

TUGAS AKHIR
ANALISIS PAPARAN LOGAM BERAT KADMIUM
(Cd) DAN BESI (Fe) PADA PENDUDUK SEKITAR
TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) GUNUNG
TUGEL KABUPATEN BANYUMAS

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



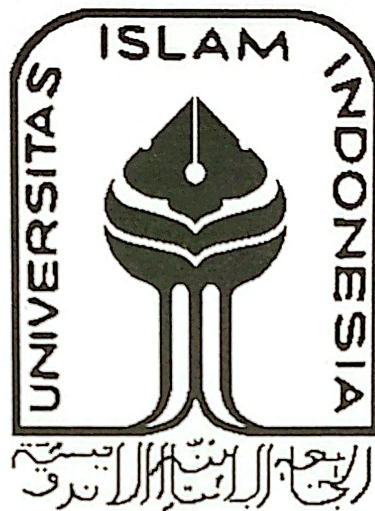
RIYANTO WICAKSONO

18513030

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

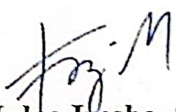
TUGAS AKHIR
ANALISIS PAPARAN LOGAM BERAT PADA
PENDUDUK SEKITAR TEMPAT PEMBUANGAN
AKHIR (TPA) GUNUNG TUGEL BANYUMAS


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



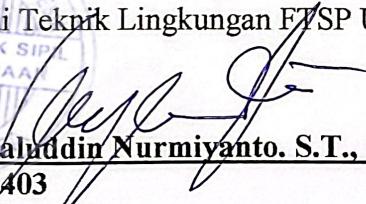
RIYANTO WICAKSONO
18513030

Disetujui,
Dosen Pembimbing


Fai Ri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 155130507
Tanggal: 13 Oktober 2022


Dr. Ir. Kasam, M.T.
NIK : 925110102
Tanggal: 13 Oktober 2022

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.eng.
NIK. 095130403
Tanggal: 22/12/2022

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PAPARAN LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) DAN
BESI (Fe) PADA PENDUDUK SEKITAR TEMPAT
PEMBUANGAN AKHIR (TPA) GUNUNG TUGEL
KABUPATEN BANYUMAS

Hari: KAMIS

Tanggal: 15 DESEMBER 2022

Disusun Oleh:

RIYANTO WICAKSONO

18513030

Penguji:

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

()

Dr. Ir. Kasam, M.T.

()

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., 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* computer 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 penyimpanan 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,

Yang membuat pernyataan,



RIYANTO WICAKSONO

NIM : 18513030

PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir. Tema yang dipilih dalam penelitian ini berjudul “Analisis Paparan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Besi (Fe) Pada Penduduk Sekitar TPA Gunung Tugel Banyumas”. Penyusunan laporan ini merupakan salah satu persyaratan akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik 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 Harsono dan Ibu Sundari Sapariyah. serta adik saya Rahma Agustina Utami atas segala doa dan dukungan yang selalu mengiringi tiap langkah dalam perjalanan hidup saya. Terima kasih sudah menjadi tempat untuk berteduh yang hangat.
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. Bapak Dr. Ir. Kasam, M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah sabar membimbing dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
5. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan pada penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc. 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 Sari, Yuda dan Fitra yang selalu memberikan dukungan selama penelitian sampai penulisan laporan tugas akhir.
8. Teman-teman seperjuangan Maba Ulung dan Gondes TL di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, dan juga terkhususnya 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,

Riyanto Wicaksono



ABSTRAK

Analisis Paparan Logam Berat Pada Penduduk Sekitar TPA Gunung Tugel Banyumas

RIYANTO WICAKSONO (18513030)

Dibimbing oleh FAJRI MULYA IRESHA, S.T., M.T. Ph.D. dan Dr. Ir. KASAM, M.T.

Lokasi penelitian dalam penelitian ini adalah TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas yang dibangun pada tahun 1983 yang saat ini telah ditutup operasionalnya pada tahun 2016. TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas ditutup karena pengolahan yang belum maksimal menggunakan metode open dumping sehingga mengakibatkan kelebihan kapasitas. Dengan berlebuhnya kapasitas sampah tersebut terdapat indikasi bahwa air lindi dari TPA yang mengandung zat – zat berbahaya logam berat mencemari sumber air dari masyarakat sekitar TPA. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengukur konsentrasi logam berat (Cd, dan Fe) dan menganalisis hubungan persebarannya dengan kondisi lama tinggal, jarak pemukiman dengan TPA, dan sumber konsumsi air minum terhadap kandungan konsentrasi logam berat yang terakumulasi pada manusia. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel Banyumas. Rambut digunakan sebagai sampel biomarker paparan logam berat. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan instrument *Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry* (ICP-MS) dan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Kemudian dianalisis dengan korelasi pearson hubungan antara kriteria dan konsentrasi paparan logam berat dan peta persebaran logam berat menggunakan *Inverse Distance Weighting* (IDW). Dari hasil penelitian ini konsentrasi rata – rata logam berat dalam sampel yaitu : Cd = 0,169 mg/L dan Fe = 0,315 mg/L.

Kata kunci: AAS, Besi (Fe), ICP-MS, Kadmium (Cd), Logam Berat, Sampel Rambut, TPA Gunung Tugel.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

Analysis Exposure Heavy Metal On Population Around Gunung Tugel Banyumas Landfill

RIYANTO WICAKSONO (18513030)

**Supervised 1 by FAJRI MULYA IRESHA, ST, MT Ph.D. and Supervised 2 by Dr. Ir.
KASAM, MT .**

The research location in this study is the Gunung Tugel Landfill, Banyumas Regency which was built in 1983 which is currently closed in 2016. Gunung Tugel Lanfill Banyumas Regency closed because the process at the landfill was not optimal this landfill use open dumping method that's make resulting in advantages capacity. As is too much waste capacity, there is indication that water leachate from landfill which contain hazardous substances heavy metals contaminate water sources from the surrounding community. This research has a purpose to measure concentration metal heavy (Cd, and Fe) and analyze connection spread with condition long stay, distance settlement with landfill, and sources of drinking water consumption on the content of heavy metal concentrations that accumulates in humans. The sample used in this research is the hair of the community around the Gunung Tugel landfill Banyumas. Hair is used as sample biomarkers of heavy metal exposure. The analytical method used in this research is use instrument *Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry* (ICP-MS) and *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Then analyzed by Pearson correlation connection among criteria and concentration exposure heavy metal and heavy metal distribution map with *Inverse Distance Weighting* (IDW). From the analysis theres a average results concentration heavy metal in the sample, Heavy metal in hair : Cd = 0.169 mg/L and Fe = 0.315 mg/L.

Keywords: AAS, Iron (Fe), ICP-MS, Cadmium (CD), Heavy metal, Hair Sample, Gunung Tugel Landfill



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

NOTASI DAN SINGKATAN

AAS	: <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>
Cd	: Kadmium
Fe	: Besi
HCl	: Asam Klorida
HNO ₃	: Asam Nitrat
ICP-MS	: <i>Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry</i>
PAM	: Perusahaan Air Minum
TPA	: Tempat Pemrosesan Akhir



DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
TUGAS AKHIR.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
PERNYATAAN	3
PRAKATA.....	4
ABSTRAK.....	6
ABSTRACT.....	8
NOTASI DAN SINGKATAN	10
DAFTAR ISI.....	11
DAFTAR GAMBAR	16
DAFTAR TABEL.....	18
DAFTAR LAMPIRAN.....	20
BAB I PENDAHULUAN.....	21
1.1 Latar Belakang	21
1.2 Rumusan Masalah	23
1.3 Tujuan Penelitian.....	23
1.4 Manfaat Penelitian.....	23
1.5 Ruang Lingkup.....	23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	25

2.1	TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas	25
2.2	Logam Berat	25
2.3	Air Tanah.....	26
2.4	Reaksi Logam Berat	26
2.4.1	Kadmium (Cd)	26
2.4.2	Besi (Fe).....	27
2.5	Sampel Rambut	27
2.6	Analisis Logam Berat.....	28
2.6.1	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS).....	28
2.6.2	Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS).....	29
2.7	Interpolasi IDW	30
BAB III METODE PENELITIAN.....		33
3.1	Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	33
3.2	Diagram Alir Penelitian	34
3.3	Metode Penelitian.....	34
3.4	Populasi dan Sampel Penelitian	35
3.4.1	Populasi.....	35
3.4.2	Sampel.....	35
3.5	Metode Pengambilan dan Pengumpulan Data.....	36
3.6	Alat dan Bahan	36
3.6.1	ICP-MS	36
3.6.2	AAS.....	37
3.7	Metode Sampling	37

3.8	Metode Analisis Data	39
3.8.1	Korelasi Pearson	39
BAB IV		41
4.1	Hasil Konsentrasi Logam Berat	41
4.2	Karakteristik Responden	41
4.2.1	Karakteristik Responden Berdasarkan Lama Tinggal	41
4.2.2	Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin	42
4.2.3	Karakteristik Responden Berdasarkan Usia.....	42
4.2.4	Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Konsumsi Air	43
4.2.5	Jarak Terhadap TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas	44
4.3	Analisis Kandungan Logam Berat	44
4.3.1	Konsentrasi Besi (Fe) pada Manusia	45
4.3.2	Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Manusia.....	49
4.4	Interpolasi Konsentrasi Logam Berat.....	54
4.4.1	Logam Berat Fe (mg/l).....	54
4.4.2	Logam Berat Cd (mg/l).....	55
4.4.3	Logam Berat Fe (mg/kg).....	56
4.4.3	Logam Berat Cd (mg/kg).....	57
4.5	Hubungan Antara Lama Tinggal, Sumber Konsumsi Air Minum dengan Konsentrasi Logam Berat.....	58
4.5.1	Logam Berat Fe.....	58
4.5.2	Logam Berat Cd	59
4.5.3	Korelasi Pearson	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		74
5.1	Kesimpulan.....	74

5.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN 1.....		81
LAMPIRAN 2.....		83
LAMPIRAN 3.....		85
LAMPIRAN 4.....		86
LAMPIRAN 5.....		87
LAMPIRAN 6.....		88
LAMPIRAN 7.....		89





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja AAS.....	29
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja ICP - MS	30
Gambar 3. 1 Peta Penelitian	33
Gambar 3. 2 Diagram Alir Metode Penelitian	34
Gambar 3. 3 Skema Umum Preparasi	38
Gambar 4. 1 Peta Titik Pengambilan Sampel	44
Gambar 4. 2 Konsentrasi Logam Berat Fe.....	47
Gambar 4. 3 Grafik Logam Berat Cd.....	51
Gambar 4. 4 Peta Analisa IDW Logam Berat Fe.....	54
Gambar 4. 5 Peta Analisa IDW Logam Berat Cd	55



