

TA/TL/2024/1782

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PAPARAN LOGAM BERAT (Pb DAN Cu) PADA
PENDUDUK SEKITAR TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA)
GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS**

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



**YUDA PERDANA PUTRA
18513109**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

*

TUGAS AKHIR

ANALISIS PAPARAN LOGAM BERAT (Pb DAN Cu) PADA PENDUDUK SEKITAR TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS

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



YUDA PERDANA PUTRA
18513109

Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

NIK. 155130507

Tanggal: 22-4-24

Dosen Pembimbing II

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

NIK. 155131313

Tanggal: 22/4/24

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN

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

NIK. 045130401

Tanggal: 23 April 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PAPARAN LOGAM BERAT (Pb DAN Cu) PADA
PENDUDUK SEKITAR TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR
(TPA) GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari : Kamis
Tanggal : 18 April 2024**

Disusun Oleh:

**YUDA PERDANA PUTRA
18513109**

Tim Penguji :

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

()

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

() 22/4

Dr. Ir. Kasam, M.T.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 18 April 2024

Yang membuat pernyataan,



Yuda Perdana Putra

NIM: 18513109

PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir. Tema yang dipilih dalam penelitian ini berjudul “Analisis Paparan Logam Berat (Pb dan Cu) Pada Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel Kabupaten Banyumas ”. Penyusunan laporan ini merupakan salah satu persyaratan akademik untuk mendapatkan gelar SarjanaTeknik S1 Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Begitu banyak bimbingan, petunjuk, dorongan dan bantuan baik secara moral maupun material. Serta doa restu dari semua pihak yang telah penulis dapatkan selama dalam penyelesaian Tugas Akhir. Maka dengan segala kerendahan hati, perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dalam menjalani dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya, Bapak Yuspawi dan Ibu Endang Ardaningsih. Serta Kedua Adik Saya, Alya Natania Salsabila dan Asyifa Maulida Humaira.atas segala doa dan dukungan yang selalu mengiringi tiap langkah dalam perjalanan hidup saya. Dari saya bukan siapa siapa menjadi seseorang yang dikenal oleh banyak orang.
3. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dari penelitian hingga penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah sabar membimbing dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Kasam, M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan pada penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Ibu Dewi Wulandari, S.Hut., M.Agr., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan saran dalam segala masalah yang dialami penulis selama menjadi mahasiswa Teknik Lingkungan UII
7. Teman-teman satu topik tugas akhir Riyanto, Sari dan Fitra yang selalu memberikan dukungan selama penelitian sampai penulisan laporan tugas akhir.

8. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, khususnya Angkatan 2018 yang telah memberikan cerita semasa saya menjadi mahasiswa.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat berbagai kekurangan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya dan dapat ditindaklanjuti dengan mengimplementasi saran.

Yogyakarta, 25 Januari 2024

Yuda Perdana Putra

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Yuda Perdana Putra, Analisis Paparan Logam Berat (Pb dan Cu) Pada Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Dibimbing oleh FAJRI MULYA IRESHA, S.T., M.T. Ph.D. dan Dr. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.T

TPA Gunung Tugel merupakan TPA yang terletak di Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. TPA Gunung Tugel yang memiliki lahan seluas ± 5 Ha dan terakhir beroperasi pada tahun 2016. Kurang cocoknya pengelolaan sampah dengan menggunakan metode *open dumping* dan ketidaksesuaian pengolahan air lindi yang mengakibatkan air lindi merembes ke dalam tanah. Air lindi dari yang dihasilkan oleh TPA mengandung logam berat berbahaya, sehingga apabila telah sampai tercemar pada air tanah yang dikonsumsi masyarakat akan berdampak negatif. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi logam berat Pb dan Cu serta menganalisis hubungan antara lama tinggal, sumber konsumsi air minum dan jumlah pemakaian air yang ada disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Metode analisis logam berat pada penelitian ini menggunakan instrument *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS) dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dengan sampel yang digunakan berupa rambut. Hasil dari konsentrasi logam berat pada sampel yaitu Pb sebesar 0,024 – 0,202 mg/L dan Cu sebesar 0,027 – 0,474 mg/L.

Kata kunci: AAS, ICP-MS, Logam Berat, Rambut, TPA Gunung Tugel.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

Yuda Perdana Putra, Analysis of Exposure to Heavy Metals (Pb and Cu) in Residents Around the Gunung Tugel landfill (TPA) of Gunung Tugel, Banyumas Regency. Supervised by FAJRI MULYA IRESHA, S.T., M.T. Ph.D. and Dr. SUPHIA RAHMAWATI, S.T., M.T

Gunung Tugel landfill is a landfill located in Banyumas Regency, Central Java. Gunung Tugel landfill which has an area of ± 5 Ha and was last operated in 2016. The incompatibility of waste management using the open dumping method and the incompatibility of leachate treatment resulted in leachate seeping into the ground. The leachate produced by the landfill contains dangerous heavy metals, so that if it has been polluted in ground water consumed by the community, it will have a negative impact. The purpose of this study was to determine the concentration of heavy metals Pb and Cu and to analyze the relationship between length of stay, source of drinking water consumption and the amount of water used around the Gunung Tugel landfill, Banyumas Regency, Central Java. The heavy metal analysis method in this study used the Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) and Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) instruments with the sample used in the form of hair. The results of the concentration of heavy metals in the sample are Pb of 0.024 – 0.202 mg/L and Cu of -0.027 – 0.474 mg/L

Keywords: AAS, ICP-MS, Heavy Metals, Hair, Gunung Tugel landfill.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

NOTASI DAN SINGKATAN

AAS : Atomic Absorption Spectrophotometer

Cu : Tembaga

HCl : Asam Klorida

HNO₃ : Asam Nitrat

ICP-MS : Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry

PAM : Perusahaan Air Minum

Pb : Timbal

TPA : Tempat Pemrosesan Akhir

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1 Rumusan Masalah	2
1.2 Tujuan penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA).....	6
2.2 Mekanisme Toksisitas Logam Berat	7
2.2.1 Timbal.....	7
2.2.2 Tembaga	8
2.3 Air Tanah.....	9
2.4 Analisis Kandungan Logam Berat.....	9
2.4.1 Prinsip Pengukuran Metode ICP-MS	9
2.4.2 Prinsip Pengukuran Metode AAS	10
2.5 Penggunaan Sampel Rambut.....	11
2.6 Interpolasi IDW	11
2.7 Teknik Korelasi Pearson.....	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan waktu pelaksanaan penelitian	14
3.2 Bagan penelitian	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian.....	15
3.4.1 Populasi	16

3.4.2 Sampel	16
3.5 Metode Pengumpulan Data	16
3.6. Alat dan Bahan	17
3.6.1. ICP-MS	17
3.6.2. AAS	17
3.7. Metode Sampling.....	17
3.8. Analisis Kandungan Logam Berat.....	18
3.8.1. ICP-MS.....	18
3.8.2. AAS	19
3.9. Metode Analisis Data	19
3.9.1 IDW Intepolasi	19
3.9.2 Pendekatan Korelasi Pearson	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Karakteristik Wilayah Penelitian.....	22
4.2 Karakteristik Responden	23
4.2.1 Jenis Kelamin	23
4.2.2 Usia.....	24
4.2.3 Lama Tinggal.....	24
4.2.4 Sumber Konsumsi Air Minum	25
4.2.5 Jarak terhadap TPA	25
4.3 Analisis Kandungan Logam Berat.....	26
4.3.1 Konsentrasi Timbal (Pb) pada Rambut Manusia.....	26
4.3.2 Konsentrasi Tembaga (Cu) pada Rambut Manusia.....	30
4.4 Interpolasi IDW Hasil Penelitian.....	35
4.4.1 Logam Pb.....	35
4.4.2 Logam Cu	36
4.5 Hubungan antara lama tinggal, sumber konsumsi air minum dengan konsentrasi logam berat.....	37
4.5.1 Logam Berat Pb	37
4.5.2 Logam Berat Cu	38
4.6 Korelasi Pearson.....	40
4.6.1 Korelasi Pearson Logam Pb	40
4.6.2 Korelasi Pearson Logam Cu.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42

RIWAYAT HIDUP.....	55
--------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Tingkat hubungan Korelasi Pearson.....	20
Tabel 2 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin.....	23
Tabel 3 Karakteristik Responden Berdasarkan Usia	24
Tabel 4 Karakteristik Responden Berdasarkan Lama Tinggal.....	24
Tabel 5 Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Konsumsi Air Minum.....	25
Tabel 6 Konsentrasi Logam Berat Pb (mg/kg).....	27
Tabel 7 Konsentrasi Logam Berat Pb (ppm).....	29
Tabel 8 Konsentrasi Logam Berat Cu (mg/kg)	31
Tabel 9 Konsentrasi Logam Berat Cu (ppm)	33
Tabel 10 Hubungan Logam Berat Pb dengan Faktor	37
Tabel 11 Hubungan Logam Berat Cu dengan Faktor.....	38
Tabel 12 Korelasi antara Konsentrasi Pb dengan Jarak	40
Tabel 13 Korelasi antara Konsentrasi Pb dengan Jumlah Konsumsi Air.....	41
Tabel 14 Korelasi antara Konsentrasi Pb dengan Lama Tinggal	42
Tabel 15 Korelasi antara Konsentrasi Cu dengan Jarak.....	43
Tabel 16 Korelasi antara Konsentrasi Cu dengan Jumlah Konsumsi Air	44
Tabel 17 Korelasi antara Konsentrasi Cu dengan Lama Tinggal.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Komponen & Prinsip kerja ICP-MS.....	10
Gambar 2 Komponen & Prinsip Kerja AAS	11
Gambar 3 Peta Lokasi Sampling	14
Gambar 4 Bagan Alir Penelitian.....	15
Gambar 5 Peta Lokasi Penelian.....	23
Gambar 6 Grafik Logam Pb (mg/kg)	28
Gambar 7 Grafik Logam Pb (ppm)	30
Gambar 8 Grafik Logam Cu (mg/kg).....	32
Gambar 9 Grafik Logam Cu (ppm).....	34
Gambar 10 Analisis Interpolasi idw	35
Gambar 11 Analisis Interpolasi idw	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 – Pengambilan Sampel.....	46
Lampiran 2 – Analisis Laboratorium	48
Lampiran 3.....	50
Lampiran 4.....	51
Lampiran 5.....	52
Lampiran 6.....	53
Lampiran 7.....	54

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah di TPA secara alami mengalami proses penguraian dalam jangka waktu yang panjang. Ada beberapa jenis sampah yang terurai secara cepat, terurai secara lambat dan bahkan tidak berubah selama puluhan tahun, misalnya plastik. Dapat disimpulkan bahwa TPA banyak proses yang berlangsung dan menghasilkan zat-zat yang dapat mencemari lingkungan. Karena masih diperlukan pengawasan dan manajemen terhadap TPA (Royadi, 2006). Permasalahan Sampah merupakan isu utama khususnya di daerah perkotaan yang selalu menjadi permasalahan dan masih dihadapi sampai saat ini. Akibat dari semakin bertambahnya jumlah penduduk, tingkat konsumsi masyarakat serta aktivitas lainnya makan bertambah juga timbulan sampah yang dihasilkan. Sampai sejauh ini Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah banyak menimbulkan banyak gangguan terhadap lingkungan (Priatna et al., 2019).

Masuknya air hujan ke dalam timbunan sampah akan menghanyutkan komponen-komponen sampah yang mudah larut keluar dari TPA sehingga menimbulkan pencemaran. TPA menjadi tempat penampungan berbagai macam sampah sehingga lindi atau air rembesan dari TPA mengandung berbagai jenis bahan pencemar yang berpotensi mengganggu lingkungan dan Kesehatan masyarakat sekitar. Air lindi ini sendiri dapat meresap ke dalam tanah, dan juga bisa mengalir ke permukaan tanah dan bahkan bermuara pada aliran sungai. Di setiap TPA memiliki karakteristik air lindi yang berbeda tergantung dari proses yang dilakukan (Sari et al., 2017).

