landfill leachate for sanitary waste disposal* (pp. 173-199). IGI Global.
- Fahrudin, F., Haedar, N. H. N., Santoso, S., & Wahyuni, S. 2019. Uji Kemampuan Tumbuh Isolat Bakteri dari Air dan Sedimen Sungai Tallo terhadap Logam Timbal (Pb). *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 10(2), 58-64.
- Fatimah, K. E. P. S. S., & Budianta, W. 2021. FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR Pb DAN Zn DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SAMPAH PIYUNGAN, YOGYAKARTA. *KURVATEK*, 6(1), 23-30.
- Fatimawali, Kepel, B., & Tallei, T. E. 2017. *Overproduction of mercuric reductase proteine xpressed by synthetic merAgene and reduction of inorganic mercury HgCl2*. *Bioscience Research*, 14(4), 1253-1260.
- Godt, J. W., Baum, R. L., & Lu, N. 2009. *Landsliding in partially saturated materials*. *Geophysical Research Letters*, 36(2), 1-5.
- He, Z., Shentu, J., Yang, X., Baligar, V. C., Zhang, T., & Stoffella, P. J. 2015. Heavy metal contamination of soils: sources, indicators and assessment.
- Karamina, H., Murti, A. T., & Mudjoko, T. 2018. Analisis kandungan logam berat aluminium (Al), dan timbal (Pb) pada buah jambu biji varietas kristal (*Psidium guajava* L.) dan tanah di desa Bumiaji, kota Batu. *Kultivasi*, 17(3), 744-749.
- Kumar, L., & Bharadvaja, N. 2020. Microbial remediation of heavy metals. In *Microbial bioremediation & biodegradation* (pp. 49-72). Springer, Singapore.
- Kurniahu, H., Sriwulan, S., Rahmawati, A., & Andriani, R. 2022. Elements Content in Inked Paper and Vegetable Waste Mixture Compost Using Rumén Liquor Bioactivator. *Jurnal Biota*, 8(1), 19-24.

- Lian, M. H., SUN, L., HU, X., & Tang, J. X. 2014. Effect of soil pH on phytoremediation of *Sedum alfredii* Hance in Cd and Zn contaminated soil. *Chinese Journal of Ecology*, 33(11), 3068-3074.
- Lisa, N. 2013. Profil Penyebaran Logam Berat Di Sekitar TPA Pakusari Jember.
- Malkoc, E., Hazard, J., dan Mater. 2007. *Removal of Cromium (Cr) from Wastewater*. pp142-219. *Arabian Journal*.
- Mendoza, M. B., Ngilangil, L. E., & Vilar, D. A. 2017. *Groundwater and leachate quality assessment in Balaoan sanitary landfill in La Union, Northern Philippines*. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 247-252.
- Mengel, K and Kirkby. 1987. *Principle of Plant Nutrition. 4 th Edition. International Potash Institute*. Bern
- Mulyani, M, Kartasapoetra, A.G, dan Sastroatmodjo, S. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Musyafiq, A. A. 2019. Pemilihan Teknologi PLTSa di Kota Yogyakarta (Studi Kasus: TPA Piyungan Yogyakarta). *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 8(2).
- Muyassar, M., & Budianta, W. 2021. PENCEMARAN LOGAM BERAT PADA TANAH DI SEKITAR TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SAMPAH PIYUNGAN, BANTUL, YOGYAKARTA. *KURVATEK*, 6(1), 11-22.
- Njoku, K. L., Akinyede, O. R., & Obidi, O. F. 2020. Microbial remediation of heavy metals contaminated media by *Bacillus megaterium* and *Rhizopus stolonifer*. *Scientific African*.
- Palar, H. 2008. *Heavy Metal Pollution and Toxicology*. Jakarta: PT. Rineka Cipta Jakarta.
- Patandungan, A. (2014). *Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (Vetiver zizanioides) Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) Pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar)*.
- Pinners, Elise. 2011. "Penerapan Sistem vetiver Ramah Lingkungan" Indonesian Vetiver Network.