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Kategori Korelasi Pearson.....	40
Tabel 4. 2 Karakteristik Responden Berdasarkan Lama Tinggal.....	42
Tabel 4. 3 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin	42
Tabel 4. 4 Karakteristik Responden Berdasarkan Usia.....	43
Tabel 4. 5 Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Konsumsi Air	43
Tabel 4. 6 Hubungan Logam Berat Fe dengan Variabel.....	58
Tabel 4. 7 Hubungan Logam Berat Cd dengan Variabel	59
Tabel 4. 8 Konsentrasi Logam Fe dengan Jarak	61
Tabel 4. 9 Perhitungan Korelasi Pearson	61
Tabel 4. 10 Konsentrasi Logam Fe dengan Jumlah Konsumsi Air Minum.....	62
Tabel 4. 11 Perhitungan Korelasi Pearson	62
Tabel 4. 12 Konsentrasi Logam Fe dengan Lama Tinggal	63
Tabel 4. 13 Perhitungan Korelasi Pearson	63
Tabel 4. 14 Konsentrasi Logam Cd dengan Jarak.....	64
Tabel 4. 15 Perhitungan Korelasi Pearson	64
Tabel 4. 16 Konsentrasi Logam Cd dengan Jumlah Konsumsi Air Minum	65
Tabel 4. 17 Perhitungan Korelasi Pearson	65
Tabel 4. 18 Konsentrasi Logam Cd dengan Jumlah Konsumsi Air Minum	66



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	81
LAMPIRAN 2	83
LAMPIRAN 3	85
LAMPIRAN 4	86
LAMPIRAN 5	87
LAMPIRAN 6	88
LAMPIRAN 7	89



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penurunan dari kualitas lingkungan merupakan dampak yang sangat dikhawatirkan dari masa perkembangan suatu kota yang terdiri dari pertambahan jumlah penduduk, yang berasal dari meningkatnya tingkat kelahiran dan kematian maupun proses perpindahan penduduk dari satu kota ke kota lainnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertambahan jumlah penduduk dalam penurunan kualitas lingkungan adalah aktivitas konsumsi yang meningkat sehingga dapat terjadinya peningkatan produksi sampah. Pengelolaan dan analisa mengenai dampak akumulasi antara sampah dengan kegiatan sehari – hari masyarakat sangat penting dilakukan karena produksi sampah akan terus meningkat dikemudian hari. (Priyono & Utomo 2008).

Unsur logam berat yang terkandung pada lindi yang akan di analisa pada penelitian kali ini adalah unsur Kadmium (Cd) dan Besi (Fe). Dengan adanya logam berat dari proses dekomposisi sampah anorganik yang terjadi di TPA Gunung Tugel ini memiliki hubungan yang erat dengan adanya pencemaran lingkungan dan kesehatan manusia sekitar. Logam yang memiliki konsentrasi tinggi dapat berbahaya apabila ditemukan di dalam lingkungan. Sumber utama dari zat pencemar logam berat ini ditemukan berasal dari air dan udara yang telah mencemari air dan tanah. Kemudian seluruh jenis kegiatan yang memanfaatkan air dan tanah yang telah terkontaminasi logam berat akan tercemar termasuk dalam kegiatan bercocok tanam yang akan terakumulasi oleh logam berat pada semua bagian dari tanaman tersebut. Yang kemudian akan terakumulasi kedalam manusia yang mengonsumsi tanaman tersebut yang dapat menimbulkan dampak gangguan kesehatan seperti penyakit kronis, kanker, gangguan ginjal hingga kematian.

Pengolahan sampah yang dimulai dari sampah yang dihasilkan, kemudian dikumpulkan, diangkut, dikelola serta dibuang. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sebagai tempat pengumpulan sampah harus memiliki kualitas yang baik sehingga tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar TPA. Berdasarkan jenis limbah yang dihasilkan oleh TPA lindi merupakan salah satu yang berdampak sangat signifikan jika dibandingkan dengan limbah jenis komunal. Proses dekomposisi sampah organik yang terjadi menghasilkan air limbah yang

dikenal sebagai air lindi. Lindi merupakan sisa dari proses dekomposisi sampah yang meliputi bahan kimia berbahaya organik dan anorganik serta terdapat mikroba patogen yang dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air tanah apabila tidak diolah lebih lanjut. Selain itu Lindi juga merupakan sumber utama dari pencemaran logam berat yang terjadi di lingkungan (Joko & Sri, 2008).

Tubuh manusia dapat terpapar logam berat yang terjadi karena berbagai cara antara lain ketika makan, menelan, bernafas atau minum zat yang mengandung timbal. Sumber air minum dapat terkontaminasi dengan timbal ketika air mengalir melalui pipa pompa yang mengandung logam berat. Logam berat merupakan zat toksik yang mudah sekali terakumulasi ke dalam organ manusia dan dapat mengakibatkan gangguan kesehatannya berupa gagal ginjal, gangguan saraf, gangguan sistem saraf otak dan kulit (DHOCNY, 2007).

Kandungan logam berat yang berasal dari kegiatan TPA ini memiliki hubungan dengan kesehatan manusia yang tinggal di sekitar TPA. Hal ini dikarenakan logam berat yang dihasilkan memiliki konsentrasi yang tinggi dan berbahaya apabila ditemukan pada ekosistem lingkungan (tanah, air dan udara). Sumber utama dari kontaminasi berasal dari udara dan air yang mencemari tanah sekitar TPA. Kemudian seluruh sumber air dan tanaman yang terdapat di dalam dan tumbuh di atas tanah akan tercemar. Yang selanjutnya akan terakumulasi pada tubuh manusia yang mengonsumsi air minum dan tanaman yang telah tercemar tersebut.

Kemudian dengan adanya permasalahan pada latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan bahwa perlu adanya analisis mengenai dampak paparan logam berat pada manusia di sekitar TPA Gunung Tugel. TPA Open dumping, Tidak ada geomembrane 87 – 2016 air meresap ke tanah karena tidak ada pengolahan air lindi. Masuk ke aliran air tanah akuifer. Sampah yang dibuang dicampur dengan berbagai jenis sampah di dalamnya. Pada radius 500 m masyarakat masih menggunakan air sumur sebagai sumber air utama dalam kebutuhan sehari – hari yaitu untuk keperluan mandi, mencuci, dan menyiram tanaman. Rambut digunakan sebagai indikator, karena logam berat yang berada pada tubuh manusia akan bertahan lama jika terdapat pada rambut. Hal ini disebabkan oleh jumlah logam dalam rambut berkorelasi dengan jumlah logam yang telah diabsorpsi oleh tubuh (Lawrence, 2001).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang, dapat dirumuskann permasalahan dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana besar konsentrasi kandungan logam berat Kadmium (Cd) dan Besi (Fe) yang terakumulasi pada masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas?
2. Apakah berhubungan antara lama tinggal, sumber konsumsi air minum dan jumlah pemakaian air minum terhadap kandungan logam berat pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kandungan logam berat Kadmium (Cd) dan Besi (Fe) pada manusia yang ada disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
2. Menganalisis hubungan antara lama tinggal, sumber konsumsi air minum dan jumlah pemakaian air minum dengan kandungan logam berat pada masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Sebagai studi literatur mengenai analisis konsentrasi dan sebaran logam berat di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
2. Dapat dijadikan referensi untuk pemerintah dan masyarakat sebagai upaya pengendalian dampak yang ditimbulkan akibat sebaran kandungan logam berat terhadap manusia di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
3. Dapat memberikan informasi dan himbauan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan logam berat yang terakumulasi pada rambut masyarakat.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini yaitu:

1. Lokasi yang digunakan pada penelitian ini di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
2. Metode sampling yang digunakan adalah *Purposive Sampling*.

3. Logam berat yang dianalisis yaitu Kadmium (Cd) dan Besi (Fe)
4. Analisis logam berat dengan menggunakan instrument *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) dan *Atomic Absorption Spectrophotometer*(AAS).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas

TPA Gunung Tugel terletak di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas. TPA yang memiliki luas sekitar 5,4 ha ini diresmi dibuka pada tahun 1983 dan resmi ditutup pada tahun 2016. Jenis sampah yang terdapat di TPA Gunung Tugel adalah sampah organik dan anorganik yang berasal dari pasar dan rumah tangga. Metode Pengolahan sampah yang terdapat di TPA Gunung Tugel menggunakan metode open dumping dan control landfill kekurangan dari metode pengolahan sampah tersebut adalah dapat merugikan lingkungan sekitarnya mulai dari pencemaran udara, tersebarnya gas methane yang menimbulkan bau busuk, timbulnya penyakit diare, dan tercemarnya air tanah karena air lindi. Karena alasan kerugian tersebut TPA Gunung Tugel resmi di tutup pada tahun 2016, karena metode open dumping dan control landfill tidak direkomendasikan karena merugikan lingkungan disekitarnya. Dengan ditutupnya TPA Gunung Tugel tersebut Pemerintah Kabupaten Banyumas melakukan Langkah awal yaitu dengan membangun Tempat pengolahan sampah terpadu (TPST) di beberapa lokasi sekitar TPA Gunung Tugel. Maksud dan Tujuan dari pembangunan TPST tersebut adalah karena TPST telah menerapkan metode baru yang dapat mengurangi dan menanggulangi dampak negatif dari metode pengolahan open dumping yaitu dengan menggunakan hangar tertutup dalam pengumpulan sampah anorganik. (Elly, 2019).

Sebagian besar TPA yang terdapat di Indonesia masih menggunakan metode Open Dumping sehingga sebagian besar TPA masih menimbulkan dampak pencemaran yang menjadi masalah utama pencemaran lingkungan. Dengan akumulasi jumlah sampah yang di produksi oleh Kabupaten Banyumas adalah 600 Ton. Sedangkan berdasarkan pernyataan dari kepala Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Banyumas mereka hanya mengangkut dan mengelola hanya sekitar 45% atau 270 ton sampah. Sehingga masih ada 200 ton yang terbengkalai atau tidak dikelola. (Elly, 2019).

2.2 Logam Berat

Logam berat merupakan unsur logam yang memiliki tingkat densitas

sebesar lebih dari 5 g/cm³ didalam air laut, logam berat terbentuk dalam keadaan terlarut dan tersuspensi. Dalam kondisi alami seperti ini, maka logam berat sangat dibutuhkan oleh organisme untuk melaksanakan pertumbuhan dan perkembangan (Effendi, 2000).

Logam berat apabila telah diserap oleh tubuh manusia maka sulit dihancurkan yang mengakibatkan logam berat tersebut akan tetap tinggal didalam tubuh hingga sampai pada proses pembuangan ekskresi. Proses ini juga terjadi pada lingkungan perairan apabila air telah terkontaminasi logam berat maka proses pengembalian kondisi perairan menjadi bersih lagi akan mengalami kesulitan (Nurventi, 2019).