TPA Gunung Tugel sendiri merupakan TPA yang diopersikan dengan menggunakan metode open dumping. Metode open dumping yang merupakan pengelolaan sampah dengan cara tradisional yaitu dengan konsep kumpul-angkutbuang. Pengelolaan TPA dengan menggunakan metode open dumping ini dapat menimbulkan beberapa permasalahan lingkungan karena hanya dilakukan dengan menumpuk sampah tanpa dilakukan pengolahan berlanjut (Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, 2009)

Logam berat secara umumnya adalah senyawa toksik berbahaya yang dapat berakibat stres oksidatif, kerusakan DNA, kanker, hingga kematian sel bagi makhluk hidup. Akumulasi toksisitas logam berat secara berlebihan dapat terjadi secara

langsung maupun tidak langsung dengan perantara mikroorganisme maupun rembesan air hujan di TPA (Kurniawan et al., 2019),

Timbal (Pb) adalah salah satu unsur yang paling beracun, ditemukan di tanah, air dan udara. Timbal digunakan sebagai aditif pada bahan bakar, khususnya bensin dibahan ini dapat memperbaiki mutu bakar. Bahan ini sebagai anti knocking (anti letup), pencegah korosi, anti oksidan, diaktifator logam, anti pengembunan dan zat pewarna Timbal dapat terkontaminasi dari aktivitas pertambangan, kegiatan manusia, dan melalui air tanah. Timbal banyak terkandung dalam logam cat, pewarna, detergen, , dan obat-obatan (Helaluddin et al. 2016). Tembaga (Cu) merupakan penghantar listrik terbaik setelah perak, Sebagai logam berat, tembaga berbeda dengan logam-logam berat lainnya seperti Hg, Cd, dan Cr. Logam Berat tembaga digolongkan ke dalam logam berat yang dipentingkan atau logam berat esensial. Artinya, meskipun tembaga merupakan logam berat beracun, unsur logam ini sangat dibutuhkan tubuh meski dalam jumlah yang sedikit (Palar, 1994).

1.2 Rumusan Masalah

Berbagai uraian tentang keberadaan TPA khususnya di Gunung Tugel yang berpotensi menyebabkan paparan logam berat, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

- a. Analisis konsentrasi kandungan logam berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) yang terakumulasi pada rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel Banyumas ?
- b. Hubungan konsentrasi paparan logam berat dengan faktor jarak tempat tinggal, usia, lama tinggal, dan sumber konsumsi air terhadap masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel ?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Menganalisis kandungan logam berat Pb dan Cu yang terakumulasi pada rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel
- b. Menganalisis hubungan konsentrasi paparan sumber pencemar logam berat Pb dan Cu yang terakumulasi pada rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian adalah :

- a. Analisis paparan logam berat Pb dan Cu yang terakumulasi pada rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel
- b. Metode pengukuran kandungan logam berat (Cu dan Pb) yang digunakan adalah metode Induced Couple Plasma – Mass Spectrometer (ICP-MS) dan Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)
- c. Pengolahan data untuk mengetahui persebaran logam berat di dalam tanah dilakukan dengan perangkat lunak Geographic Information System (GIS).
- d. Metode penentuan sampel menggunakan metode *Purposive Sampling*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dengan adanya penelitian ini adalah :

- a. Mahasiswa mampu menganalisis tingkat paparan logam berat Pb dan Cu pada rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel Banyumas
- b. Memberikan informasi sumber penyebab paparan logam berat Pb dan Cu pada TPA Gunung Tugel Banyumas
- c. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk pengendalian dari paparan logam berat Pb dan Cu, sehingga masyarakat terhindar dari penyakit yang disebabkan dari paparan logam berat tersebut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah tempat sampah mencapai tahap pengelolaan akhir sejak tiba di sumbernya, dikumpulkan, dipindahkan/diangkut, diolah, dan dibuang. Sampah di TPA secara alami mengalami proses penguraian dalam jangka waktu yang panjang. Ada beberapa jenis sampah yang terurai secara cepat, terurai secara lambat dan bahkan tidak berubah selama puluhan tahun, misalnya plastik. Dapat disimpulkan bahwa TPA banyak proses yang berlangsung dan menghasilkan zat-zat yang dapat mencemari lingkungan. Karena masih diperlukan pengawasan dan manajemen terhadap TPA (Royadi, 2006)

Banyumas memiliki beberapa tempat pembuangan akhir sampah, salah satunya adalah TPA Gunung Tugel. Sampah yang dibuang di TPA Gunung Tugel, berasal dari limbah rumah tangga dan industri. Sampah tersebut terdiri dari berbagai jenis, diantaranya kain, kertas, plastik, karet, makanan basi, alat elektronik bekas, batu baterai, dan lampu (c). Pada penimbunan sampah, proses dekomposisi terdapat dua jenis yang dihasilkan yaitu jenis organik dan jenis anorganik. Jenis anorganik yang mengandung mineral yaitu berupa logam-logam berat. Logam berat yang timbul dalam sampah akan terdekomposisi dan larut bersama air lindi. Sehingga dapat mengakibatkan terkontaminasi dengan tanah (Health Research Board, 2003).

TPA Gunung Tugel sendiri merupakan TPA yang dioperasikan dengan menggunakan metode open dumping. Metode open dumping sendiri adalah pengelolaan sampah dengan cara konvensional dengan menerapkan konsep kumpul-angkut-buang. Pengelolaan TPA dengan menggunakan metode open dumping ini dapat menimbulkan beberapa permasalahan lingkungan karena hanya dilakukan dengan menumpuk sampah tanpa dilakukan pengolahan berlanjut. Dampak negatif yang didapat berupa dampak terhadap lingkungan bahkan menyebabkan gangguan Kesehatan pada masyarakat sekitar (Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, 2009).

2.2 Mekanisme Toksisitas Logam Berat

Logam berat dapat membahayakan dan terakumulasi ke lingkungan dan manusia karena sifat logam berat yang sulit didegradasikan. Terakumulasinya logam berat sampai pada rambut melalui makanan, minuman, udara dan penetrasi pada lapisan kulit manusia. Logam berat yang mengendap pada jaringan tubuh seperti rambut itu hanya 5 - 15% dan lebih dari 90% logam berat akan disalur oleh darah dan terikat pada sel darah merah, sisanya akan terbuang oleh sisa metabolisme seperti feses dan urin (Palar, 2012).

Logam berat yang masuk dalam tubuh manusia biasanya terakumulasi pada beberapa organ tubuh seperti rambut, kuku, ginjal, dan hati. Darah atau urin yang mengandung logam berat. Kandungan tersebut tidak akan berlangsung lama karena sistem metabolisme. Sedangkan pada rambut maupun kuku akan bertahan lebih lama. Hal tersebut karena jumlah logam berat dalam rambut mempresentasikan jumlah logam berat yang ada dalam tubuh. Oleh karena itu, rambut dapat dijadikan sebagai biopsi material .

Untuk melakukan pengukuran kandungan unsur yang ada di dalam tubuh, sampel yang dapat digunakan selain urin dan feses adalah rambut dan kuku. Rambut dianggap menjadi sampel biologis yang relevan untuk mengukur paparan ataupun asupan dan jangka panjang dan jangka pendek (Julaidy, 2013).

2.2.1 Timbal

Timbal merupakan salah satu logam yang bersifat toksik terhadap manusia. Timbal biasanya berasal dari makanan, minuman, atau inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, dan kontak melalui kulit, mata, maupun prenatal. Timbal yang terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dapat menjadi bahan toksik (Widyasari et al., 2013). . Jika paparan timbal melebihi baku mutu, dapat menjadi berbahaya Bagi kesehatan Ini karena logam dapat mengganggu sistem Saraf, melemahkan kecerdasan dan mempengaruhi pertumbuhan anak. Timbal dapat mempengaruhi pertumbuhan karena ditolak oleh logam ini Kalsium tulang menyebabkan kelumpuhan (Warsinah dkk, 2015)

Pb merupakan logam yang sangat beracun. Timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat beracun bagi manusia karena merusak perkembangan otak anak. Tidak seperti unsur beracun, unsur lain sangat penting untuk mempertahankan berbagai proses fisiologis pada manusia. Sebagian besar unsur ini dibutuhkan dalam jumlah kecil dan disebut mikronutrien. Pb merupakan salah satu unsur yang tahan korosi, relatif buram terhadap pancaran cahaya, dan tidak mudah terbakar. Timbal dapat menyebabkan kemacetan sel darah merah, anemia dan mempengaruhi bagian tubuh lainnya (Adeyemi , 2016).

2.2.2 Tembaga

Tembaga merupakan penghantar listrik terbaik setelah perak. Oleh karena itu, logam tembaga banyak digunakan dalam bidang pelistrikan atau elektronika. Dalam bidang industri lainnya, senyawa tembaga banyak digunakan sebagai contoh adalah industri cat sebagai antifoling, industri insektisida, fungisida, dan lain-lain (Palar, 1994).

Logam berat Cu digolongkan ke dalam logam berat dipentingkan atau logam berat esensial. Cu merupakan logam berat beracun, unsur logam berat ini sangat dibutuhkan tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Toksisitas yang dimiliki Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Palar, 1994).

Secara umum, mineral atau logam Cu berfungsi untuk membantu produksi sel darah merah dan sel darah putih didalam tubuh, mendukung melepaskan zat besi sehingga membentuk hemoglobin untuk membawa oksigen keseluruh tubuh, mendukung kerja fungsi saraf, mendukung pembentukan tulang dan mendukung sistem kerja gula dalam tubuh

Keracunan Tembaga (Cu) dapat terjadi melalui inhalasi maupun melalui digesti makanan dan minuman yang mengandung Cu atau terpapar Cu Walau tembaga tidak digolongkan sebagai zat karsinogen, paparan tembaga yang berlebihan dapat menyebabkan gejala akut, seperti: mual, muntah, dan diare, serta adanya iritasi lokal pada suatu bagian tubuh. Dalam tahap krosis, keracunan tembaga dapat menyebabkan sirosis hati yang bersifat fatal. (Sudir et al., 2017).

2.3 Air Tanah

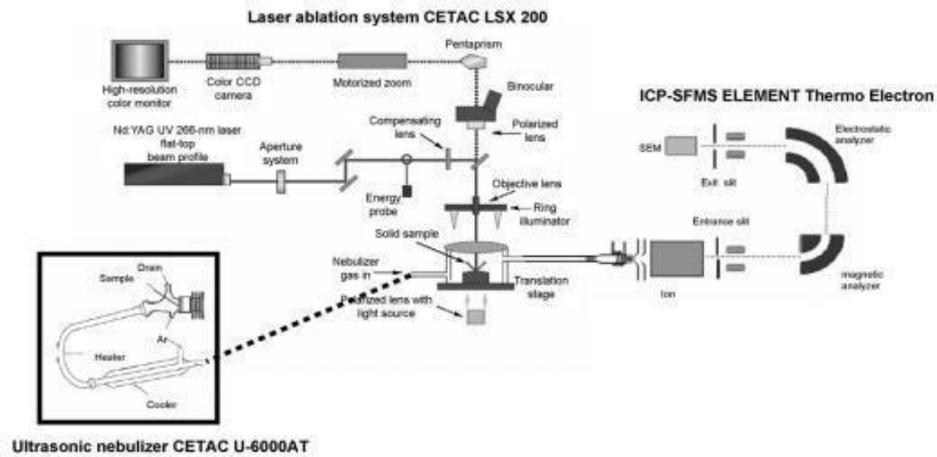
Air tanah adalah air yang berada di dalam tanah. air tanah itu sendiri. Ada dua jenis air tanah yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. air tanah dangkal berasal air hujan yang berada di dekat permukaan bumi dan di atas lapisan kedap air. Air tanah adalah air yang berasal dari air Hujan yang meresap ke dalam tanah yang paling dalam melalui proses resapan dan juga Filtrasi dengan batuan dasar dan mineral. Jadi ada air tanah yang lebih dalam jernih dibandingkan dengan air tanah dangkal (Kumalasari & Satoto, 2011)

Pencemaran air tanah umumnya terjadi oleh tingkah laku manusia seperti oleh zat-zat detergen, asam belerang dan zat-zat kimia sebagai sisa pembuangan pabrik-pabrik kimia/industri. Pencemaran air juga disebabkan oleh pestisida, herbisida, pupuk tanaman yang merupakan unsur-unsur polutan sehingga mutu air berkurang. Dampak dari terpaparnya air yang mengandung bahan kimia salah satunya yaitu Mn atau mangan dalam bentuk kronis maupun akut. Dalam jangka waktu pendek, zat-zat tersebut dapat menimbulkan gangguan sistem pernapasan seperti lemas, batuk, sesak napas, *bronchopneumonia*, *edema* paru, dan *cyanosis* serta *methemoglobinemia*. Dampak penyimpangan parameter zat kimia adalah dapat meningkatkan reaktivitas pada pembuluh tenggorokan dan sensitivitas pada penderita asma. Zat kimia bersifat racun terutama terhadap paru dengan diawali gangguan pada pernafasan (Sunarsih et al., 2018).

2.4 Analisis Kandungan Logam Berat

2.4.1 Prinsip Pengukuran Metode ICP-MS

Metode spektrofotometri dengan instrument ICP-MS merupakan instrument kuantitatif dengan sensitifitas sangat tinggi sehingga dapat mendeteksi konsentrasi unsur – unsur berdasarkan ppb serta mampu mengetahui komposisi isotop sampel. Teknik ICP-MS memiliki karakter multi-elemen dan throughput sampel yang tinggi, seperti ICP-MS, tetapi memungkinkan seseorang untuk melakukan pengukuran yang lebih sensitif. Kekurangan dan kelemahan dari deteksi ICP-MS adalah terjadinya interferensi spektral dan non-spektral serta biaya yang tinggi (Vallapagrada et al. 2011).