- Pongrácz, Eva. 2007. The Environmental Impacts of Packaging. Environmentally Conscious Materials and Chemicals Processing. 237 - 278.
- Purbalisa, W., & Dewi, T. 2019. Remediasi tanah tercemar kobalt (Co) menggunakan bioremediator dan amelioran. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 6(2), 1237-1242.
- Purwanti, I. F., Kurniawan, S. B., & Imron, M. F. 2019. *Potential of Pseudomonas aeruginosa isolated from aluminium-contaminated site in aluminium removal and recovery from wastewater. Environmental Technology & Innovation*, 15, 100422.
- Putra, H. P., Damanhuri, E., & Marzuko, A. 2017. *Landfill Mining Prospect in Indonesia. In Proceeding of 3rd Symposium of the Asian Regional Branch of International Waste Working Group.*
- Rahadi, B. dan N. L. 2012. Penentuan Kualitas Ait Tanah Dangkal dan Arahan Pengolahan (Studi Kasus Kabupaten Sumenep). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(2), 97-104.
- Ramadhan, F., DR, F. P., Firizqy, F., & Adji, T. N. 2019. Pendugaan Distribusi Air Lindi dengan Geolistrik Metode ERT di TPA Piyungan, Bantul, DIY. *Majalah Geografi Indonesia*, 33(1), 1-8.
- Rinanti, A. L. 2020. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Gorengan Berdasarkan Kemasan Kertas dan Waktu Kontak. Diponegoro University. <http://eprints.undip.ac.id>.
- Rismawati, SE. 2012. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Zn Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Rosyidah, M. 2018. Analisis Pencemaran Air Sungai Musi Akibat Aktivitas Industri (Studi Kasus Kecamatan Kertapati Palembang). *Jurnal Redoks*, 3(1), 21-32
- Sarah W. 2019. Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Fe) Pada Tanah di Rawapening Kabupaten Semarang Jawa Tengah.
- Setyoningrum, H. M., Hadisusanto, S., & Yuniyanto, T. 2014. Kandungan Kadmium (Cd) Pada Tanah Dan Cacing Tanah Di Tpas Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(2), 149-155.

- Sophan, A. 2006. Efektifitas Anaerobik Horizontal Roughing Filter dalam Menurunkan Kadar COD dan TSS pada Lindi Sampah Domestik Studi kasus TPA Piyungan, Bantul Yogyakarta.
- Suci, W. P., Mariwy, A., & Manuhutu, J. B. 2020. Analisis Kadar Merkuri (Hg) Pada Tanaman Padi (*oryza sativa* l.) di Area Persawahan Desa Grandeng Kecamatan Lolong Guba Pulau Buru. *Molluca Journal of Chemistry Education (MJoCE)*, 10(1), 8-18.
- Sudarwin, S. 2008. Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang (Doctoral dissertation, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro).
- Sulistiyono, A. 2012. Analisa Timbulan Logam Berat, (Pb dan Cd) Pada Lindi Berbagai Umur Sampah Perkotaan Dengan Menggunakan Kolom Landfill Paralel.
- Sunarto. 2003. Peranan Dekomposisi dalam Proses Produksi pada Ekosistem Laut. Pengantar Falsafah Sains, Program Pascasarjana/S3 IPB. Bogor.
- Susanti, E.Y., Adhi, S., dan Manar, D.G., 2016. Analisis Faktor Penghambat Penerapan Kebijakan Sanitary Landfill di TPA Jatibarang Semarang sesuai dengan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
- Susiati, H., Susilo, Y. S. B., Hamzah, I., & Fepriadi, F. 2003. Dampak Pencemaran Boron terhadap Biota Perairan Laut. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 5(2).
- Sutrisno, B., Hidayat, A., & Mufrodi, Z. 2014. Modifikasi limbah abu layang menjadi adsorben untuk mengurangi limbah zat warna pada industri tekstil. *Jurnal Chemica*, 1(2), 57-66.
- Tsakiridis, P.E., 2012. *Aluminium Salt Slag Characterization and Utilization – a review. J Hazard Mater.* 217-218, 1-10.
- Vervaeke, P., Luysaert, S., Meers, E., Tack, F.G., Lust, N., 2003. *Phytoremediation prospects of Salix stands on contaminated sediment: a field trial.* *Environ. Pollut.* 126, 275-282.
- Warmada, I. W. dan A. D. Titisari. 2004. Agromineralogi (Mineralogi untuk Ilmu Pertanian. Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Widowati, W, Sastiono, R, dan Jusuf, R. 2008. Efek Toksik Logam (Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran). Yogyakarta: Rineka Cipta

Wiyarsi, A. dan Priyambodo, E. 2009. Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat. Universitas Negeri Yogyakarta, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Yogyakarta.

Yulipriyanto, H. 2010. Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya. Graha Ilmu. Yogyakarta.