2.3 Air Tanah

Air adalah sumber bahan utama yang digunakan sehari – hari dalam aktivitas manusia. ketersediaan air yang menjadi sumber utama dalam berbagai kebutuhan cenderung mengalami ketersediaan yang turun secara kualitas dan jumlahnya. Sumber daya air yang biasa selalu di perhatikan akan permasalahan ini adalah air tanah. Air tanah terbentuk karena adanya siklus hidrologi yang terjadi karena adanya aspek bio – geo – fisik serta aspek sosial – budaya yang merupakan sebuah penentuan ketersediaan air di suatu wilayah tertentu. Kualitas dan potensi suatu air tanah pada wilayah tertentu ditentukan dengan adanya sifat kimia air tanah dan persebaran sistem akuifer yang dapat dilihat melalui suatu penelitian. Faktor – faktor seperti fisika, kimia dan biologi menjadi cakupan yang mempengaruhi kualitas air tanah tersebut (Putra, 2019).

2.4 Reaksi Logam Berat

Logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya dikarenakan logam berat tidak dapat terdegradasi oleh organisme maupun lingkungan. Karena tidak dapat terdegradasi maka terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan kemudian membentuk senyawa kompleks bersamaan dengan bahan organik dan anorganik secara kombinasi dan absorpsi. Organisme maupun biota air yang hidup pada perairan yang tercemar logam berat, maka akan terakumulasi logam berat pada jaringan tubuhnya. Semakin tinggi kandungan logam yang ada pada perairan maka akan semakin tinggi kandungan logam berat yang terakumulasi dalam tubuh organisme tersebut (Karetal, 2008).

2.4.1 Kadmium (Cd)

Logam berat Kadmium merupakan sumber zat pencemar karena terdiri sifat-sifat yang tidak dapat terurai dan mudah diabsorpsi oleh organisme (Priyono, 2006). Unsur-unsur yang berpotensi beracun seperti logam berat ada di mana-mana di lingkungan. Manajemen lingkungan berbasis risiko bergantung pada pengidentifikasian sumber polusi, jalur, dan populasi yang terpapar (Jin, et al, 2019). Logam Cd seringkali digunakan pada berbagai jenis industri contohnya industri baterai, cat warna, dan lain lain (Jin, et al, 2019).

2.4.2 Besi (Fe)

Besi yang terlarut dalam air akan membentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}). Perubahan tersebut tergantung dengan kondisi pH dan oksigen pada air. Besi yang terlarut dapat membentuk senyawa tersuspensi sebagai butil koloidal yaitu, $Fe(OH)_3$, FeO , Fe_2O_3 dan lainnya (Ronquillo, 2009).

Konsentrasi besi yang terlarut dalam air apabila melebihi baku mutu maka akan menyebabkan timbulnya masalah yaitu, terdapat endapan korosif yang berupa gangguan teknis, timbulnya warna, rasa, dan bau yang tidak enak yang berupa gangguan fisik, serta menimbulkan rasa mual, merusak dinding usus, dan juga iritasi mata dan kulit yang merupakan gangguan Kesehatan (Ronquillo, 2009). Paparan dari debu Fe itu dapat terakumulasi didalam alveoli paru-paru (Yang dkk, 2005).

Besi (Fe) dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Banyaknya zat besi didalam tubuh dikendalikan oleh fase adsorpsi yang merupakan proses penyerapan. Tubuh manusia tidak dapat melakukan ekskresi zat besi, oleh karena itu sering kali dilakukannya transfusi darah, warna kulit menjadi hitam karena akumulasi fe. Air minum yang dikonsumsi oleh manusia apabila terakumulasi Fe akan menimbulkan rasa mual. Sekalipun Fe diperlukan oleh tubuh manusia, tetapi apabila dalam dosis yang besar Fe dapat merusak dinding usus. Kematian sering disebabkan oleh rusaknya dinding usus didalam tubuh manusia. Kadar Fe yang melebihi baku mutu 1 mg/l akan bersifat korosif dan iritasi pada mata dan kulit. Rambut digunakan sebagai indikator karena pada rambut dapat mengidentifikasikan akumulasi internal dan eksternal seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. (Slamet, 2004)

2.5 Sampel Rambut

Logam berat yang terakumulasi oleh tubuh manusia mempengaruhi kesehatan organ tubuh manusia antara lain hati, ginjal, kuku, rambut, tangan, kaki, dan jaringan adiposa. Logam berat yang masuk kedalam tubuh manusia biasanya akan terakumulasi oleh darah dan urine, namun apabila logam berat masuk kedalam darah dan urine tidak akan bertahan lama, hal ini disebabkan oleh logam berat akan dikeluarkan oleh proses metabolisme. Sehingga apabila akan menganalisa kandungan logam berat pada tubuh manusia akan lebih efektif jika melalui rambut.

Hal ini disebabkan oleh logam berat yang telah terakumulasi pada rambut akan mengalami absorpsi dan berkorelasi sehingga akan bertahan lama pada komponen tersebut. Sehingga rambut menjadi opsi pemilihan dalam pengambilan sampel pada tubuh manusia. Rambut menjadi pemilihan dalam pengambilan sampel organ tubuh manusia karena rambut dapat menjadi pengukuran runtutan jangka panjang. Rambut pada kulit kepala dapat menjadi sampel biologis yang tepat karena dapat menjadi sampel yang bisa memperkirakan waktu asupan serta paparan. Rambut terbentuk karena adanya sel matriks pada tubuh yang dapat menjadi unsur yang relatif konstan. Setelah adanya pembentukan akumulasi rambut dipisahkan dari tubuh sehingga komposisi dianalisa dan dapat mencerminkan kadar unsur didalam darah pada saat waktu pembentukan (Julaidy,2013)

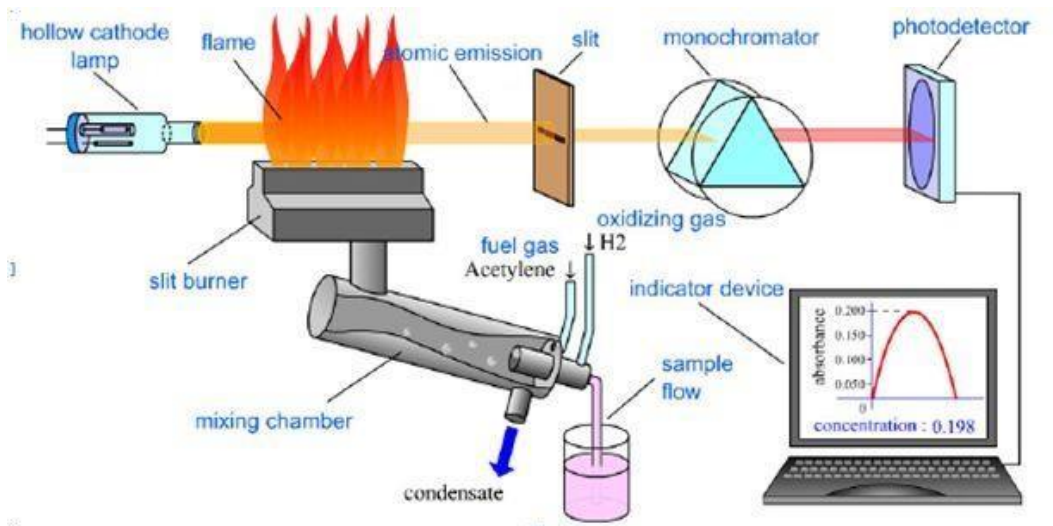
2.6 Analisis Logam Berat

2.6.1 Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)

Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) adalah instrument pada penelitian analisis yang memanfaatkan gabungan antara peralatan yang telah berkembang yaitu alat eksitasi ICP dan MS-quadropole sebagai sistem detektor. Penggabungan antara kedua instrument ini menggunakan suatu alat skimmer yaitu suatu logam tipis yang di tengah alat tersebut terdapat lubang berdiameter 60 μm . Alat ini ditempatkan di tengah – tengah pada plasma dan MS. ICP-MS merupakan seperangkat alat yang berfungsi untuk menentukan unsur dan isotop melalui simultan yang terkandung dalam berbagai jenis sampel. (Vella et al., 1993)

Prinsip kerja dari instrument ICP MS dengan menyatukan ICP suhu tinggi sumber dengan spectrometer massa. ICP sumber bekerja mengubah atom dari unsur didalam sampel menjadi ion. Kemudian ion ini dipisahkan dan terdeteksi oleh

spektrometer massa. ICP MS sudah digunakan diberbagai bidang seperti industry, makanan, kesehatan, lingkungan, dan geologi. ICP MS memiliki komponen penting yang terdiri dari ICP, lensa, mass analyzer, interface dan detektor (Date, A.R., Gray A. L, 1989).



Gambar 2. 1 Prinsip Kerja ICP-MS

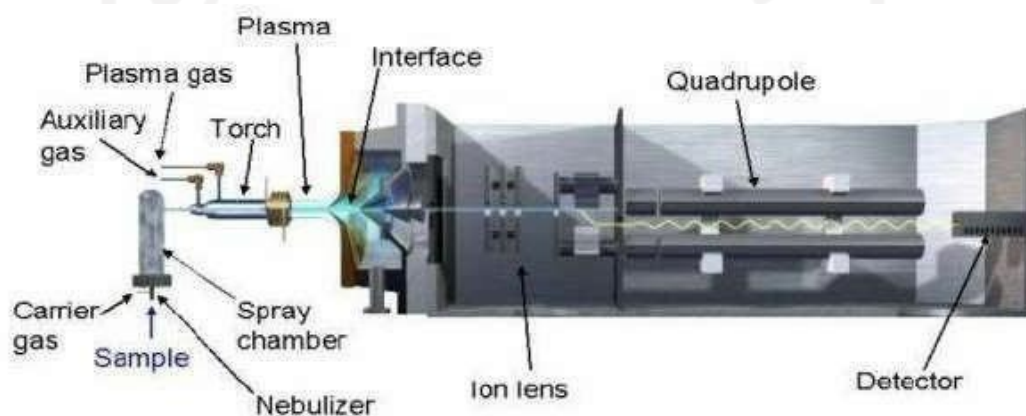
2.6.2 Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

Prinsip Kerja *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) atau Spektroskopi Serapan Atom merupakan alat instrument untuk mengukur konsentrasi atau kandungan dari unsur kimia sampel yang telah diperoleh dari lingkungan dengan mengukur radiasi yang diserap oleh unsur kimia sampel tersebut. Metode ini merupakan metode yang cukup sering dilakukan untuk melakukan analisa logam berat karena motif yang sederhana, sensitif dan selektif (Broekaert, 2002).