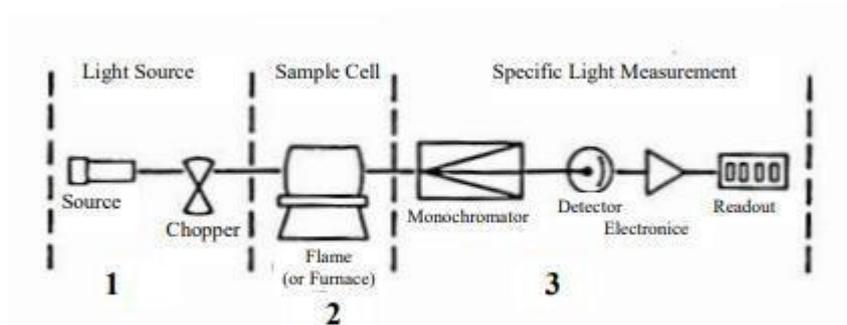


Gambar 1 *Komponen & Prinsip kerja ICP-MS*

Kelebihan dari instrument ICP-MS itu sendiri adalah instrument mudah digunakan, analisis multi elemen, sangat ekonomis untuk banyak sampel dan unsur logam, batas deteksi sangat tajam, produktivitasnya tinggi dan membutuhkan volume sampel yang sedikit. Sedangkan untuk kekurangannya adalah harga instrument dan biaya perawatan mahal, biaya operasional mahal (gas argon), biaya setting laboratorium tinggi, membutuhkan banyak gas argon dengan kemurnian tinggi, dan terbatas untuk sampel dengan kadar padatan terlarut $< 0,2\%$.

2.4.2 Prinsip Pengukuran Metode AAS

Prinsip Kerja AAS merupakan sebuah instrument untuk menghitung kandungan atau konsentrasi dari sampel unsur kimia yang telah didapatkan dari lingkungan dengan menghitung radiasi yang diserap oleh sampel kimia tersebut. Metode ini merupakan metode yang lumayan sering dilakukan untuk menganalisa logam berat karena motif yang selektif, sensitif dan sederhana. Terdapat tiga bagian pokok pada peralatan AAS yaitu, sumber radiasi untuk menghasilkan sinar, sistem pengatoman untuk menghasilkan atom bebas, sistem monokromator, deteksi dan pembacaan (Broekaert, 2002)



Gambar 2 Komponen & Prinsip Kerja AAS

Kelebihan dari instrument AAS adalah instrument mudah digunakan, analisis sangat cepat, harga instrument dan biaya perawatan yang relatif murah, gangguan yang relatif sedikit, instrument sangat lengkap dan kinerjanya baik. Sedangkan untuk kekurangannya adalah Teknik single elemen, batas deteksi sedang, unsur terbatas, 1-10 unsur per Analisa, dan rentang analisis terbatas .

2.5 Penggunaan Sampel Rambut

Rambut adalah jaringan kompleks terdiri dari sejumlah sel dengan berbagai pola perbedaan. Dengan menganalisis unsur-unsur rambut kita dapat mengetahui terkait seberapa tinggi konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam rambut. Selain itu semakin lama kandungan yang diabsorpsi oleh rambut maka akan semakin tinggi pula konsentrasinya karena tidak dieksresikan oleh tubuh. Sehingga penggunaan sampel rambut pada penelitian ini dipilih sebagai sampel (Istarani Festri et al, 2014)

2.6 Interpolasi IDW

Metode Inverse Distance Weighted (IDW) merupakan metode deterministik hanya dengan mempertimbangkan titik-titik di sekitarnya. Hipotesis dari metode ini adalah bahwa nilai interpolasi lebih mirip untuk sampel dengan titik yang lebih dekat berapa jauh Nilai daya pada metode ini adalah pada saat nilai daya tinggi memberikan hasil seperti menggunakan interpolasi tetangga terdekat di mana Nilai yang diperoleh merupakan nilai titik data berikutnya. bobot nilai atau bobot didasarkan pada jarak dari data sampel dan tidak terpengaruh olehnya lokasi sampel data (Pramono, 2008)

Kelebihan dari metode Inverse Distance Weighted (IDW) yaitu memberikan nilai mendekati nilai minimum dan maksimum dari sampel data, terdapat pemilihan nilai pada power yang sangat dipengaruhi oleh hasil interpolasi, jumlah data dapat dilakukan dengan data yang minimalis. Adapun kelemahan dari metode ini adalah nilai hasil interpolasi dibatasi pada nilai yang ada pada data sampel (Pramono, 2008)

2.7 Teknik Korelasi Pearson

Teknik Korelasi Product Moment yang dikemukakan oleh Pearson. Koefisien Korelasi Pearson memiliki rentang nilai antara -1 (korelasi linier negatif total) sampai 1 (korelasi linier positif total). Koefisien Korelasi Pearson mengindikasikan apakah respon terhadap satu komponen instrumen oleh responden memiliki keterkaitan dengan komponen instrumen lainnya (Greenwald et al, 2009)

Rumus :

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

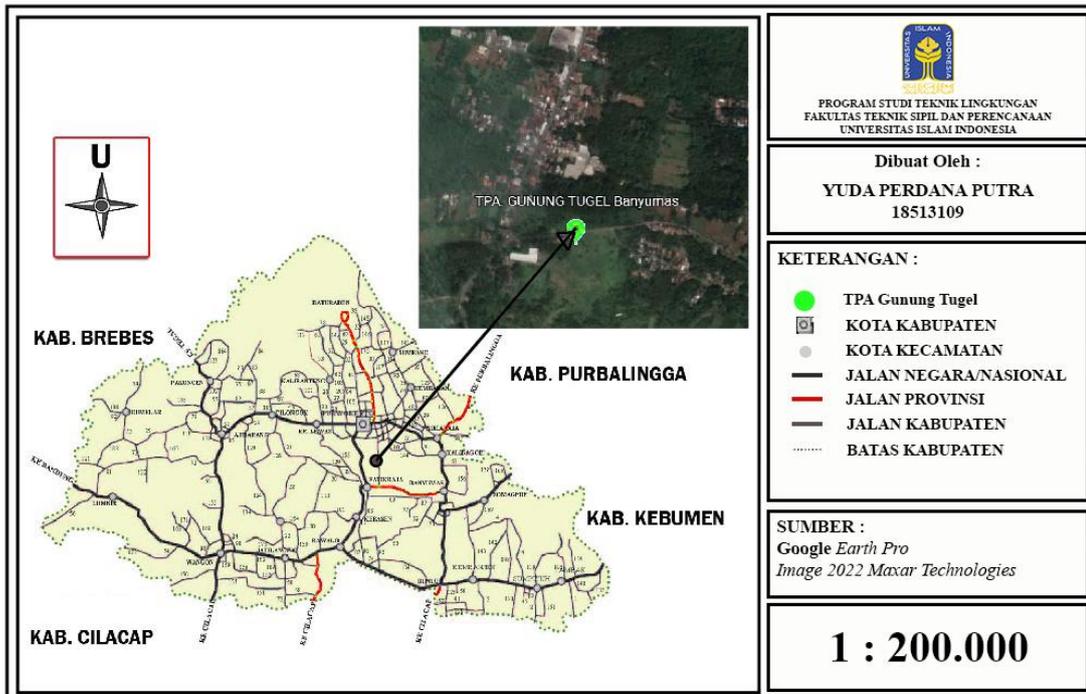
Rumus koefisien korelasi pearson antara variabel x dan y dimana r_{xy} adalah koefisien korelasi.. Koefisien korelasi (r_{xy}) dapat bernilai positif (+) atau negatif (-) dan berada pada rentang -1-1 dan 1.1. Jika r_{xy} mendekati -1-1 atau 11 maka hubungan keeratan dua variabel semakin kuat. Jika nilainya mendekati 0,0, maka hubungan keeratan dua variabel semakin lemah.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu pelaksanaan penelitian

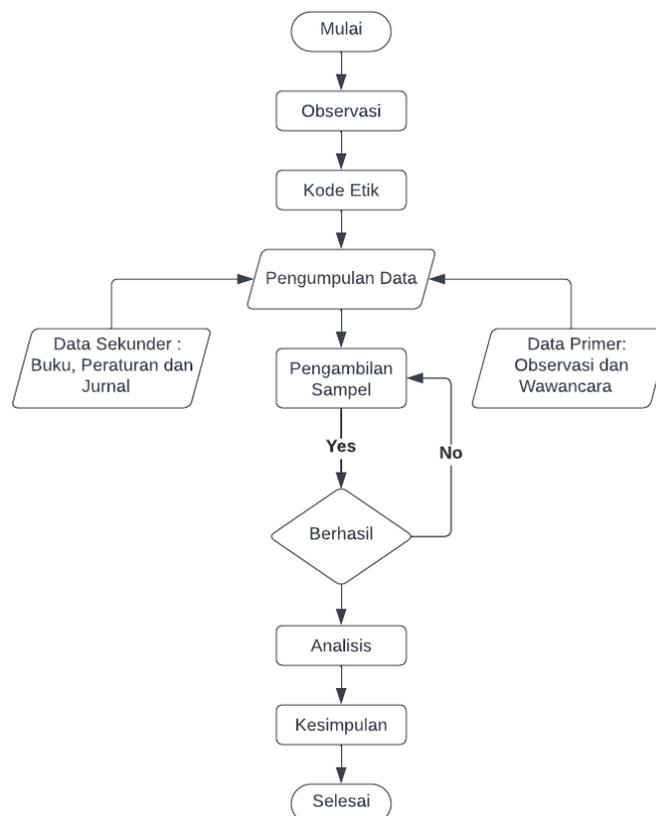
Lokasi penelitian ini dilakukan di TPA Gunung Tugel, Kabupaten Banyumas yang beralamat di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah dengan menggunakan data primer pengamatan langsung dan pengambilan sampel rambut pada masyarakat yang tinggal di daerah TPA Gunung Tugel. Penelitian ini dilakukan dari proses pengamatan langsung pada Bulan Maret 2022 sampai pengumpulan laporan pada bulan Agustus 2022. Berikut peta lokasi penelitian:



Gambar 3 Peta Lokasi Sampling

3.2 Bagan penelitian

Berikut merupakan bagan alir penelitian yang dilakukan dari awal penelitian hingga akhir penelitian:



Gambar 4 Bagan Alir Penelitian

3.3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif yaitu penelitian menggunakan data berupa angka yang dihasilkan dari instrument yang berkaitan dengan mendapat data secara pasti. (Subana,2005).Penelitian yang digunakan selain metode kuantitatif yaitu berupa metode Purpositive sampling berupa sampel yang diambil berdasarkan peneliti digunakan karena metode penelitian ini menggunakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono,2016).

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi

Populasi merupakan keseluruhan objek,kejadian,hingga segala sesuatu yang memiliki ciri khas tertentu (Indriantoro & Supomo,2009).populasi direncanakan mencakup seluruh masyarakat di sekitar TPA Gunung Tugel ,Kabupaten Banyumas.

3.4.2 Sampel

Sampel yang diambil pada penelitian ini menggunakan dasar metode purposive sampling merupakan teknik menentukan sampel dengan pertimbangan tertentu. Jumlah sampel ditentukan menggunakan jarak tempat tinggal dari TPA, di mana jumlah sampel yang diambil sebanyak 16 sampel yang terbagi pada 4 titik pengambilan pada rentang 500 – 2000 meter. Setiap titik lokasi tersebut akan diambil 4 sampel yang sesuai dengan kriteria yang ditentukan. Dalam pengambilan sampel menggunakan teknik purposive sampling yang dimana menentukan sampel dengan pertimbangan tertentu.

1. Kriteria inklusi pada penelitian ini, yaitu :
 - a. Lama tinggal masyarakat \pm 5 Tahun
 - b. Berusia pada rentang: Dewasa = 20 – 60 Tahun
 - c. Jenis kelamin
 - d. Sumber konsumsi air dan air minum berasal dari air tanah dan PDAM
 - e. Bersedia menjadi responden

2. Kriteria eksklusi :
 - a. Masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas yang sedang menderita penyakit
 - b. Tidak bersedia menjadi responden

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Akan tetapi lebih mengutamakan data primer dikarenakan 16 dilakukan pengamatan langsung dilapangan. Pengumpulan data primer berupa pengambilan sampel beserta pengamatan langsung berupa wawancara terkait lama tinggal masyarakat, sumber konsumsi air minum dan jumlah konsumsi air minum perharinya. Sampel yang digunakan berupa rambut. Sedangkan data sekunder sebagai sarana

pendukung yaitu berupa data dari buku dan jurnal berupa konsentrasi logam berat yang dihasilkan pada penelitian terkait.