“halaman ini sengaja dikosongkan

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengambilan Sampel Tanah

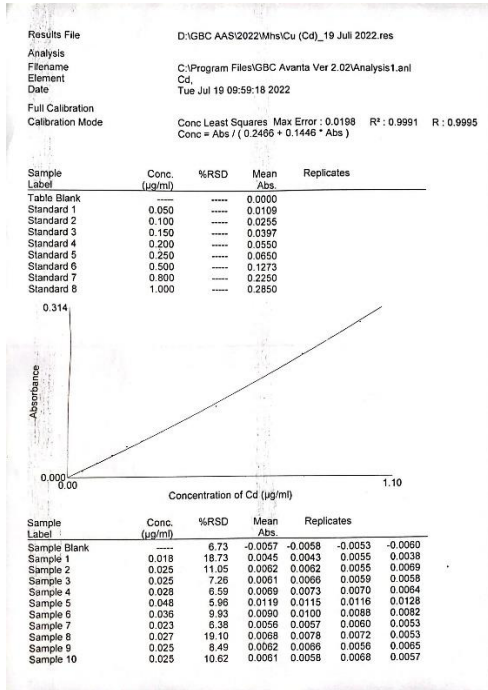


الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

Lampiran 2. Pengujian Sampel di Lab. Kualitas Lingkungan FTSP UII

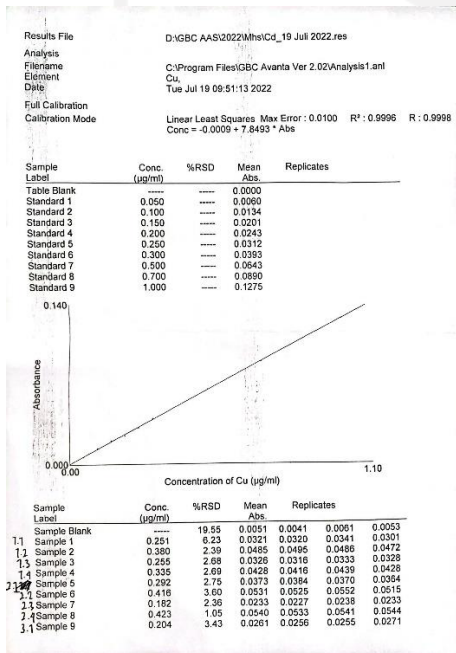


Lampiran 3. Hasil Uji Sampel Tanah



Cd

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Sample 11	0.034	8.38	0.0085	0.0091
Sample 12	0.041	11.92	0.0101	0.0098
S_1	High	0.78	0.8184	0.8112
S_2	High	0.08	0.8187	0.8188
S_3	High	0.28	0.8106	0.8103
S_4	High	0.11	0.8352	0.8384
S_5	High	0.50	0.8306	0.8301
S_6	High	0.61	0.7053	0.7004
S_7	High	1.02	0.6577	0.6518
S_8	0.165	3.35	0.0416	0.0426
S_9	0.634	1.30	0.1720	0.1716
S_10	0.117	5.50	0.0294	0.0312
S_11	0.063	10.78	0.0157	0.0161
S_12	0.084	1.29	0.0210	0.0212
S_13	0.056	8.28	0.0139	0.0152
S_14	0.030	6.97	0.0075	0.0071
S_15	0.013	HIGH	0.0032	0.0040
S_16	0.007	HIGH	0.0017	0.0023
S_17	0.590	8.05	0.1592	0.1467
S_18	0.594	2.43	0.1602	0.1645



Cu

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Sample 10	0.298	3.93	0.0381	0.0381
Sample 11	0.619	3.44	0.0790	0.0783
Sample 12	0.293	5.18	0.0324	0.0304



“halaman ini sengaja dikosongkan

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

RIWAYAT HIDUP



LALU MUHAMMAD FAATHIR CHALID, Dilahirkan di Kota Mataram tepatnya di Kelurahan Gomong pada hari Senin, 20 Maret 2000. Anak kedua dari dua bersaudara pasangan dari Lalu Idham Khalid dan Ellya Lailatul Qadar. Peneliti menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Bertaraf Internasional di Kecamatan Cakranegara Kota Mataram pada tahun 2012. Pada tahun itu juga peneliti melanjutkan Pendidikan di Madrasah Tsanawiyah Negeri 1 Mataram dan tamat pada tahun 2015 kemudian melanjutkan Sekolah Menengah 5 Mataram dan tamat pada tahun 2018. Pada tahun 2018 peneliti melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi swasta, tepatnya di Universitas Islam Indonesia Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan pada Program Studi Teknik Lingkungan. Peneliti menyelesaikan kuliah strata satu (S1) pada tahun 2022.