Prinsip kerja spektroskopi serapan atom yaitu dengan cara menggunakan penyerapan energi radiasi yang berasal dari sumber radiasi (lampu), oleh atom di dalam kondisi elektron dasar (ground state). Sinar lampu yang menghasilkan energi radiasi tersebut memancarkan spektrum atom yang kemudian timbul reaksi oleh unsur analit dengan energi yang diserap secara resonansi. Unsur analit tersebut berubah menjadi atom didalam atomizer. Pada saat cahaya radiasi melewati awan atom, atom – atom tersebut menyerap sinar *ultraviolet* (UV) yang kemudian menyebabkan transisi energi elektronik yang lebih tinggi. Monokromator memilih satu gelombang panjang khas dari unsur kimia yang ditentukan. Detektor kemudian

mengukur dan memberi informasi mengenai jumlah penyerapan yang terjadi. Jumlah sinar yang terindikasi menunjukkan jumlah analit pada unsur kimia yang ditentukan tersebut (Sarkar, 2002).

Metode analisa yang digunakan oleh instrument ini memiliki prinsip pada absorpsi cahaya yang ditimbulkan oleh atom. Atom – atom tersebut menyerap cahaya dengan menunjukkan panjang gelombang tertentu tergantung pada unsur kimia yang diteliti. Sinar yang diserap adalah sinar *ultraviolet* (UV) dan sinar tampak. Metode ini biasa digunakan dalam penelitian total analit sampel air minum, air tanah, air limbah, air permukaan, tanah, sedimen dan lumpur. (Irianti, 2017)



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja ICP - MS

2.7 Interpolasi IDW

IDW (*Inverse Distance Weighting*) merupakan interpolator deterministic dengan mempertimbangkan titik disekitarnya (Bronowicka-Mielniczuk *et al.*, 2019). IDW memperoleh nilai dengan cara mengansumsikan setiap nilai titik memiliki bobot yang berkurang jika jarak pada titik yang terukur semakin jauh jaraknya (Singh and Verma, 2019). Metode ini dinilai sangat baik dalam menunjukkan estimasi dalam menilaidata dengan jarak yang paling dekat (Ahmad *et al.*, 2021). Karena metode ini dapat dikombinasikan atau dioptimalkan menggunakan RMS (*Root Mean Square*) terendah dengan mengubah nilai power. IDW tidak dapat menunjukkan nilai diatas nilai maksimum dan nilai dibawah nilai minimum (Bashir *et al.*, 2015). Kelebihan dari metode ini adalah dapat beroperasi dengan sangat baik sesuai titik yang dimasukkan didalam data dan dapat terdistribusi dengan merata. (Gentile *et al.*, 2013).

Pemetaan pada penelitian ini dilaksanakan menggunakan data primer konsentrasi logam berat (Fe, dan Cd). Sampel rambut diambil dengan cara observasi secara langsung di lapangan. Metode interpolasi IDW ini digunakan untuk mengetahui estimasi nilai konsentrasi persebaran logam berat di area sekitarnya yang tidak diambil sampelnya.





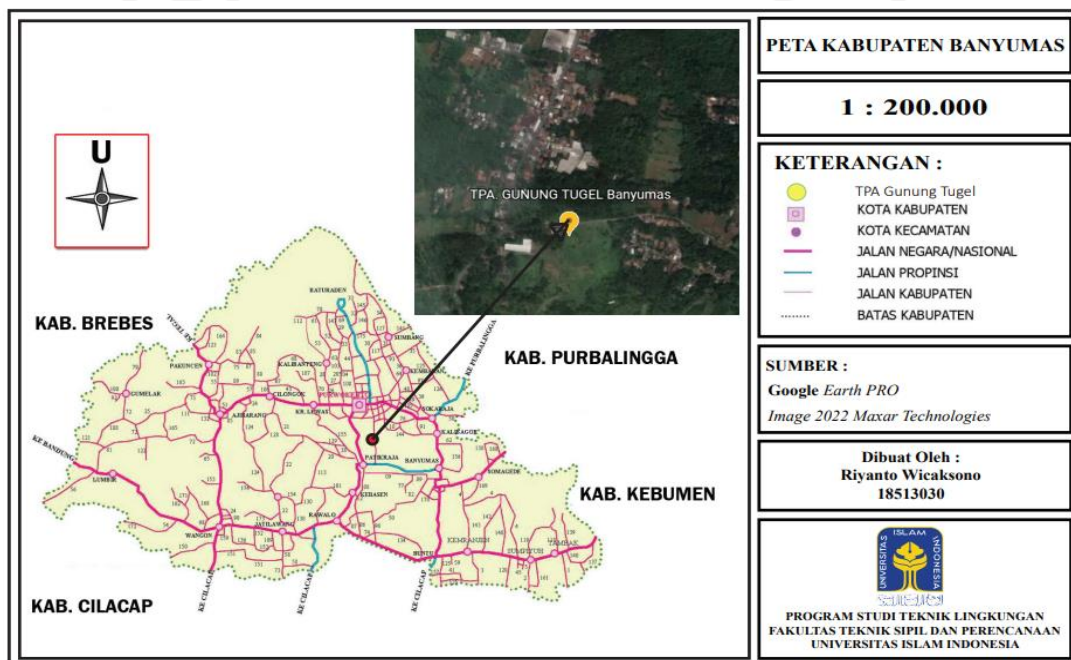
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

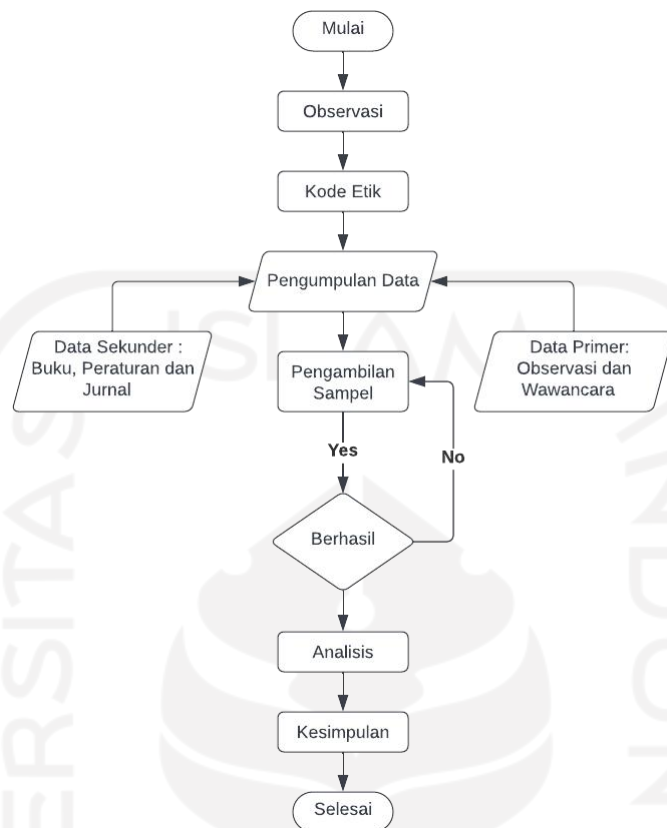
Pelaksanaan penelitian dilaksanakan disekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel Banyumas yang terletak di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah dengan pembagian zona area pengambilan titik sampel yang dapat dilihat pada denah terlampir. Penelitian dimulai dari bulan maret hingga pengumpulan laporan pada bulan november.



Gambar 3. 1 Peta Penelitian

3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3. 2 Diagram Alir Metode Penelitian

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dan metode kualitatif. Metode penelitian kuantitatif digunakan dengan maksud dan tujuan untuk menguji teori, menunjukkan variabel dengan variabel lainnya serta mendeskripsikan karakteristik. Metode penelitian kualitatif yaitu merupakan metode pada pengamatan yang terjadi secara alamiah yang kemudian akan dianalisa (Subana, 2005). Pada penelitian ini juga menggunakan metode lain yaitu Purposive Sampling yang akan dianalisis dan diambil oleh peneliti. Metode Purposive Sampling digunakan karena metode penelitian ini menggunakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono:86, 2016).

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi

Populasi yang digunakan pada penelitian ini meliputi seluruh masyarakat yang bertempat tinggal disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.

3.4.2 Sampel

Sampel penelitian merupakan subjek pilihan yang berasal dari populasi masyarakat yang bertempat tinggal disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Sampel ditentukan berdasarkan sumber air yaitu sumur yang tersebar di lokasi sampling disekitar TPA Gunung Tugel.

Sampel yang diambil pada penelitian ini adalah sampel rambut yang diperoleh dari masyarakat yang tinggal disekitar TPA Gunung Tugel. Titik sampel yang akan diambil terdapat 3 titik, yaitu dibagi menjadi jarak 500 meter, 1000 meter, dan 1500 meter. Titik jarak tersebut diambil karena lokasi dari sumber air sumur yang tersebar pada sekitar TPA Gunung Tugel. Pada masing masing titik sampel yang telah ditentukan tersebut sampel yang diambil adalah 4 sampel sesuai dengan kriteria. Pengambilan sampel menggunakan purposive sampling yang memiliki definisi yaitu teknik menentukan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu. Jumlah sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah 16 sampel karena pada penelitian sebelumnya sudah dilaksanakan penelitian sampel rambut sejumlah 27 sampel rambut sehingga untuk jumlah keseluruhan sampel adalah 43 sampel, apabila dilihat dari kriteria menurut Roscoe dalam Sugiono (2012, halaman 91) untuk ukuran jumlah sampel yang layak didalam sebuah penelitian adalah 30 sampai dengan 500, apabila sampel dibagi menjadi beberapa kategori maka jumlah minimal sampel adalah 30 sampel.

A) Kriteria sampel pada penelitian ini adalah:

1. Lama tinggal masyarakat minimal 5 tahun.
2. Berusia pada rentang Dewasa (12 – 60 Tahun)
3. Menggunakan air tanah sebagai sumber kebutuhan sehari – hari.
4. Bersedia untuk menjadi subjek penelitian setelah diberikan informasi terkait penelitian dan menandatangani lembar persetujuan.

B) Kriteria Eksklusi

1. Warga sekitar yang sedang menderita penyakit
2. Tidak bersedia menjadi responden

3.5 Metode Pengambilan dan Pengumpulan Data

Pengambilan dan pengumpulan data dibagi menjadi 2 jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil secara langsung dengan menggunakan pengamatan fisik di lapangan dan wawancara dalam bentuk kuisioner data pribadi yang akan diisi oleh masyarakat yang berada disekitar lokasi penelitian. Pengumpulan data primer dilaksanakan secara langsung ke lapangan dengan mengambil sampel rambut yang berasal dari tubuh masyarakat disekitar lokasi penelitian dan wawancara terkait kuisioner yang berisi nama, jenis kelamin, umur, alamat, lama tinggal, usia, pekerjaan, sumber air minum, kegunaan air sumur, penggunaan air lain, jenis sumber air lain, kegunaan sumber air lain. Data sekunder adalah data yang mendukung data primer yang sumbernya berasal dari jurnal, buku, dan lembaga terkait yaitu berupa data kependudukan berdasarkan umur, pendidikan, dan jenis kelamin menurut BPS Kabupaten Banyumas, studi literatur terkait pengertian, proses akumulasi, langkah penelitian, dll.