3.6. Alat dan Bahan

3.6.1. ICP-MS

Alat yang digunakan yaitu : gunting rambut, kantong plastic ziplock, label, wadah, pipet ukur 5 mL dan 10 mL, pipet tetes, Erlenmeyer 100 mL, penjepit tabung, oven, timbangan elektrik dan instrumen Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). Bahan yang digunakan yaitu : aquades ultrapure,aseton, HCl, dan HNO₃.

3.6.2. AAS

Alat yang digunakan yaitu : gunting rambut, kantong plastic ziplock, kertas saring, label, wadah, pipet ukur 5 mL dan 10 mL, labu ukur 50 ml, gelas ukur 100 ml, pipet tetes, Erlenmeyer 100 ml, penjepit tabung, timbangan elektrik, hotplate dan instrumen Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Bahan yang digunakan yaitu : sampel rambut, aquades ultrapure, aseton, HNO₃ dan HCl.

3.7. Metode Sampling

Teknik pengambilan sampel dilakukan secara acak pada masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel sesuai dengan responden yang menyetujui pengambilan sampel rambut dan berdasarkan kriteria inklusi. Setiap masyarakat yang bersedia menjadi responden akan dipangkas rambutnya dari pangkal kulit kepala sepanjang 1-2 cm dengan menggunakan gunting stainless steel khusus digunakan untuk menggunting rambut. Kemudian dikumpulkan dan disegel dalam kantong plastik polietilen sebelum dianalisis. Kantong plastik yang digunakan untuk mengumpulkan sampel masing-masing sudah diberi umur, jenis kelamin, label nama, dan lama tinggal masyarakat.

3.8. Analisis Kandungan Logam Berat

3.8.1. ICP-MS

Metode yang digunakan dalam menganalisis sampel rambut dengan menggunakan instrumen Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) direncanakan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Sebagai acuan dalam melakukan preparasi tersebut sesuai jurnal dan lain lain(Pinto, 2012):

Preparasi Sampel Rambut dengan metode Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS):

1. Sampel rambut dicuci terlebih dahulu menggunakan sampo bayi, agar menetralkan senyawa organik.
2. Selanjutnya rambut dicuci menggunakan aseton, agar menghilangkan kontaminasi eksternal.
3. Dan dibilas 3 kali dengan aquades ultrapure.
4. Sampel rambut kemudian dikeringkan dalam desikator selama 1 hari agar dapat melanjutkan proses destruksi.
5. Sampel yang sudah dikeringkan ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen. Lalu dipanaskan dalam furnace dengan suhu 600⁰C selama 4 jam sampai menjadi abu.
6. Sampel yang sudah menjadi abu kemudian dilarutkan menggunakan campuran larutan HNO₃ : HCl = 1 : 3 sekitar 10 ml sampai larut. Kemudian sampel dipanaskan diatas hotplate hingga larutan menjadi tampak jernih dan tak berwarna.
7. Sampel didinginkan, kemudian diencerkan hingga tanda pada labu ukur 25 ml. Kemudian dihomogenkan dan dimasukkan kedalam botol sampel yang disediakan.
8. Sampel disaring menggunakan kertas saring. Kemudian dianalisis menggunakan instrument ICP-MS.

3.8.2. AAS

Preparasi sampel Rambut dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS):

1. Sampel rambut dicuci terlebih dahulu.
2. Setelah itu dilarutkan ke dalam gelas kimia 100 ml, kemudian ditambah dengan 10 ml aseton selama 15 menit sambil diaduk.
3. Kemudian dibilas sebanyak 3 kali dengan aquades ultrapure.
4. Sampel kemudian dikeringkan pada suhu kamar selama 3 hari dalam desikator vacum agar dapat didestruksi.
5. Sampel yang sudah dikeringkan ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselen. Lalu dipanaskan dalam furnace dengan suhu 600⁰C selama 4 jam sehingga menjadi abu.
6. Sampel yang sudah menjadi abu kemudian dilarutkan menggunakan campuran larutan HNO₃ : HCl = 1 : 3 sekitar 10 ml sampai larut. Kemudian sampel dipanaskan diatas hotplate hingga larutan menjadi tampak jernih dan tak berwarna.
7. Sampel didinginkan, kemudian diencerkan hingga tanda pada labu ukur 25 ml. Kemudian dihomogenkan dan dimasukkan kedalam botol sampel yang disediakan.
8. Larutan yang telah didestruksikan dianalisis menggunakan instrumen AAS.

3.9. Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini metode analisis data yang digunakan yaitu menggunakan instrument AAS dan instrument ICP-MS. Merk dari instrument AAS merupakan GBS type Afanta sedangkan instrument ICP-MS merupakan Agillian. Hasil dari pengukuran konsentrasi setiap instrument kemudian dilakukan perhitungan. Perhitungan tersebut dengan menggunakan Microsoft Excel. Kemudian dilakukan analisis interpolasi dengan IDW dan korelasi pearson.

3.9.1 IDW Intepolasi

Dalam melakukan penelitian, pemetaan data dari hasil pengambilan data primer melalui hasil analisis intrumen dari konsentrasi logam berat Pb dan Cu. Sampel rambut masyarakat dari sekitar TPA yang diambil juga dilakukan observasi secara mendalam

terkait jenis kelamin, usia, lama tinggal, konsumsi air minum dan jarak pemukiman terhadap TPA. Penggunaan metode IDW interpolasi ini digunakan untuk mengetahui estimasi dari nilai persebaran konsentrasi logam berat di sekitar area.

3.9.2 Pendekatan Korelasi Pearson

Perhitungan analisis korelasi dengan menggunakan korelasi Pearson, dilakukan guna mengetahui seberapa kuat hubungan antara beberapa variabel. apabila suatu dua variabel tidak linear, maka koefisien korelasi pearson tersebut tidak mencerminkan kekuatan antara dua hubungan variabel yang sedang diteliti, meski hubungan kedua variabel tersebut kuat (Suzanto, 2012).

Kriteria penafsiran korelasi pearson menurut (Suzanto, 2012) adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Tingkat hubungan Korelasi Pearson

Indeks Korelasi	Kriteria Penafsiran
0,800 - 1,000	Sangat Tinggi
0,600 - 0,799	Tinggi
0,400 - 0,599	Sedang
0,200 - 0,399	Rendah
0,000 - 0,199	Sangat Rendah (tidak valid)

Sumber : Suzanto, 2012

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

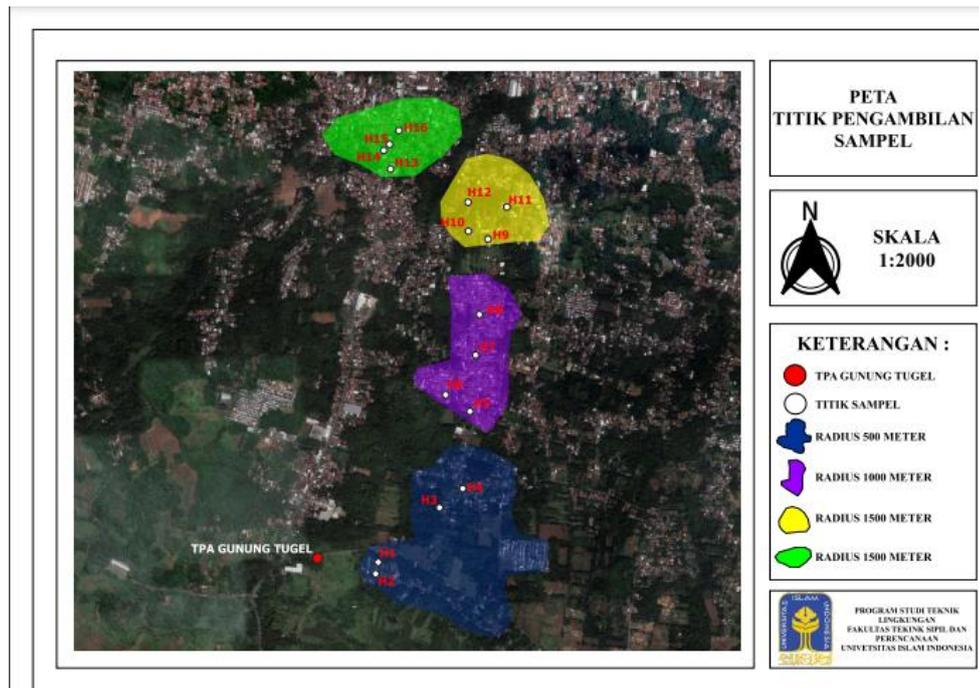
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Wilayah Penelitian

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah tempat sampah mencapai tahap pengelolaan akhir sejak tiba di sumbernya, dikumpulkan, dipindahkan/diangkut, diolah, dan dibuang. Sampah di TPA secara alami mengalami proses penguraian dalam jangka waktu yang panjang. Ada beberapa jenis sampah yang terurai secara cepat, terurai secara lambat dan bahkan tidak berubah selama puluhan tahun, misalnya plastik. Dapat disimpulkan bahwa TPA banyak proses yang berlangsung dan menghasilkan zat-zat yang dapat mencemari lingkungan. Karena masih diperlukan pengawasan dan manajemen terhadap TPA (Royadi, 2006)

TPA Gunung Tugel berada pada wilayah administrasi Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. TPA tersebut telah ditutup pada tahun 2016 dikarenakan pengelolaannya yang kurang optimal, lahan yang terbatas dan terkontaminasi oleh air tanah oleh air lindi. Untuk saat ini bekas lahan TPA tersebut digunakan sebagai tempat budidaya sereh wangi dan talas bening. Selain itu, ada beberapa tanaman yang lain seperti pisang dan umbi-umbian. Lokasi TPA ini juga berdampingan dengan area persawahan dan perkebunan milik warga. Maka dari itu secara tidak langsung tanaman mengadsorpsi logam berat yang terkontaminasi pada air tanah yang terkontaminasi logam berat.

Pada penelitian ini sampel yang diambil sebanyak 16 sampel pada rentang jarak antara 500 meter – 2000 meter dari TPA Gunung Tugel. Logam berat yang akan diteliti pada penelitian ini meliputi logam berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu). Sampel yang digunakan berupa sampel rambut. Kemudian sampel yang sudah didapatkan dilakukan proses destruksi. Untuk proses destruksi yang dilakukan berupa destruksi basah, dimana menggunakan larutan HNO₃ Pekat dan HCl. Pada penentuan konsentrasi logam berat dilakukan pembacaan pada instrument Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) dan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).



Gambar 5 Peta Lokasi Penelitian

4.2 Karakteristik Responden

Responden merupakan masyarakat yang bersedia menjadi objek penelitian untuk diambil sampel rambutnya. Karakteristik responden yang digunakan untuk memudahkan dalam melakukan pengambilan sampel pada penelitian ini. Karakteristik yang digunakan meliputi beberapa hal, yaitu berdasarkan jenis kelamin, usia, lama tinggal, konsumsi air minum dan jarak pemukiman terhadap TPA.

4.2.1 Jenis Kelamin

Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
Laki-laki	11	69

Perempuan	5	31
Total	16	100

Berdasarkan tabel 2 didapat responden berdasarkan jenis kelamin dengan jumlah terbanyak yaitu responden laki-laki sebanyak 11 orang dan responden perempuan sebanyak 5 orang

4.2.2 Usia

Pada karakteristik responden berdasarkan usia guna menjadi rentang sebagai pengambilan sampel rambut. Berikut tabel karakteristik responden berdasarkan usia :

Tabel 3 Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

Usia (Tahun)	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
20-40	8	50
41-60	8	50
Total	16	100

Berdasarkan tabel 3 didapat responden dengan rentang 20-40 tahun sebanyak 8 orang dan pada rentang 41-60 tahun 8 orang. Maka dari kedua rentang usia memiliki jumlah orang yang setara yaitu, 8 orang.

4.2.3 Lama Tinggal

Masyarakat di daerah TPA Gunung Tugel mayoritas dari lahir sudah tinggal di daerah ini. Jadi untuk usia dan lama tinggal masyarakat tersebut sama untuk jangka waktunya. Berikut dapat dilihat tabel lama tinggal masyarakat :

Tabel 4 Karakteristik Responden Berdasarkan Lama Tinggal

Lama Tinggal (Tahun)	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
-------------------------------------	---------------------------	---------------------------

1-10	6	38
11-30	6	38
≥ 30	4	25
Total	16	100

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui responden yang tinggal pada kisaran 10 tahun kebawah sebanyak 6 orang, pada rentang 11-30 tahun sebanyak 6 orang dan pada rentang 30 keatas sebanyak 4 orang.

4.2.4 Sumber Konsumsi Air Minum

Pada karakteristik responden konsumsi air minum, diketahui air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari bersumber dari air tanah, PDAM atau menggunakan dari 2 sumber yaitu air tanah dan PDAM. Berikut uraian jumlah masyarakat berdasarkan sumber konsumsi air :

Tabel 5 Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Konsumsi Air Minum

Sumber	Jumlah	Persentase
Air	(Orang)	(%)
Air	5	31
Tanah		
PDAM	7	44
Keduanya	4	25
Total	16	100

Berdasarkan tabel 5 bahwa sumber air PDAM yang digunakan masyarakat berjumlah 7 orang, untuk air tanah berjumlah 5 orang dan yang menggunakan sumber dari air tanah maupun PDAM berjumlah 4 orang.

4.2.5 Jarak terhadap TPA

Responden mengkarakterisasi jarak dari TPA Gunung Tugel ke tempat tinggal mereka dan menentukan apakah dampaknya karena jarak terdekat dan terjauh. Untuk jarak yang digunakan terdapat empat titik pencarian, dan titik-titik tersebut berada

pada jarak 500 meter, 1000 meter, 1500 meter, dan 2000 meter. Pada setiap jarak, diambil empat sampel yang digunakan untuk mewakili setiap jarak yang diberikan.

4.3 Analisis Kandungan Logam Berat

Pelaksanaan pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 13 Juli 2022. Sampel yang didapat kemudian dianalisis menggunakan instrument AAS dan ICP-MS yang kemudian akan dilakukan perbandingan dengan analisis logam pada jurnal dan literatur lainnya.

4.3.1 Konsentrasi Timbal (Pb) pada Rambut Manusia

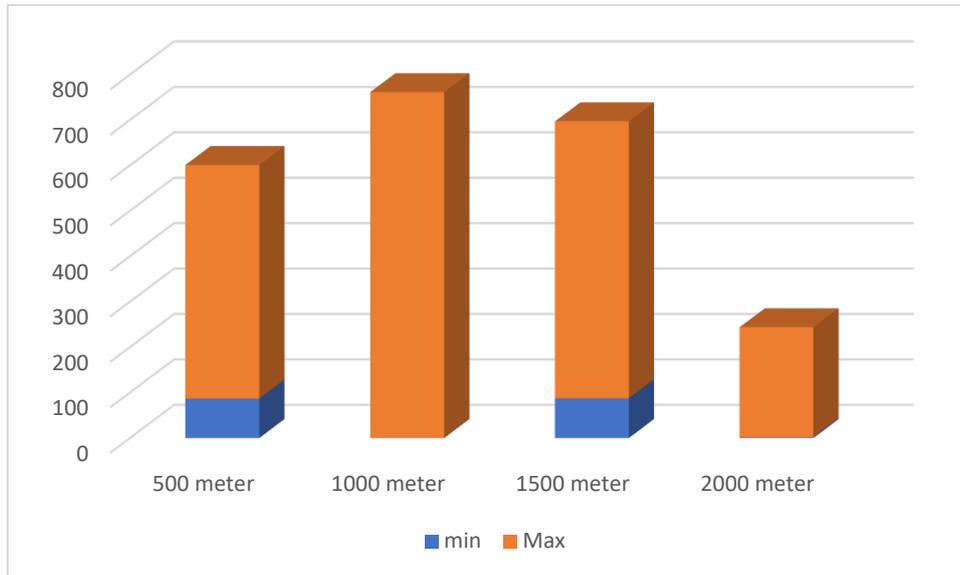
Timbal merupakan salah satu logam yang bersifat toksik terhadap manusia. Timbal biasanya berasal dari makanan, minuman, atau inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, dan kontak melalui kulit, mata, maupun prenatal. Timbal yang terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dapat menjadi bahan toksik (Widyasari et al., 2013), . Jika paparan timbal melebihi baku mutu, dapat menjadi berbahaya Bagi kesehatan Ini karena logam dapat mengganggu sistem Saraf, melemahkan kecerdasan dan mempengaruhi pertumbuhan anak

Untuk konsentrasi Pb yang dianalisis menggunakan instrument ICP-MS di dalam rambut dapat dilihat pada tabel 5 berikut

Tabel 6 Konsentrasi Logam Berat Pb (mg/kg)

Jarak	Konsentrasi Pb (mg/kg)	(Samanta et al., 2004) (mg/kg)
500 meter	514,05	0.57 - 41.71
	87,02	0.57 - 41.71
	409,31	0.57 - 41.71
	388,8	0.57 - 41.71
Rata-rata	349,795	
1000 meter	114,86	0.57 - 41.71
	0,66	0.57 - 41.71
	131,98	0.57 - 41.71
	760,8	0.57 - 41.71
Rata-rata	252,075	
1500 meter	193,8	0.57 - 41.71
	87,74	0.57 - 41.71
	178,5	0.57 - 41.71
	609,34	0.57 - 41.71
Rata-rata	267,345	
2000 meter	1,84	0.57 - 41.71
	6,28	0.57 - 41.71
	242,05	0.57 - 41.71
	9,46	0.57 - 41.71
Rata-rata	64,908	

Pada tabel 6 Konsentrasi Pb yang ada pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan analisis menggunakan instrument ICP-MS berkisar antara 0,66 – 609,34 mg/kg. Apabila dilihat dari konsentrasi Pb terdapat 4 sampel yang berada diantara range jurnal dan 12 sampel yang melebihi jurnal (Samanta et al., 2004). dengan konsentrasi sebesar 0.57 - 41.71 mg/kg. Pada jarak terdekat yaitu 500 meter memiliki rata-rata sebesar 349,795 mg/kg. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata sebesar 252,075 mg/kg. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata sebesar 267,345 mg/kg. Dan pada jarak 2000 meter memiliki rata-rata sebesar 64,908 mg/kg.



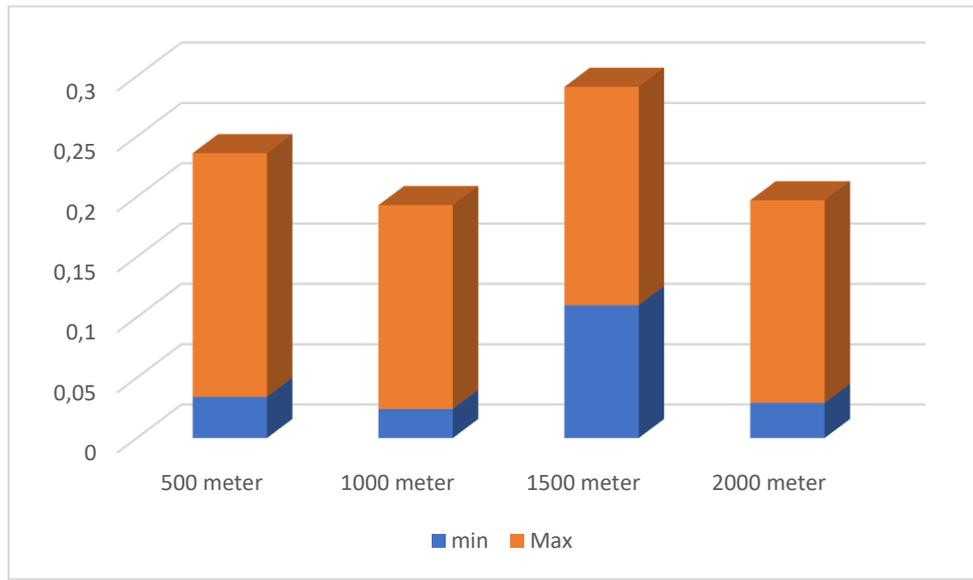
Gambar 6 Grafik Logam Pb (mg/kg)

Pada gambar 6 merupakan data dari konsentrasi logam berat Pb yang ditampilkan dalam bentuk 3D column. Dapat dilihat pada jarak 500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 87,02 – 514,05 mg/kg. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,66 – 760,8 mg/kg. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 87,74 – 609,34 mg/kg. Pada jarak 2000 meter memiliki rata-rata konsentrasi 1,84 – 242,05 mg/kg

Tabel 7 Konsentrasi Logam Berat Pb (ppm)

Jarak	Konsentrasi Pb (ppm)	(A. Sukumar, 2007) (ppm)
500 meter	0,202	0.57 - 41.71
	0,034	0.57 - 41.71
	0,159	0.57 - 41.71
	0,160	0.57 - 41.71
Rata-rata	0,139	
1000 meter	0,116	0.57 - 41.71
	0,024	0.57 - 41.71
	0,169	0.57 - 41.71
	0,079	0.57 - 41.71
Rata-rata	0,097	
1500 meter	0,110	0.57 - 41.71
	0,181	0.57 - 41.71
	0,166	0.57 - 41.71
	0,173	0.57 - 41.71
Rata-rata	0,158	
2000 meter	0,032	0.57 - 41.71
	0,029	0.57 - 41.71
	0,168	0.57 - 41.71
	0,030	0.57 - 41.71
Rata-rata	0,065	

Pada tabel 7 Konsentrasi Pb yang ada pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan analisis menggunakan instrument ICP-MS berkisar antara 0,024 – 0,202 ppm. Apabila dilihat dari konsentrasi Pb yang dihasilkan tidak melebihi jurnal (A. Sukumar, 2007). dengan konsentrasi sebesar 10.8 ± 2 ppm. Pada jarak terdekat yaitu 500 meter memiliki rata-rata sebesar 0,139 ppm. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata sebesar 0,097 ppm. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata sebesar 0,158 ppm. Dan pada jarak 2000 meter memiliki rata-rata sebesar 0,065 ppm.



Gambar 7 Grafik Logam Pb (ppm)

Pada gambar 7 merupakan data dari konsentrasi logam berat Pb yang ditampilkan dalam bentuk 3D column. Dapat dilihat pada jarak 500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,034 – 0,202 ppm. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,024 – 0,169 ppm. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,110 – 0,181 ppm. Pada jarak 2000 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,029 – 0,168 ppm.

4.3.2 Konsentrasi Tembaga (Cu) pada Rambut Manusia

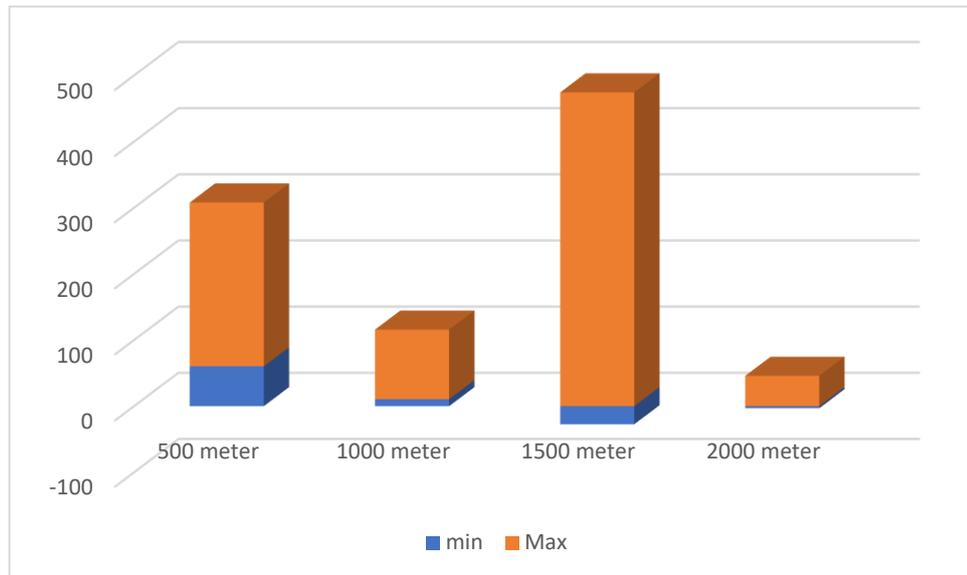
Logam berat Cu digolongkan ke dalam logam berat dipentingkan atau logam berat esensial. Cu merupakan logam berat beracun, unsur logam berat ini sangat dibutuhkan tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Toksisitas yang dimiliki Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Palar, 1994).

Untuk konsentrasi Cu yang dianalisis menggunakan instrument AAS di dalam rambut dapat dilihat pada tabel 5 berikut

Tabel 8 Konsentrasi Logam Berat Cu (mg/kg)

Jarak	Konsentrasi Cu (mg/kg)	(Samanta et al., 2004) (mg/kg)
500 meter	247,51	4.2 - 55.29
	144,89	4.2 - 55.29
	72,07	4.2 - 55.29
	60,25	4.2 - 55.29
Rata-rata	131,180	
1000 meter	105,18	4.2 - 55.29
	10,49	4.2 - 55.29
	36,45	4.2 - 55.29
	87,77	4.2 - 55.29
Rata-rata	59,973	
1500 meter	71,34	4.2 - 55.29
	16,56	4.2 - 55.29
	-27,26	4.2 - 55.29
	474,28	4.2 - 55.29
Rata-rata	133,730	
2000 meter	15,16	4.2 - 55.29
	45,82	4.2 - 55.29
	22,14	4.2 - 55.29
	-3,06	4.2 - 55.29
Rata-rata	20,015	

Pada tabel 8 Konsentrasi Cu yang ada pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan analisis menggunakan instrument AAS berkisar antara - 27,26 – 474,28 mg/kg. Apabila dilihat dari konsentrasi Cu terdapat 2 sampel yang tidak melebihi jurnal, 6 sampel berada diantara range jurnal dan 8 sampel yang melebihi jurnal (Samanta et al., 2004). dengan konsentrasi sebesar 4.2 - 55.27 mg/kg. Pada jarak terdekat yaitu 500 meter memiliki rata-rata sebesar 131,180 mg/kg. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata sebesar 59,973 mg/kg. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata sebesar 133,730 mg/kg. Dan pada jarak 2000 meter memiliki rata-rata sebesar 20,015 mg/kg.