3.6 Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sisir, gunting rambut, kertas label, kertas saring, Erlenmeyer 100 ml, Labu ukur 50 ml, Gelas ukur 100 ml, ziplock, penjepit tabung, pipet ukur 2 ml, 5 ml, 10 ml, timbangan elektrik, pipet tetes, *Inductively Coupled Plasmas Mass Spectrometry* (ICP-MS), *hot plate*, dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) merk GBC. Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah rambut, sabun cair,, larutan aseton, air ionisasi, aseton, aquades ultrapure, HNO₃, dan HCl.

3.6.1 ICP-MS

Alat yang digunakan dalam menggunakan instrument ICP-MS yaitu: gunting rambut, penjepit tabung, *ziplock* label, kantong plastic, wadah pipet ukur 5 mL dan 10 mL, pipet tetes, pengaduk kaca, Erlenmeyer 100 mL, timbanganelektrik, desikator, kertas saring, *hotplate* dan instrument *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS). Bahan yang digunakan dalam mennggunakan instrument ICP-MS yaitu: aquades ultrapure, aseton, HNO₃, dan HCl.

3.6.2 AAS

Alat yang digunakan dalam menggunakan instrument AAS yaitu: gunting rambut, penjepit tabung, *ziplock* label, kantong plastic, wadah pipet ukur 5 mL dan 10 mL, pipet tetes, pengaduk kaca, Erlenmeyer 100 mL, timbangan elektrik, desikator, kertas saring, *hotplate* dan instrument *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Bahan yang digunakan dalam menggunakan instrument AAS yaitu: aquades ultrapure, aseton, HNO₃, dan HCl.

3.7 Metode Sampling

Sampel yang diambil dilaksanakan secara acak yang berasal dari masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Setiap masyarakat yang bersedia untuk dijadikan responden kemudian diambil rambut yang akan dimasukkan kedalam kantong plastik yang sudah diberi label. Setelah itu dilaksanakan wawancara pencatatan data pribadi dari responden dengan mewawancarai nama, umur, lama waktu tinggal disekitar TPA, pekerjaan, dan berapa lama sudah bekerja. Prosedur dalam pemotongan, pengambilan, pembersihan serta penyimpanan menggunakan prosedur yang telah di rekomendasikan oleh badan IAEA (*International Atom Energy Agency*).

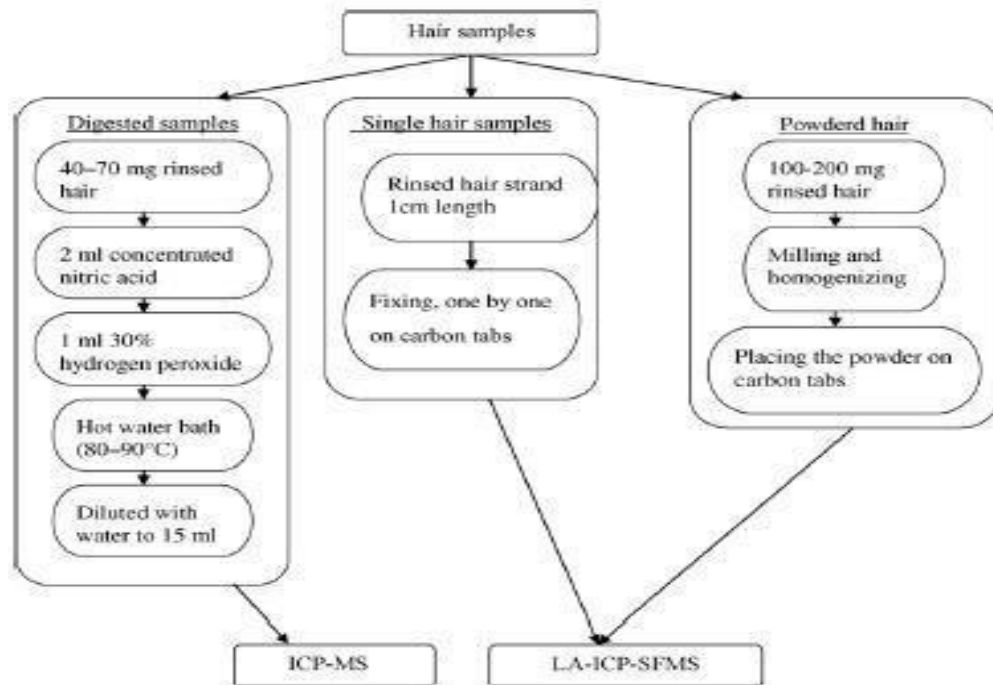
3.8 Analisis Kandungan Logam Berat Menggunakan *Inductively Coupled Plasmas Mass Spectrometry* (ICP-MS)

Pengukuran dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Langkah – langkah dalam menyiapkan sampel hingga tahap analisa adalah sebagai berikut:

- Preparasi sampel rambut dengan menggunakan instrument *Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry* (ICP-MS)
 1. Sampel rambut yang telah dikumpulkan dari masyarakat sekitar yang tinggal di Kawasan TPA Gunung Tugel kemudian dicuci menggunakan sabun cair. Yang memiliki tujuan untuk menghilangkan senyawa organik yang terkandung pada rambut tersebut.
 2. Kemudian rambut dikeringkan. Setelah kering, rambut dipotong dengan ukuran panjang 5 mm dan di cuci menggunakan larutan aseton. Yang

memiliki tujuan untuk menghilangkan adanya senyawa kontaminasi dari eksternal.

3. Setelah dicuci dengan larutan aseton kemudian sampel rambut dibilas sebanyak 3 kali menggunakan larutan deionisasi.
4. Sampel rambut dengan berat 100 mg dimasukkan kedalam kantong polietilen dan dikeringkan didalam oven listrik pada suhu 50°C Selama kurang lebih 2 jam.
5. Setelah kering kemudian sampel rambut dengan berat 100 mg dimurnikan dengan larutan asam nitrat 65% HNO₃ dan H₂O₂ sejumlah 10 ml
6. Setelah itu sampel siap dianalisa menggunakan instrument ICP-MS.



Gambar 3. 3 Skema Umum Preparasi

3.9 Analisis Kandungan Logam Berat Menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Pengukuran dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Teknik Sipi dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Langkah – Langkah dalam menyiapkan sampel hingga tahap analisa adalah sebagai berikut:

- Preparasi sampel rambut dengan menggunakan instrument Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

1. Sampel rambut yang telah dikumpulkan dari masyarakat sekitar yang tinggal di Kawasan TPA Gunung Tugel kemudian dicuci menggunakan sabun cair. Yang memiliki tujuan untuk menghilangkan senyawa organik yang terkandung pada rambut tersebut.
2. Kemudian sampel rambut dikeringkan. Setelah kering, rambut dipotong dengan ukuran panjang 5 mm dan dicuci menggunakan larutan aseton selama 15 menit dan diaduk menggunakan pengaduk kaca.
3. Kemudian sampel rambut dibilas sebanyak 3 kali menggunakan larutan aquades.
4. Selanjutnya dikeringkan pada suhu ruangan selama 3 hari didalam desikator vacuum.
5. Sampel rambut yang telah dikeringkan kemudian ditimbang sejumlah 1 gr dan dimasukkan kedalam cawan porselen yang kemudian dipanaskan didalam furnace di suhu 600 °C selama 4 jam sehingga terjadi proses pengabuan.
6. Sampel yang telah menjadi abu kemudian dicampur menggunakan larutan $\text{HNO}_3 : \text{HCl} = 1 : 3$ sejumlah 10 ml hingga larut. Kemudian sampel rambut dipanaskan menggunakan hot plate sehingga larutan menjadi jernih dan tidak berwarna serta keluaranya asap putih.
7. Dinginkan sampel, kemudian sampel diencerkan menggunakan labu ukur 25 ml hingga tanda batas. Kemudian dikocok hingga menjadi homogen dan dimasukkan kedalam botol sampel.
8. Kemudian sampel yang telah dimasukkan kedalam botol sampel siap dianalisa menggunakan alat AAS.

3.8 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini metode analisis data yang digunakan yaitu menggunakan instrument AAS dan instrument ICP-MS. Yang kemudian dari data yang tersebut dapat dihasilkan peta persebaran menggunakan analisis interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighting*) dan Korelasi Pearson pada pencemaran logam berat pada air tanah masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.

3.8.1 Korelasi Pearson

Keterkaitan antar dua variabel dapat diuji menggunakan koefisien korelasi. Salah satunya adalah menggunakan koefisien korelasi Pearson (PCCA). Korelasi ini dapat memperoleh nilai dengan cara membagi kovarian antar dua variabel

dengan standar deviasinya. Koefisien korelasi pearson dapat digunakan dalam menghitung aerografi, polusi, serta biologi (Lou et al., 2017). Korelasi ini dapat digunakan untuk mengukur hubungan antara variabel jarak dan kemungkinan sumber pencemar logam berat (Omwence et al., 2018)

Analisis korelasi pearson dilakukan untuk mengetahui perbedaan jarak sumber pencemar. Jarak sumber pencemar logam berat dilakukan dengan menggunakan metode. Analisis korelasi dilakukan untuk 16 jumlah sampel rambut yang di ambil dari penduduk bertempat tinggal disekitar TPA Gunung Tugel Banyumas.

Korelasi person dapat menghasilkan sebuah koefisien yang berfungsi untuk menetapkan kuat atau tidaknya sebuah 2 variable yang linier. Apabila 2 variable yang diukur tidak selaras maka tidak adanya hubungan antara kedua variable tersebut (Firdaus,2009). (Firdaus,2009) menyimpulkan sebuah parameter kategori untuk menghitung 2 variabel yang dijadikan objek penelitian, parameter kategori tersebut adalah:

Tabel 4. 1 Kategori Korelasi Pearson

Nilai Mutlak Korelasi (r)	Tingkat Hubungan
0	Tidak Berkorelasi
0,01 – 0,20	Sangat Rendah
0,21 – 0,40	Rendah
0,41 – 0,60	Agak Rendah
0,61 – 0,80	Cukup
0,81 – 0,99	Tinggi
1	Sangat Tinggi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Konsentrasi Logam Berat

Tempat Pembuangan Akhir atau biasa disebut dengan (TPA) menghasilkan air lindi. Air lindi yang dihasilkan oleh TPA apabila tidak diolah dengan baik maka akan mencemari tanah hingga masuk ke air tanah. Kandungan yang ada didalam air lindi sebagai zat pencemar adalah logam berat yang berasal dari air sisa – sisa uraian sampah baterai, aki, atau kaleng yang memiliki zat logam didalamnya. Jika logam berat yang terdapat pada air lindi tersebut telah mencemari air tanah maka sumber air bersih yang berasal dari sumur – sumur penduduk sekitar TPA yang pada umumnya digunakan oleh warga untuk kepentingan sehari – hari seperti konsumsi air minum dapat tercemar.