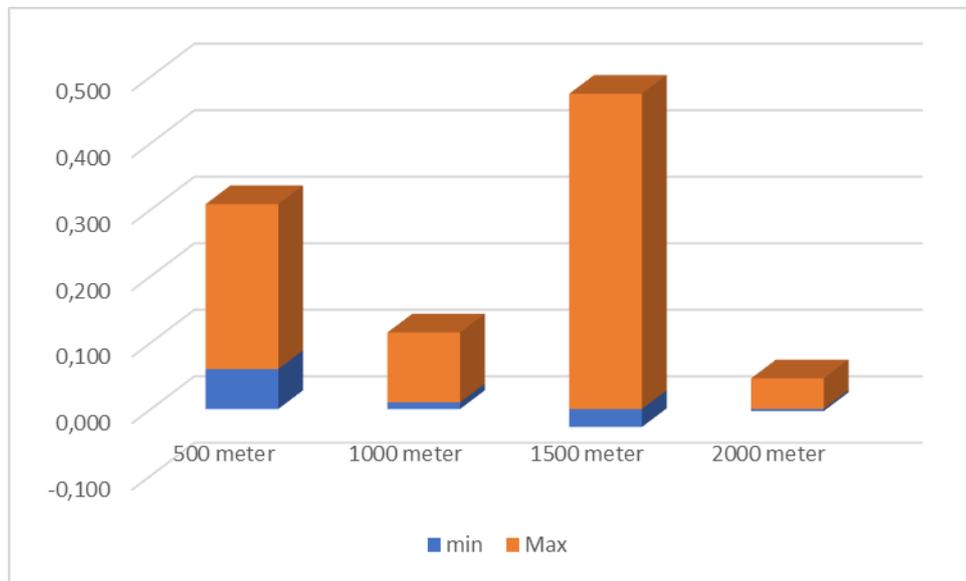
Gambar 8 Grafik Logam Cu (mg/kg)

Pada gambar 8 merupakan data dari konsentrasi logam berat Cu yang ditampilkan dalam bentuk 3D column. Dapat dilihat pada jarak 500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 60,25 – 247,51 mg/kg. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata konsentrasi 10,49 – 105,18 mg/kg. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata konsentrasi -27,26 – 474,28 mg/kg. Pada jarak 2000 meter memiliki rata-rata konsentrasi -3,06 – 45,82 mg/kg.

Tabel 9 Konsentrasi Logam Berat Cu (ppm)

Jarak	Konsentrasi Cu (ppm)	(A. Sukumar, 2007) (ppm)
500 meter	0,248	4.2 - 55.29
	0,145	4.2 - 55.29
	0,072	4.2 - 55.29
	0,060	4.2 - 55.29
Rata-rata	0,131	
1000 meter	0,105	4.2 - 55.29
	0,010	4.2 - 55.29
	0,036	4.2 - 55.29
	0,088	4.2 - 55.29
Rata-rata	0,060	
1500 meter	0,071	4.2 - 55.29
	0,017	4.2 - 55.29
	-0,027	4.2 - 55.29
	0,474	4.2 - 55.29
Rata-rata	0,134	
2000 meter	0,015	4.2 - 55.29
	0,046	4.2 - 55.29
	0,022	4.2 - 55.29
	-0,003	4.2 - 55.29
Rata-rata	0,020	

Pada tabel 9 Konsentrasi Cu yang ada pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan analisis menggunakan instrument AAS berkisar antara - 0,027 – 0,474 ppm. Apabila dilihat dari konsentrasi Cu yang dihasilkan tidak melebihi jurnal (A. Sukumar, 2007). dengan konsentrasi sebesar 31.6 ± 2.5 ppm. Pada jarak terdekat yaitu 500 meter memiliki rata-rata sebesar 0,131 ppm. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata sebesar 0,060 ppm. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata sebesar 0,134 ppm. Dan pada jarak 2000 meter memiliki rata-rata sebesar 0,020 ppm.



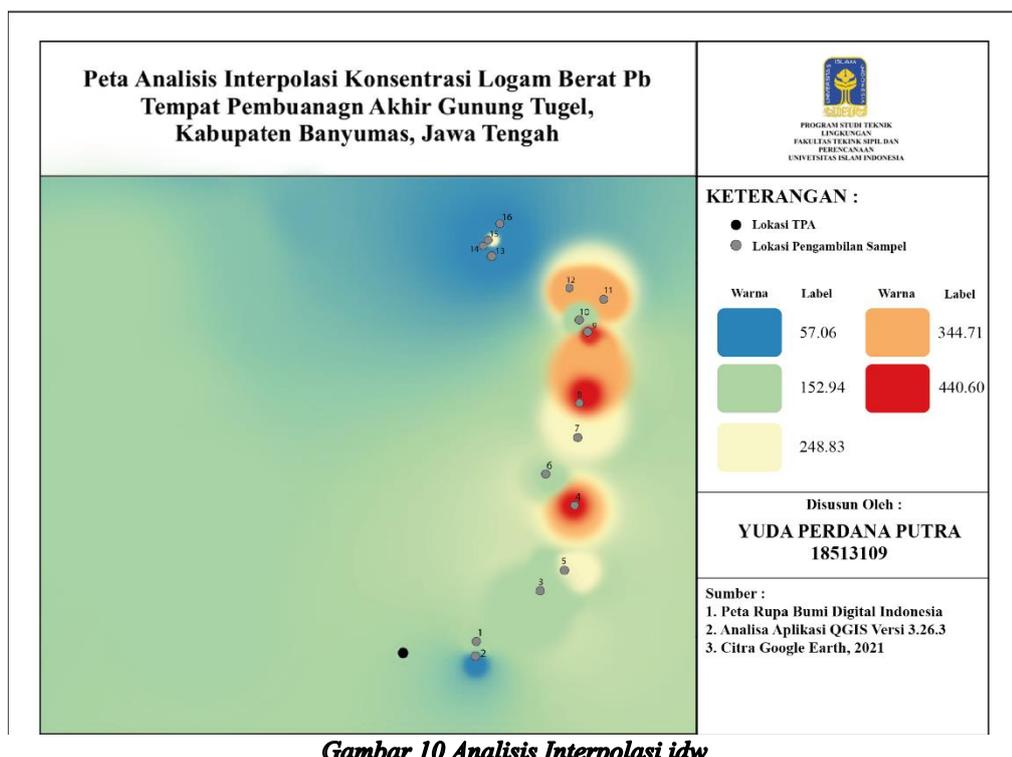
Gambar 9 Grafik Logam Cu (ppm)

Pada gambar 9 merupakan data dari konsentrasi logam berat Cu yang ditampilkan dalam bentuk 3D column. Dapat dilihat pada jarak 500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,060 – 0,248 ppm. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,010 – 0,105 ppm. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata konsentrasi -0,027 – 0,474 ppm. Pada jarak 2000 meter memiliki rata-rata konsentrasi -0,003 – 0,046 ppm.

4.4 Interpolasi IDW Hasil Penelitian

IDW merupakan suatu metode interpolasi yang memperkirakan dan menghitung suatu variabel dalam suatu lokasi yang belum diketahui dengan menggunakan rata-rata dari data yang diketahui disekitar lokasi. pada penelitian kali ini dilakukan IDW interpolasi dilakukan untuk membandingkan prediksi sebaran spasial dari konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel Banyumas (Arif, 2019).

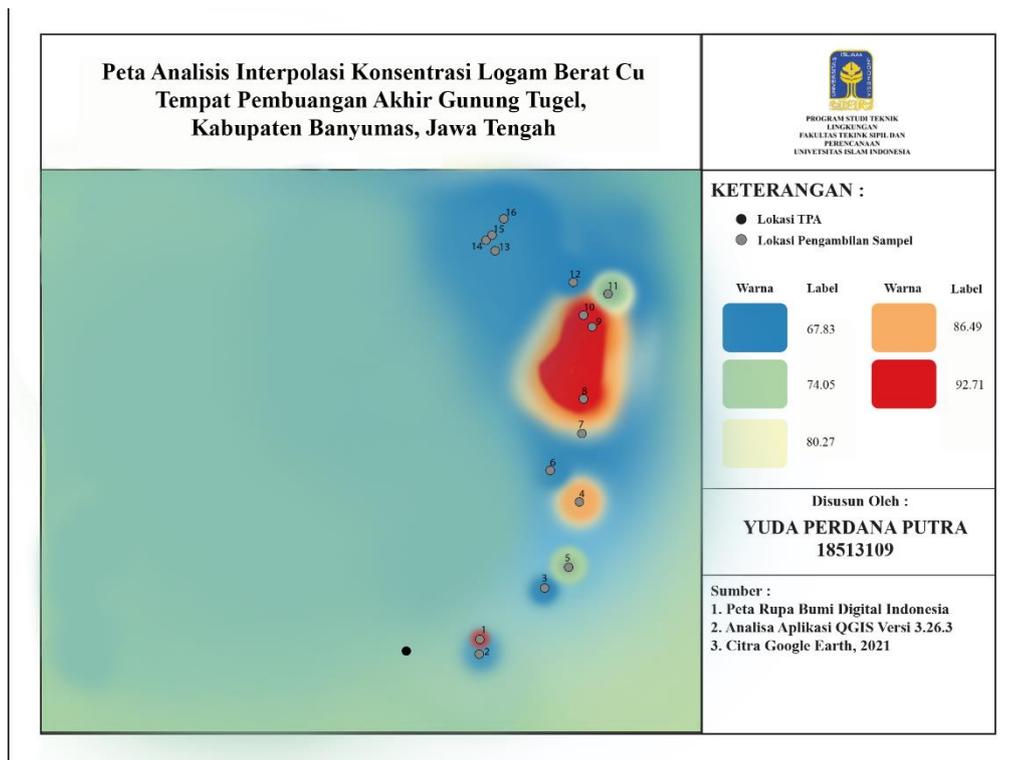
4.4.1 Logam Pb



Gambar 10 Analisis Interpolasi idw

Pada gambar 10 menjelaskan terkait analisis interpolasi IDW. Dapat disimpulkan bahwa warna biru yang menunjukkan rentang konsentrasi yang dihasilkan kecil yaitu sebesar 0,66 mg/kg dan semakin warna cenderung pada warna merah maka rentang konsentrasi yang ditampilkan semakin tinggi sebesar 760,80 mg/kg. Untuk rentang pembagian warna konsentrasi yang ditampilkan dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.

4.4.2 Logam Cu



Gambar 11 Analisis Interpolasi idw

Pada gambar 11 menjelaskan terkait analisis interpolasi IDW, dapat disimpulkan bahwa warna biru yang menunjukkan rentang konsentrasi yang dihasilkan kecil yaitu -27,26 mg/kg dan semakin warna cenderung pada warna merah rentang konsentrasi yang ditampilkan semakin tinggi sebesar 474,28 mg/kg. Untuk rentang yang digunakan pada pembagian warna konsentrasi itu dapat disesuaikan dengan yang kita inginkan.

4.5 Hubungan antara lama tinggal, sumber konsumsi air minum dengan konsentrasi logam berat

4.5.1 Logam Berat Pb

Tabel 10 Hubungan Logam Berat Pb dengan Faktor

Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi (mg/kg)	Jarak				Sumber Konsumsi Air Minum			Lama Tinggal	Usia (Tahun)
			500 m	1000 m	1500 m	2000 m	Air Tanah	Air PAM	Keduanya		
H1	0,116	114,86		✓			✓			40 tahun	59
H2	0,024	0,66		✓			✓			4 tahun	52
H3	0,169	131,98		✓			✓			4 tahun	21
H4	0,079	760,8		✓					✓	15 tahun	42
H5	0,110	193,8			✓		✓			21 tahun	42
H6	0,181	87,74			✓			✓		41 tahun	41
H7	0,166	178,5			✓				✓	26 tahun	26
H8	0,173	609,34			✓				✓	8 tahun	26
H9	0,202	514,05	✓					✓		50 tahun	50
H10	0,034	87,02	✓					✓		40 tahun	43
H11	0,159	409,31	✓					✓		29 tahun	29
H12	0,160	388,8	✓					✓		30 tahun	30

H13	0,032	1,84				✓		✓		10 tahun	36
H14	0,029	6,28				✓		✓		15 tahun	41
H15	0,168	242,05				✓			✓	10 tahun	32
H16	0,030	9,46				✓	✓			6 tahun	28

Pada tabel 10 berdasarkan observasi dan wawancara dapat dilihat pada jarak TPA dengan konsentrasi logam berat Pb yang dihasilkan berkaitan, semakin dekat jarak maka akan semakin sering dan cepat terpapar logam berat. Namun pada sampel H8 dan H15 memiliki hasil yang lebih besar dari yang lainnya. Sedangkan untuk sumber konsumsi air minum dengan konsentrasi logam berat Pb berkaitan, pada jarak 1000 meter konsentrasi yang didapat tinggi dikarenakan sumber konsumsi air minum yang digunakan berasal dari air tanah. Sedangkan pada jarak 1500 meter konsentrasi juga didapat lumayan besar, karena sumber konsumsi air minum berasal dari air PAM akan tetapi masih mengkonsumsi hasil panen dari sawah maupun kebun.

4.5.2 Logam Berat Cu

Tabel 11 Hubungan Logam Berat Cu dengan Faktor

Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)	Konsentrasi (mg/kg)	Jarak				Sumber Konsumsi Air Minum			Lama Tinggal	Usia (Tahun)
			500 m	1000 m	1500 m	2000 m	Air Tanah	Air PAM	Keduanya		
H1	0,105	105,18		✓			✓			40 tahun	59
H2	0,010	10,49		✓			✓			4 tahun	52
H3	0,036	36,45		✓			✓			4 tahun	21
H4	0,088	87,77		✓					✓	15 tahun	42

H5	0,071	71,34			✓		✓			21 tahun	42
H6	0,017	16,56			✓			✓		41 tahun	41
H7	-0,027	-27,26			✓				✓	26 tahun	26
H8	0,474	474,28			✓				✓	8 tahun	26
H9	0,248	247,51	✓					✓		50 tahun	50
H10	0,145	144,89	✓					✓		40 tahun	43
H11	0,072	72,07	✓					✓		29 tahun	29
H12	0,060	60,25	✓					✓		30 tahun	30
H13	0,015	15,16				✓		✓		10 tahun	36
H14	0,046	45,82				✓		✓		15 tahun	41
H15	0,022	22,14				✓			✓	10 tahun	32
H16	-0,003	-3,06				✓	✓			6 tahun	28

Jika dilihat dari tabel diatas maka pada sampel rambut H1, H8, H9, Dan H10 memiliki konsentrasi logam Cu yang sangat tinggi sehingga hubungan antara jarak tempat tinggal, sumber konsumsi air terkhusus untuk air tanah, dan lama waktu tinggal sangat relevan. Karena berdasarkan jarak maka resiko untuk terpapar pada radius 500 meter – 1000 meter dari TPA akan lebih cepat. Kemudian apabila dikaitkan dengan lama waktu tinggal, semakin lama penduduk tinggal di daerah TPA maka akan semakin lama jangka waktu untuk terpapar langsung oleh logam berat Cu. Jika dikaitkan dengan sumber konsumsi air, pada sampel yang menggunakan air tanah juga memungkinkan untuk terpapar logam berat Pb sangat besar.

4.6 Korelasi Pearson

4.6.1 Korelasi Pearson Logam Pb

a . Korelasi antara Konsentrasi Pb dengan Jarak

Tabel 12 Korelasi antara Konsentrasi Pb dengan Jarak

Konsentrasi (ppm)	Jarak (Meter)
0,116	1000
0,024	1000
0,169	1000
0,079	1000
0,11	1500
0,181	1500
0,166	1500
0,173	1500
0,202	500
0,034	500
0,159	500
0,16	500
0,032	2000
0,029	2000
0,168	2000
0,03	2000

n	16
ΣXY	2128,5
ΣX	1,832
ΣY	20000
ΣX^2	0,275
ΣY^2	30000000

Berikut perhitungannya : $r = \frac{n \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{(n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)(n \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}}$

$$r = \frac{16(2128,5) - (1,832)(2000)}{\sqrt{(16(0,275) - (1,832)^2)(16(3000000) - (2000)^2)}}$$

$$r = -0,283 \rightarrow 0,02 - 0,39 \text{ (Rendah, Berlawanan arah)}$$

Jika dilihat dari tabel di atas, hasil korelasi antara jarak pengambilan sampel dengan konsentrasi Pb, memiliki nilai r sebesar -0,283 yaitu antara 0,02 - 0,39. Jika dilihat

pada tabel 12. Memiliki tingkat hubungan rendah dengan arah yang berlawanan dikarenakan hasil yang didapatkan negatif (-).

b. Korelasi antara Konsentrasi Pb dengan Jumlah Konsumsi Air Minum

Tabel 13 Korelasi antara Konsentrasi Pb dengan Jumlah Konsumsi Air

Konsentrasi (ppm)	Juml. Konsumsi Air
0,116	1,5
0,024	2,5
0,169	2
0,079	1
0,11	1
0,181	2
0,166	2
0,173	2
0,202	1
0,034	1,5
0,159	1
0,16	2
0,032	1
0,029	1
0,168	2
0,03	1

n	16
ΣXY	2,96
ΣX	1,832
ΣY	24,5
ΣX ²	0,275
ΣY ²	41,75

Berikut perhitungannya :

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$$r = \frac{16(2,96) - (1,832)(24,5)}{\sqrt{(16(0,275) - (1,832)^2)(16(24,5) - (41,75)^2)}}$$

r = 0,294 → 0,02 - 0,39 (Rendah)

Jika dilihat dari tabel di atas, hasil korelasi antara konsumsi air minum pengambilan sampel dengan konsentrasi Pb, memiliki nilai r sebesar 0,294 yaitu antara 0,02 - 0,39. Jika dilihat pada tabel 13. memiliki tingkat hubungan rendah.

c. Korelasi antara Konsentrasi Pb dengan Lama Tinggal

Tabel 14 Korelasi antara Konsentrasi Pb dengan Lama Tinggal

Konsentrasi (ppm)	Lama Tinggal
0,116	40
0,024	4
0,169	4
0,079	15
0,11	21
0,181	41
0,166	26
0,173	8
0,202	50
0,034	40
0,159	29
0,16	30
0,032	10
0,029	15
0,168	10
0,03	6

n	16
ΣXY	45,514
ΣX	1,832
ΣY	349
ΣX ²	0,275
ΣY ²	11021

Berikut perhitungannya $r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$

$$r = \frac{16(45,514) - (1,832)(349)}{\sqrt{(16(0,275) - (1,832)^2)(16(11021) - (349)^2)}}$$

$r = 0,372 \rightarrow 0,02 - 0,39$ (Rendah)

Jika dilihat pada tabel di atas, korelasi antara jumlah lama tinggal.dengan konsentrasi Pb, memiliki nilai r sebesar 0,372 yaitu antara 0,21-0,39. Jika dilihat pada tabel 14. memiliki tingkat hubungan rendah.

4.6.2 Korelasi Pearson Logam Cu

a. Korelasi antara Konsentrasi Cu dengan Jarak

Tabel 15 Korelasi antara Konsentrasi Cu dengan Jarak

Konsentrasi (ppm)	Jarak (Meter)
0,105	1000
0,01	1000
0,036	1000
0,088	1000
0,071	1500
0,017	1500
-0,027	1500
0,474	1500
0,248	500
0,145	500
0,072	500
0,06	500
0,015	2000
0,046	2000
0,022	2000
-0,003	2000

n	16
ΣXY	1464
ΣX	1,379
ΣY	20000
ΣX ²	0,345
ΣY ²	30000000
akar	17015,55

Berikut perhitungannya $r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$

$$r = \frac{16(1464) - (1,379)(20000)}{\sqrt{(16(0,345) - (1,379)^2)(16(3000000) - (20000)^2)}}$$

$$r = -0,244 \rightarrow 0,21 - 0,39 \text{ (Rendah, Berlawanan arah)}$$

Jika dilihat dari tabel di atas, hasil korelasi antara jarak pengambilan sampel dengan konsentrasi Cu, memiliki nilai r sebesar -0,244 yaitu antara 0,02 - 0,39. Jika dilihat pada tabel 15. Memiliki tingkat hubungan rendah dengan arah yang berlawanan dikarenakan hasil yang didapatkan negatif (-).

b. Korelasi antara Konsentrasi Cu dengan Jumlah Konsumsi Air Minum

Tabel 16 Korelasi antara Konsentrasi Cu dengan Jumlah Konsumsi Air

Konsentrasi (ppm)	Juml. Konsumsi Air
0,105	1,5
0,01	2,5
0,036	2
0,088	1
0,071	1
0,017	2
-0,027	2
0,474	2
0,248	1
0,145	1,5
0,072	1
0,06	2
0,015	1
0,046	1
0,022	2
-0,003	1

n	16
ΣXY	2,101
ΣX	1,379
ΣY	24,5
ΣX ²	0,345
ΣY ²	41,75

Berikut perhitungannya $r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$

$$r = \frac{16(2101) - (1,379)(24,5)}{\sqrt{(16(0,345) - (1,379)^2)(16(41,75) - (24,5)^2)}}$$

$$r = -0,011 \rightarrow 0,21 - 0,39 \text{ (Sangat Rendah, Berlawanan arah)}$$

Jika dilihat dari tabel di atas, hasil korelasi antara konsumsi air minum pengambilan sampel dengan konsentrasi Cu, memiliki nilai r sebesar -0,011 yaitu antara 0,00 - 0,19. Jika dilihat pada tabel 16. Memiliki tingkat hubungan sangat rendah dengan arah yang berlawanan dikarenakan hasil yang didapatkan negatif (-).

c. Korelasi antara Konsentrasi Cu dengan Lama Tinggal

Tabel 17 Korelasi antara Konsentrasi Cu dengan Lama Tinggal

Konsentrasi (ppm)	Lama Tinggal
0,105	40
0,01	4
0,036	4
0,088	15
0,071	21
0,017	41
-0,027	26
0,474	8
0,248	50
0,145	40
0,072	29
0,06	30
0,015	10
0,046	15
0,022	10
-0,003	6

n	16
ΣXY	34,112
ΣX	1,379
ΣY	349
ΣX^2	0,345
ΣY^2	11021

Berikut perhitungannya $r = \frac{n \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{(n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)(n \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}}$

$$r = \frac{16(34,112) - (1,379)(349)}{\sqrt{(16(0,345) - (1,379)^2)(16(11021) - (349)^2)}}$$

$r = 0,145 \rightarrow 0,00 - 0,19$ (Sangat Rendah)

Jika dilihat dari tabel di atas, hasil korelasi antara Lama tinggal dengan konsentrasi Cu, memiliki nilai r sebesar 0,145 yaitu antara 0,00 - 0,19. Jika dilihat pada tabel 17 memiliki tingkat hubungan sangat rendah..

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian, diperoleh kesimpulan yaitu :

1. Konsentrasi logam berat Pb dan Cu yang ada di rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel dinilai tidak ada yang melebihi apabila dibandingkan dengan jurnal (ppm) (A. Sukumar, 2007) Sementara dari konsentrasi Pb terdapat 4 sampel yang berada diantara range jurnal dan 12 sampel yang melebihi jurnal. Apabila dilihat dari konsentrasi Cu terdapat 2 sampel yang tidak melebihi jurnal, 6 sampel berada diantara range jurnal dan 8 sampel yang melebihi jurnal (mg/kg) ((Samanta et al., 2004)
2. Konsentrasi logam berat Pb antara 0,024 – 0,202 ppm dengan rata-rata 0,115 ppm dan 0,66 – 760,80 mg/kg dengan rata-rata 233,53 mg/kg dengan menggunakan instrument ICP-MS. Sedangkan konsentrasi logam berat Cu antara -0,027 – 0,474 ppm dengan rata-rata 0,086 ppm dan -27,26 – 474,28 mg/kg dengan rata-rata 86,22 mg/kg dengan menggunakan instrument AAS.
3. Jika dilihat berdasarkan observasi hubungan antara lama tinggal, sumber konsumsi air minum dan jumlah pemakaian air minum, semakin dekat jarak pemukiman masyarakat dengan TPA maka akan sering berdampak
4. Jika dilihat berdasarkan korelasi pearson hubungan antara konsentrasi logam berat Pb dengan jarak maka memiliki tingkat hubungan korelasi rendah dengan arah berlawanan sebesar -0,283. Sedangkan hubungan antara jumlah pemakaian air dengan konsentrasi Pb memiliki tingkat hubungan korelasi rendah yaitu 0,294. Dan hubungan antara konsentrasi Pb dengan lama tinggal memiliki tingkat hubungan korelasi rendah sebesar 0,372. Sedangkan hubungan antara konsentrasi Cu dengan jarak Memiliki tingkat hubungan rendah dengan arah yang berlawanan sebesar -0,244. Sedangkan hubungan antara jumlah pemakaian air dengan konsentrasi Cu memiliki tingkat hubungan korelasi sangat rendah dengan arah yang berlawanan yaitu -0,011. Dan hubungan antara konsentrasi Cu dengan lama tinggal memiliki tingkat hubungan sangat rendah yaitu sebesar 0,145

5.2 Saran

1. Dilakukan penelitian lanjutan Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap analisis risiko pencemaran lingkungan bagi warga sekitar yang masih menggunakan air sumur untuk kehidupan sehari-hari nya. Agar dapat mengetahui apakah masih ada kandungan logam berat yang berasal dari air lindi tersebut ada pada air tanah bahkan sampai masuk dalam tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemi, Joseph A., Adedire, Chris O., Paulelli, Ana Carolina., Jr, Airton da Cunha Martins., Ileke, Kayode David., Jr, Fernando Barbosa. 2016. Levels and daily intake of lead (Pb) and six essential elements in gari samples from Ondo State, Southwest Nigeria: A potential risk factor of health status. *Journal of Food Composition and Analysis* 45 Page 34– 38.
- Anilkumar, A., Sukumaran, D., & Vincent, S. G. T. (2015). Effect of Municipal Solid Waste Leachate on Ground Water Quality of Thiruvananthapuram District, Kerala, India. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 3(5), 151-157.
- Broekaert. J.A.C. (2002). *Analytical Atomic Spectrometry with Flames and Plasmas*. Germany:Wiley-VCH.
- Damanhuri, E., & Padi, T. 2019. *Pengelolaan Sampah Terpadu*. ITB Press.
- Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*, UI Press, Jakarta.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Banyumas. 2016. *Perencanaan Teknis Pengembangan TPA Gunung Tugel Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas*. Dinas Lingkungan Hidup, Banyumas
- E Irianti, S Hutahaean, *Seri Konferensi IOP: Ilmu dan Teknik Material* 180 (1), 012161
- Greenwald, A. G., Poehlman, T. A., Uhlmann, E. L., & Banaji, M. R. (2009). Understanding and using the Implicit Association Test: III. Meta-analysis of predictive validity. *Journal of personality and social psychology*, 97(1), 17.