Pada penelitian ini parameter logam berat yang diuji adalah Besi (Fe) dan Kadmium (Cd). Sampel yang telah dilaksanakan proses destruksi kemudian dibaca konsentrasi logam beratnya menggunakan instrument AAS dan ICP-MS. Hasil uji logam berat pada sampel rambut pada pembacaan instrumen AAS memiliki hasil konsentrasi logam berat Fe berkisar 0,051 – 0,783 ppm (mg/L) . Sedangkan untuk hasil pembacaan instrumen ICP-MS memiliki hasil konsentrasi logam berat Cd berkisar 0,0084 – 1,9779 ppm (mg/L)

4.2 Karakteristik Responden

Penjelasan pada karakteristik responden digunakan untuk memberikan gambaran mengenai keragaman dan identitas responden penelitian. Responden yang dimaksud adalah warga atau masyarakat yang tinggal atau bermukim di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas yang bersedia untuk menjadi objek penelitian dan diambil sampel rambutnya. Karakteristik untuk responden terdapat beberapa hal yaitu: lama tinggal, jenis kelamin, usia, konsumsi air minum, dan jarak pemukiman dari TPA.

4.2.1 Karakteristik Responden Berdasarkan Lama Tinggal

Keragaman responden berdasarkan lama tinggal dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 2 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

Sumber: Data Primer

Berdasarkan table 4.1 tersebut dapat dilihat dan diketahui bahwa responden yang tinggal pada rentan waktu 10 tahun kebawah berjumlah 6 orang/responden, pada rentang 11-30 tahun berjumlah 6 orang/responden dan pada rentang 30 keatas berjumlah 4 orang.

4.2.2 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Keragaman responden berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 3 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
Laki-laki	11	69
Perempuan	5	31
Total	16	100

Sumber: Data Primer

Berdasarkan table 4.2 tersebut dapat dilihat dan diketahui bahwa respondendengan jenis kelamin laki laki berjumlah 11 orang/responden dan responden perempuan sebanyak 5 orang/responden. Karena pada pengambilan sampel yang dilaksanakan pada hari libur kerja sehingga mayoritas laki – laki sedang berada dirumah.

4.2.3 Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

Karakteristik responden berdasarkan usia digunakan untuk mengetahui rentan usia dari responden. Keragaman responden berdasarkan usia dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 4 Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

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

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel 4.3 diatas dapat diketahui bahwa untuk usia responden pada rentang usia 20 – 40 berjumlah 8 orang dengan persentase 50%, dan pada rentang usia 41 – 60 berjumlah 8 orang dengan persentase 50%. Dengan demikian dapat dilihat dari kedua rentang usia tersebut memiliki jumlah responden yang sama.

4.2.4 Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Konsumsi Air

Karakteristik responden berdasarkan sumber konsumsi air digunakan untuk mengetahui sumber air yang digunakan warga atau masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel. Keragaman responden berdasarkan sumber konsumsi air minum dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 5 Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Konsumsi Air

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

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa sumber air yang digunakan oleh warga atau masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas adalah Air Tanah, PDAM dan Keduanya. Untuk yang menggunakan sumber air PDAM berjumlah 7 orang atau responden, untuk yang menggunakan sumber Air Tanah berjumlah 5 orang atau responden, dan untuk yang menggunakan kedua sumber air

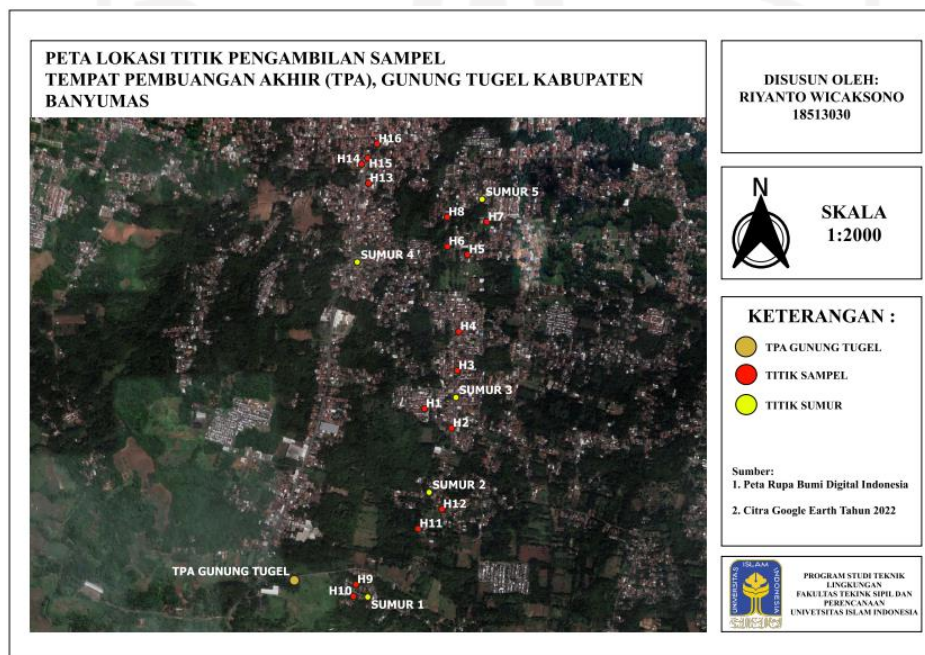
yaitu Air Tanah dan PDAM berjumlah 4 orang.

4.2.5 Jarak Terhadap TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas

Karakteristik terhadap TPA digunakan untuk mengetahui jarak tempat tinggal responden dari lokasi TPA Gunung Tugel. Hal ini diperlukan untuk mengetahui apakah jarak lokasi tempat tinggal dapat mempengaruhi kontaminasi terhadap logam berat. Jarak yang diambil dalam penelitian ini adalah jarak 500 meter, jarak 1000 meter, jarak 1500 meter, dan jarak 2000 meter dari TPA Gunung Tugel. Dengan jarak tersebut diambil 4 sampel dari masing – masing jarak yang ditentukan Parameter logam berat yang diuji adalah logam berat Cd dan Fe.

4.3 Analisis Kandungan Logam Berat

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan disekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel Banyumas yang terletak di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Pada penelitian ini titik sampel dibagi menjadi 4 titik pengambilan sampel yang ditentukan berdasarkan jarak dari TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas dan lokasi persebaran sumur disekitar pemukiman masyarakat. Pada setiap jarak dan lokasi persebaran sumur disekitar TPA Gunung Tugel banyumas tersebut ditentukan pengambilan 4 sampel dengan jenis sampel rambut masyarakat sekitar TPA. Parameter logam berat yang akan diteliti adalah logam berat Cd dan Fe. Sampel yang telah diperoleh akan diteliti dan dianalisis menggunakan instrument AAS dan ICP-MS.



Gambar 4. 1 Peta Titik Pengambilan Sampel

4.3.1 Konsentrasi Besi (Fe) pada Manusia

Besi yang terlarut dalam air akan membentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}). Perubahan tersebut tergantung dengan kondisi pH dan oksigen pada air. Besi yang terlarut dapat membentuk senyawa tersuspensi sebagai butil koloidal yaitu, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeO , Fe_2O_3 dan lainnya (Ronquillo, 2009).

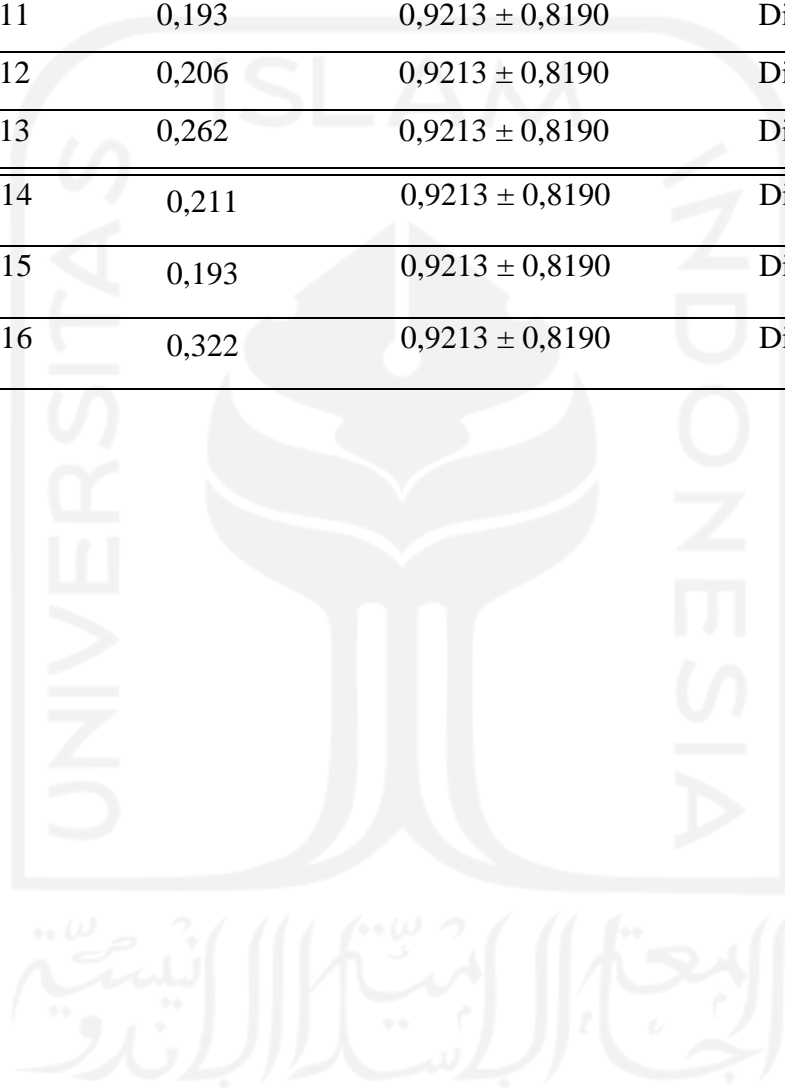
Didalam tubuh manusia terdapat ion logam yang memiliki peran dalam menunjang fungsi kehidupan. Salah satunya adalah Logam Besi (Fe), Besi merupakan logam yang terdapat pada pembuluh darah manusia. Jika kadar besi terlalu rendah maka dapat menjadi suatu indikasi dalam diagnosa suatu penyakit atau defisiensi. Kebutuhan Fe pada pria dewasa yaitu sekitar 1 mg/hari, Fe biasanya diekskresikan melalui saluran pencernaan dalam metabolisme urine dan kulit. (Yang dkk, 2005).

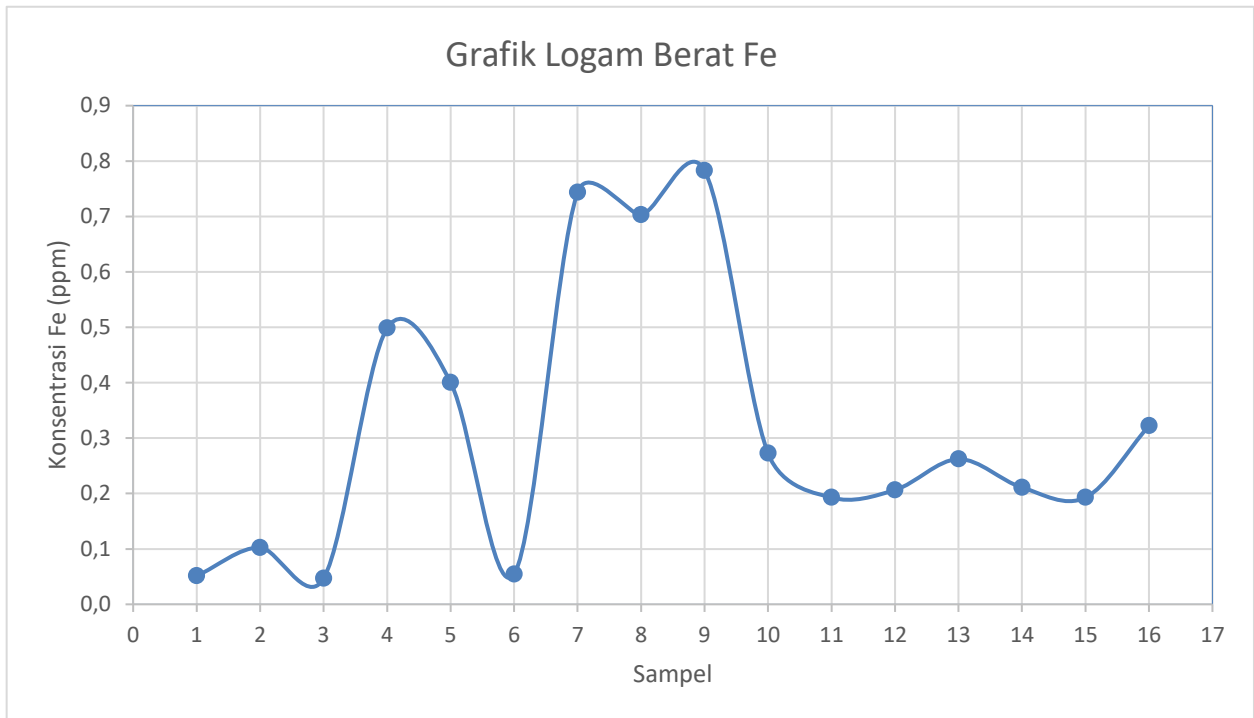
Besi (Fe) dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Banyaknya zat besi didalam tubuh dikendalikan oleh fase adsorpsi yang merupakan proses penyerapan. Tubuh manusia tidak dapat melakukan ekskresi zat besi, oleh karena itu sering kali dilakukannya transfusi darah, warna kulit menjadi hitam karena akumulasi fe. Air minum yang dikonsumsi oleh manusia apabila terakumulasi Fe akan menimbulkan rasa mual. Sekalipun Fe diperlukan oleh tubuh manusia, tetapi apabila dalam dosis yang besar, Fe dapat merusak dinding usus, kematian sering disebabkan oleh rusaknya dinding usus didalam tubuh manusia. Kadar Fe yang melebihi baku mutu 1 mg/l akan bersifat korosif dan iritasi pada mata dan kulit. Rambut digunakan sebagai indikator karena pada rambut dapat mengidentifikasi akumulasi internal dan eksternal. (Slamet,2004).

Tabel 4. 5 Konsentrasi Logam Berat Fe

Kode Sampel	Kandungan Fe (ppm)	(Zeba F. Alam et al 2017.) (ppm)	Keterangan
H1	0,051	$0,9213 \pm 0,8190$	Dibawah Range
H2	0,103	$0,9213 \pm 0,8190$	Dibawah Range
H3	0,047	$0,9213 \pm 0,8190$	Dibawah Range
H4	0,498	$0,9213 \pm 0,8190$	Dibawah Range

H5	0,401	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H6	0,054	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H7	0,744	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H8	0,703	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H9	0,783	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H10	0,273	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H11	0,193	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H12	0,206	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H13	0,262	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H14	0,211	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H15	0,193	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range
H16	0,322	0,9213 ± 0,8190	Dibawah Range





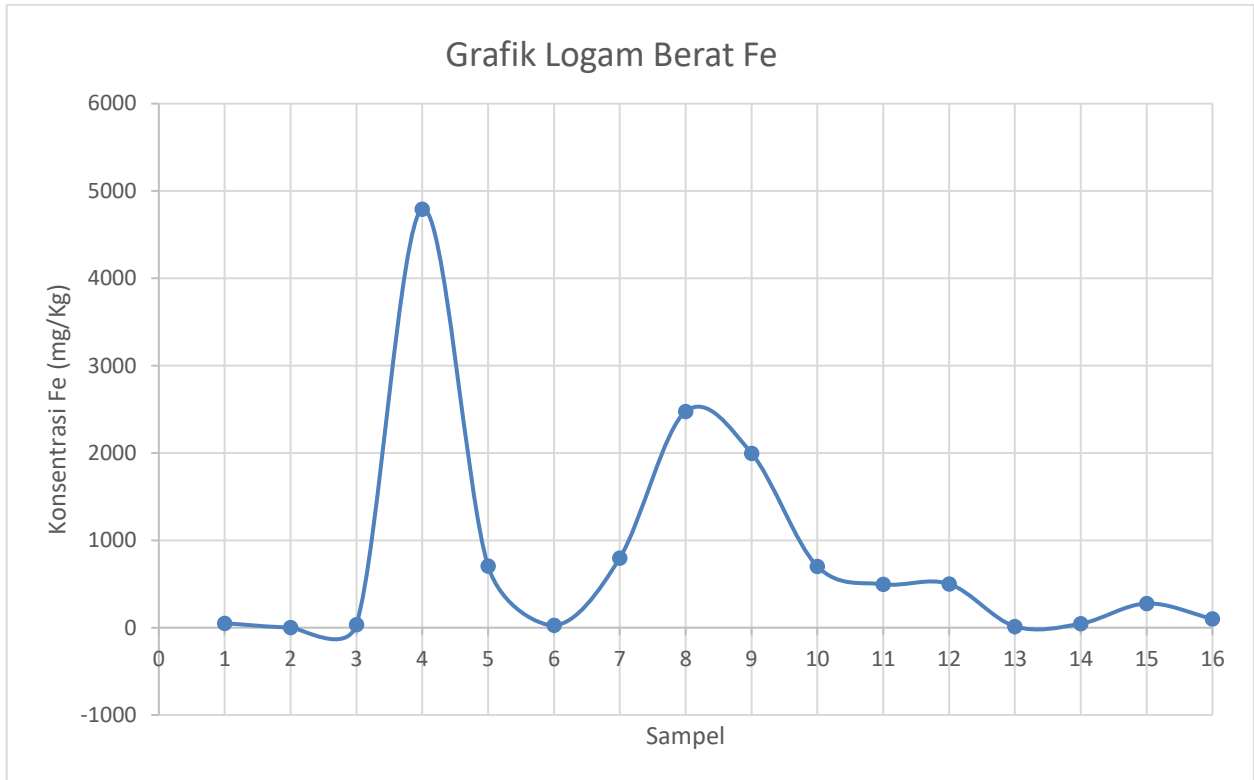
Gambar 4. 2 Konsentrasi Logam Berat Fe (mg/l)

Konsentrasi Fe yang ada pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan uji dan analisis menggunakan instrument AAS berkisar antara 0,051 - 0,783 ppm (mg/L). Berdasarkan tabel diatas apabila dibandingkan dengan jurnal pbanding dengan konsentrasi $0,9213 \pm 0,8190$ ppm (mg/L) kandungan Logam berat Fe dari 16 sampel yang diambil seluruh sampel berada dibawah range. Hal tersebut dikarenakan pada penelitian (Zeba Alam et al, 2017) ini mengambil sampel pada masyarakat yang mengkonsumsi makanan produk ikan yang di panen didekat pengolahan limbah elektronik, sehingga pada penelitian tersebut memiliki indikasi atau asumsi bahwa pola makan dan nutrisi dari responden mempengaruhi kadar logam berat yang terpapar pada para responden, hal ini diperkuat juga bahwa logam berat Fe paling tinggi terakumulasi pada hati ikan (El Moselhy et al. 2014). Selain itu, limbah *e-waste* ini termasuk kedalam golongan limbah B3, kategori limbah ini juga memiliki komponen yang kompleks berisi beragam kandungan logam berat seperti berilium, timbal, merkuri, kromium, cadmium, arsenic, dan lainnya. Apabila limbah *e-waste* terpapar pada tubuh manusia akan menyebabkan berbagai penyakit yang dapat meracuni tubuh manusia (Astuti W. 2013). Untuk kadar maksimum terdapat pada sampel H9 dengan konsentrasi 0,783 ppm (mg/L)

sedangkan untuk konsentrasi minimum terdapat pada sampel H1 dengan konsentrasi 0,051 ppm (mg/L).

Tabel 4. 6 Konsentrasi Logam Fe

Kode Sampel	Kandungan Fe (mg/kg)	(Tokumaru. 2017) (mg/kg)	Keterangan
H1	50,74	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H2	2,83	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H3	36,47	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H4	4791,85	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H5	705,15	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H6	26,28	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H7	797,94	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H8	2475,50	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H9	1996,97	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H10	702,55	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H11	496,96	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H12	500,89	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H13	14,90	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H14	45,33	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H15	277,04	0,0241 – 0,391	Diatas Range
H16	101,47	0,0241 – 0,391	Diatas Range



Gambar 4. 3 Grafik Logam Berat Fe (mg/kg)

Konsentrasi Fe yang ada pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan uji dan analisis menggunakan instrument AAS berkisar antara 2,83 – 4791,85 (mg/Kg). Berdasarkan tabel diatas apabila dibandingkan dengan jurnal pembeding dengan konsentrasi 0,0241 – 0,391 ppm (mg/Kg) kandungan Untuk kadar maksimum terdapat pada sampel H4 dengan konsentrasi 4791,85 (mg/Kg) sedangkan untuk konsentrasi minimum terdapat pada sampel H2 dengan konsentrasi 2,83 (mg/Kg).