- Helaluddin ABM , Khalid RS, Alaama M, Abbas SA. 2016. Main analytical techniques used for elemental analysis in various matrices. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 15(2):427-434. DOI:10.4314/tjpr.v15i2.29.
- Istarani Festri dan Ellina S. Pandebesie. (2014). Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(1), 1–6.
- Julaidy, D. 2013. PENENTUAN UNSUR DALAM RAMBUT BERDASARKAN KARAKTERISTIK POLA FLOURESENSI SINAR X (XRF). Universitas Pattimura. ISBN: 978-602-97522-0-5
- Khan N, Jeong IS, Hwang IM, Kim JS, Choi SH, Nho EY, Choi JY, Park KS, Kim KS. 2014. Analysis of minor and trace elements in milk and yoghurt by inductively coupled plasma - mass spectrometry (ICP-MS). *Journal of Food Chemistry*. 147(2014):220-224. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.09.147
- Kurniawan, A., & Mustikasari, D. (2019). Review: Mekanisme Akumulasi Logam Berat di Ekosistem Pascatambang Timah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 408. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.408-415>
- 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
- Mkumbo, S. 2012. Development of Low Cost Remediation Method for Heavy Metal Polluted Soils. Thesis, Royal Institute of Technology (KTH). Sweden.
- Palar, H. 2008. *Heavy Metal Pollution and Toxicology*. Jakarta: PT. Rineka Cipta Jakarta.
- Palar., dan Heryando.Drs, 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.

- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta
- Pearson, K. 1901. LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 2 (11), pp.559–572.
- Pramono, Gatot. 2008. Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Maros, Sulawesi Barat. Forum Geografi, 22 (1)
- Priatna, L., Hariadi, W., & Purwendah, E. K. (2019). “Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel, Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas.” Prosiding Seminar Nasional Dan Call for Papers ”Pengembangan Sumber Daya
- Priyono, Adi dan Wahyu Dwi Utomo. 2008. Pengolahan Leachate (Air Lindi) Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang Semarang Secara Anaerob. Makalah Teknik Kimia Undip , Semarang
- Royadi. 2006. Analisis Pemanfaatan TPA Sampah Pasca Operasi Berbasis Masyarakat (Studi Kasus TPA Bantar Gebang, Bekasi). Disertasi Progam Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Sekolah Pasca Sarjana IPB.
- Samanta, G., Sharma, R., Roychowdhury, T., & Chakraborti, D. (2004). Arsenic and other elements in hair, nails, and skin-scales of arsenic victims in West Bengal, India. Science of the Total Environment, 326(1–3), 33–47. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2003.12.006>
- Sari, R. N., & Afdal, A. (2017). Karakteristik Air Lindi (Leachate) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang. *Jurnal Fisika Unand*, 6(1), 93–99. <https://doi.org/10.25077/jfu.6.1.93-99.2017>
- Sudir, S., Tumaruk, Y., Taebe, B., & Naid, T. (2017). ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT As, Cd DAN Pb PADA *Eucheuma cottonii* DARI PERAIRAN
- Sukumar, A., & Subramanian, R. (2007). Relative element levels in the paired samples of scalp hair and fingernails of patients from New Delhi. Science of 47 the Total Environment, 372(2–3), 474–479. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.10.020>

- Sunarsih, E., Faisya, A. F., Windusari, Y., Trisnaini, I., Arista, D., Septiawati, D., Ardila, Y., Purba, I. G., & Garmini, R. (2018). Analisis Paparan Kadmium, Besi, Dan Mangan Pada Air Terhadap Gangguan Kulit Pada Masyarakat Desa Ibul Besar Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(2), 68. <https://doi.org/10.14710/jkli.17.2.68-73>
- Surani, R., 2002. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Kesehatan Lingkungan. Gadjah Mada University Press. Jakarta.
- Suzanto, B., & Solihin, A. (2012). Pengaruh Budaya Organisasi, Komunikasi Interpersonal dan Komitmen Organisasi terhadap Kinerja Pegawai pada Unit Network Management System Infratel PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk. *Jurnal Ekonomi Bisnis dan Entrepreneurship*, 6(2), 64-76.
- TAKALAR SERTA ANALISIS MAXIMUM TOLERABLE INTAKE PADA MANUSIA. *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, 21(3), 63–66. <https://doi.org/10.20956/mff.v21i3.6856>
- Widyasari, N., Moelyaningrum, A. D., & Pujiati, R. S. (2013). Analisis Potensi Pencemaran Timbal (Pb) Pada Tanah, Air Lindi, dan Air Tanah (Sumur Monitoring) di TPA Pakusari Kabupaten Jember. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2013*, 1–8.
- Widowati, W, Sastiono, R, dan Jusuf, R. 2008. Efek Toksik Logam (Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran). Yogyakarta: Rineka Cipta
- Wongsasuluk, P., Chotpantarat, S., Siriwong, W., & Robson, M. (2018). Using hair and fingernails in binary logistic regression for bio-monitoring of heavy metals/metalloid in groundwater in intensively agricultural areas, Thailand. *Environmental Research*, 162(November 2017), 106–118. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.024>

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 – Pengambilan Sampel



Wawancara pada warga sekitar TPA Gunung tugel yang akan menjadi objek penelitian



Pembacaan *Informed Consent*, sebagai lembar persetujuan warga yang akan menjadi objek penelitian



Penjelasan terkait pengambilan sampel, agar terhindar dari hal-hal yang tidak diinginkan



Persetujuan pengambilan sampel, sebagai tanda warga tidak terpaksa dan sukarela untuk menjadi objek penelitian



Pengambilan sampel rambut, dengan menggunakan gunting



	<p>Pemberian bingkisan kepada warga yang telah menjadi objek penelitian sebagai ucapan terima kasih.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lampiran 2 – Analisis Laboratorium

 <p>Perendaman dengan Aseton</p>	 <p>Pengeringan sampel pada Desikator</p>
 <p>Proses pengabuan dengan <i>Furnace</i></p>	 <p>Hasil dari <i>Furnace</i></p>
 <p>Penyimpanan Sampel</p>	 <p>Penyimpanan Sampel</p>

Destruksi



Pengujian ICP-MS



Pengujian AAS

Lampiran 3

HASIL UJI AAS

No	Kode Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Hasil Uji AAS Logam Berat Cu (mg/L)
1	R1	10 mL	0,026
2	R2	10 mL	0,095
3	R3	10 mL	0,011
4	R4	10 mL	0,002
5	R5	10 mL	0,010
6	R6	10 mL	0,009
7	R7	10 mL	-0,006
8	R8	10 mL	0,034
9	R9	10 mL	0,024
10	R10	10 mL	0,014
11	R11	10 mL	0,007
12	R12	10 mL	0,006
13	R13	10 mL	0,066
14	R14	10 mL	0,053
15	R15	10 mL	0,004
16	R16	10 mL	-0,002

Lampiran 4

HASIL UJI ICP MS

No	Kode Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Hasil Uji ICP-MS Logam Berat Pb (mg/L)
1	R1	10 mL	0,116
2	R2	10 mL	0,024
3	R3	10 mL	0.169
4	R4	10 mL	0,079
5	R5	10 mL	0,011
6	R6	10 mL	1,815
7	R7	10 mL	0,166
8	R8	10 mL	0,173
9	R9	10 mL	0,201
10	R10	10 mL	0,038
11	R11	10 mL	0,015
12	R12	10 mL	0,016
13	R13	10 mL	0,032
14	R14	10 mL	0,029
15	R15	10 mL	0,016
16	R16	10 mL	0.030

Lampiran 5

Kuisisioner

Nama Responden :	
Jenis Kelamin :	L/P
Umur :	
Alamat :	
RT/RW :	
Desa :	
Kecamatan :	
Lama Tinggal :	
Usia :	
Pekerjaan :	a. Petani b. Guru c. Swasta d. Lain-lain
Sumber Air Minum :	a. Galon b. Sumur
Kegunaan Air Sumur :	a. Mandi b. Masak c. Mencuci d. Minum
Penggunaan Sumber Air Lain :	a. Ya b. Tidak
Jenis Sumber Air Lain :	a. PAM b. Mata Air
Kegunaan Sumber Air Lain :	a. Mandi b. Masak c. Mencuci d. Minum

Lampiran 6**HASIL PERHITUNGAN KONSENTRASI LOGAM BERAT UJI AAS**

No	Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Logam Berat Cu (mg/L)	Konsentrasi Logam Berat Cu (mg/kg)
1	S1	10 mL	0,105	105,18
2	S2	10 mL	0,010	10,49
3	S3	10 mL	0,036	36,45
4	S4	10 mL	0,088	87,77
5	S5	10 mL	0,071	71,34
6	S6	10 mL	0,017	16,56
7	S7	10 mL	-0,027	-27,26
8	S8	10 mL	0,474	474,28
9	S9	10 mL	0,248	247,51
10	S10	10 mL	0,145	144,89
11	S11	10 mL	0,072	72,07
12	S12	10 mL	0,060	60,25
13	S13	10 mL	0,015	15,16
14	S14	10 mL	0,046	45,82
15	S15	10 mL	0,022	22,14
16	S16	10 mL	-0,003	-3,06

Lampiran 7

Hasil Perhitungan Konsentrasi Logam Berat Uji ICP-MS

No	Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Logam Berat Pb (ppb)	Konsentrasi Logam Berat Pb (ppm) (mg/L)	Konsentrasi Logam Berat Pb (mg/kg)
1	S1	10 mL	1163,063	0,116	114,86
2	S2	10 mL	241,023	0,024	0,66
3	S3	10 mL	1695,261	0,169	131,98
4	S4	10 mL	791,878	0,079	760,8
5	S5	10 mL	110,076	0,110	193,8
6	S6	10 mL	1815,051	0,181	87,74
7	S7	10 mL	1664,251	0,166	178,5
8	S8	10 mL	1731,177	0,173	609,34
9	S9	10 mL	2015,710	0,202	514,05
10	S10	10 mL	338,286	0,034	87,02
11	S11	10 mL	158,812	0,159	409,31
12	S12	10 mL	160,185	0,160	388,8
13	S13	10 mL	324,413	0,032	1,84
14	S14	10 mL	292,697	0,029	6,28
15	S15	10 mL	168,465	0,168	242,05
16	S16	10 mL	301,197	0,030	9,46

RIWAYAT HIDUP

Yuda Perdana Putra lahir di Ranai, Natuna pada 21 Juni 2000. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Yuspawi dan Endang Ardaningsih. Jenjang pendidikan yang ditempuh penulis dimulai di SDN 002 Ranai Natuna, SMPN 01 Bunguran Timur dan SMAN 01 Bunguran Timur.

Penulis diterima melalui jalur Penelusuran Siswa Berprestasi (PSB) tahun 2018 sebagai mahasiswa Teknik Lingkungan FTSP UII. Kegiatan non akademik yang diikuti penulis selama menempuh Pendidikan diantaranya: kepanitiaan Daerah (Divisi keamanan, perlengkapan, sponsorship dan dokumentasi) dan organisasi Daerah Kabupaten Natuna dan Provinsi Kepulauan Riau.