4.3.2 Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Manusia

Pada tubuh, manusia tidak memerlukan kadmium (Cd) dalam proses metabolisme. Maka dari itu apabila terdapat Cd didalam tubuh manusia sekecil apapun kandungannya maka dapat bersifat racun bagi tubuh. Tubuh manusia tidak memiliki zat pertahanan atau mekanisme untuk melindungi diri dari penyerapan kadmium, sehingga apabila telah terpapar oleh kadmium tubuh manusia akan melakukan penyerapan dengan jumlah yang tidak terbatas (Connel dan Miller, 1995).

Secara umum proses kontaminasi pada tubuh manusia oleh Cd terjadi pada kurun waktu 10 – 30 tahun hingga dapat menuju organ. Fase toksikokinetik ini

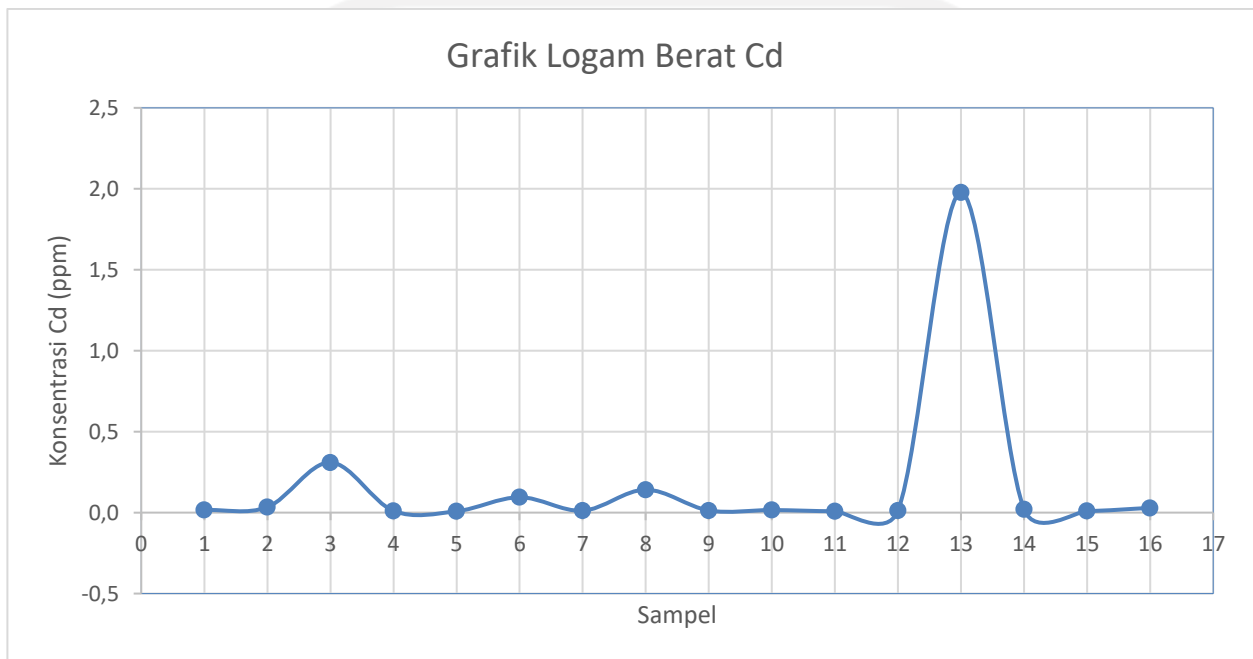
terdiri dari beberapa fase yaitu Fase polutan yang dapat berbentuk proses fisika, kimia, dan biologi. Kemudian, Fase Absorpsi yang dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui dermal, ingesti, dan inhalasi. Kemudian, Fase Distribusi yang bersifat menghantarkan kandungan Cd didalam tubuh manusia dalam proses sirkulasi dan penyimpanan. Kemudian, Fase Biotransformasi yang telah masuk kedalam pembuluh darah. Kemudian, Fase metabolisme yang telah terakumulasi dalam hati dan ginjal. Dan Fase Eksresi yang dikeluarkan melalui proses Urin, Feses, Respirasi, dan Keringat. (Mallem, 2008)

Keracunan akibat terpapar logam berat kadmium dapat bersifat akut dan kronis. Gejala yang ditimbulkan terdiri dari, gejala mual, muntah, kram otot perut, dermatitis, anemia, pertumbuhan lambat, kerusakan ginjal dan hati. Keracunan kronis terjadi apabila kadmium termakan atau inhalasi dalam proses waktu kontaminasi yang lama. Logam berat Cd dapat ditemukan pada sampah baterai, pigmen plastik, coating logam dan pada proses electroplating. (Martin dan Griswold, 2009)

Tabel 4. 6 Konsentrasi Logam Berat Cd

Kode Sampel	Kandungan Cd (ppm)	(A. Sukumar et al, 2007) (ppm)	Keterangan
H1	0,0159	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H2	0,0341	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H3	0,3100	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H4	0,0109	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H5	0,0085	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H6	0,0949	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H7	0,0120	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H8	0,1416	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H9	0,0134	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H10	0,0159	0,5 ± 0,1	Dibawah Range
H11	0,0084	0,5 ± 0,1	Dibawah Range

H12	0,0119	$0,5 \pm 0,1$	Dibawah Range
H13	1,9779	$0,5 \pm 0,1$	Diatas Range
H14	0,0199	$0,5 \pm 0,1$	Dibawah Range
H15	0,0099	$0,5 \pm 0,1$	Dibawah Range
H16	0,0293	$0,5 \pm 0,1$	Dibawah Range



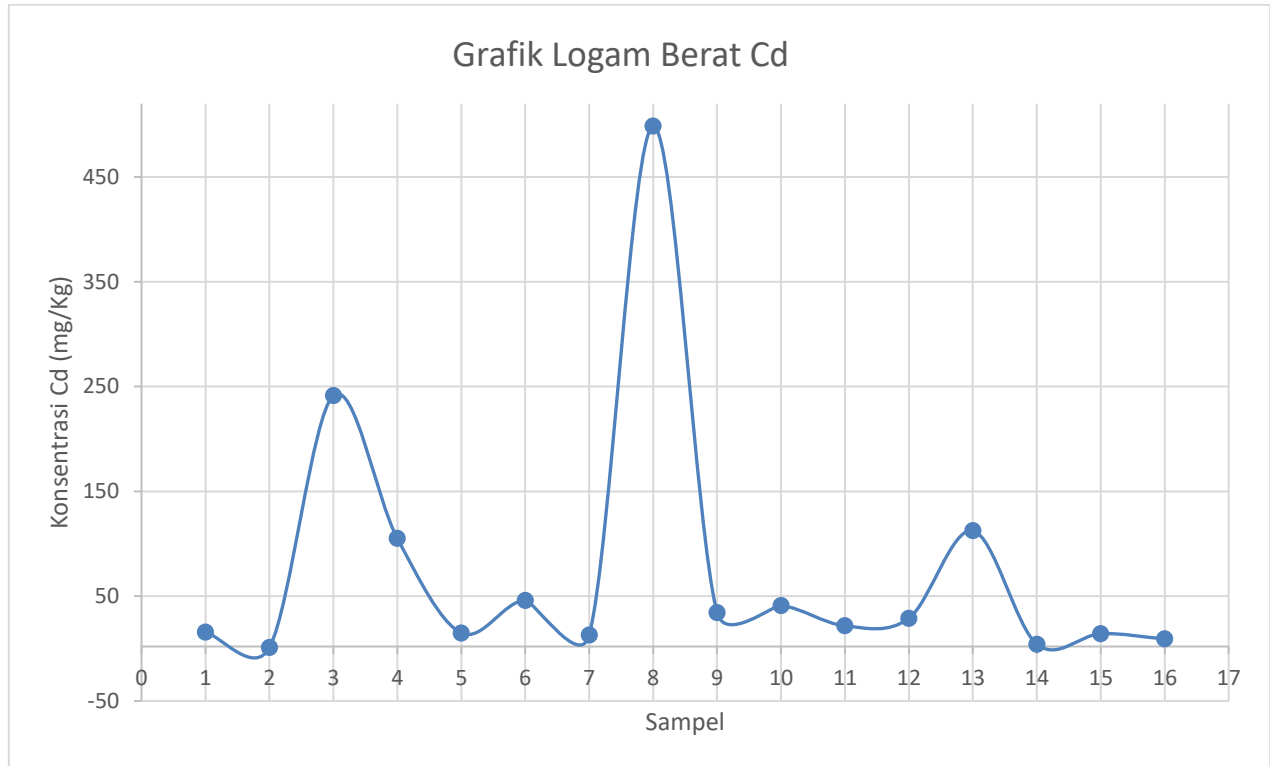
Gambar 4. 4 Grafik Logam Berat Cd (mg/l)

Konsentrasi Cd yang ada pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan uji dan analisis menggunakan instrument ICP-MS berkisar antara 0,0084 - 1,9779 ppm (mg/L). Berdasarkan tabel diatas apabila dibandingkan dengan jurnal pembanding dengan konsentrasi $0,5 \pm 0,1$ kandungan Logam berat Cd yang diambil dari 16 sampel terdapat 15 sampel yang berada dibawah range dan 1 sampel yang diatas range yaitu sampel H13 dengan konsentrasi 1,9779 ppm (mg/L). Hal tersebut dikarenakan pada penelitian jurnal pembanding A. Sukumar (2007) pengambilan sampel dilaksanakan pada masyarakat yang telah terindikasi penyakit hipertensi secara klinik yang dimana apabila manusia terpapar zat logam berat Cd secara berlebih maka akan dapat menyebabkan hipertensi (Schroeder dan Nason, 1971), sehingga sudah dipastikan untuk para responden penelitian ini telah terpapar logam berat Cd yang tinggi. Untuk kadar minimum terdapat pada sampel H11 dengan konsentrasi 0,0084 ppm (mg/L) sedangkan untuk kadar maksimum terdapat

pada H13 dengan konsentrasi 1,9779 ppm (mg/L).

Tabel 4. 7 Konsentrasi Logam Berat Cd

Kode Sampel	Kandungan Cd (mg/kg)	(Nakaona L. 2020) (mg/kg)	Keterangan
H1	15,69	0,02–2,14	Diatas Range
H2	0,94	0,02–2,14	Didalam Range
H3	241,43	0,02–2,14	Diatas Range
H4	105,12	0,02–2,14	Diatas Range
H5	14,94	0,02–2,14	Diatas Range
H6	45,87	0,02–2,14	Diatas Range
H7	12,86	0,02–2,14	Diatas Range
H8	498,45	0,02–2,14	Diatas Range
H9	34,27	0,02–2,14	Diatas Range
H10	41,07	0,02–2,14	Diatas Range
H11	21,73	0,02–2,14	Diatas Range
H12	28,96	0,02–2,14	Diatas Range
H13	112,48	0,02–2,14	Diatas Range
H14	4,27	0,02–2,14	Diatas Range
H15	14,19	0,02–2,14	Diatas Range
H16	9,24	0,02–2,14	Diatas Range

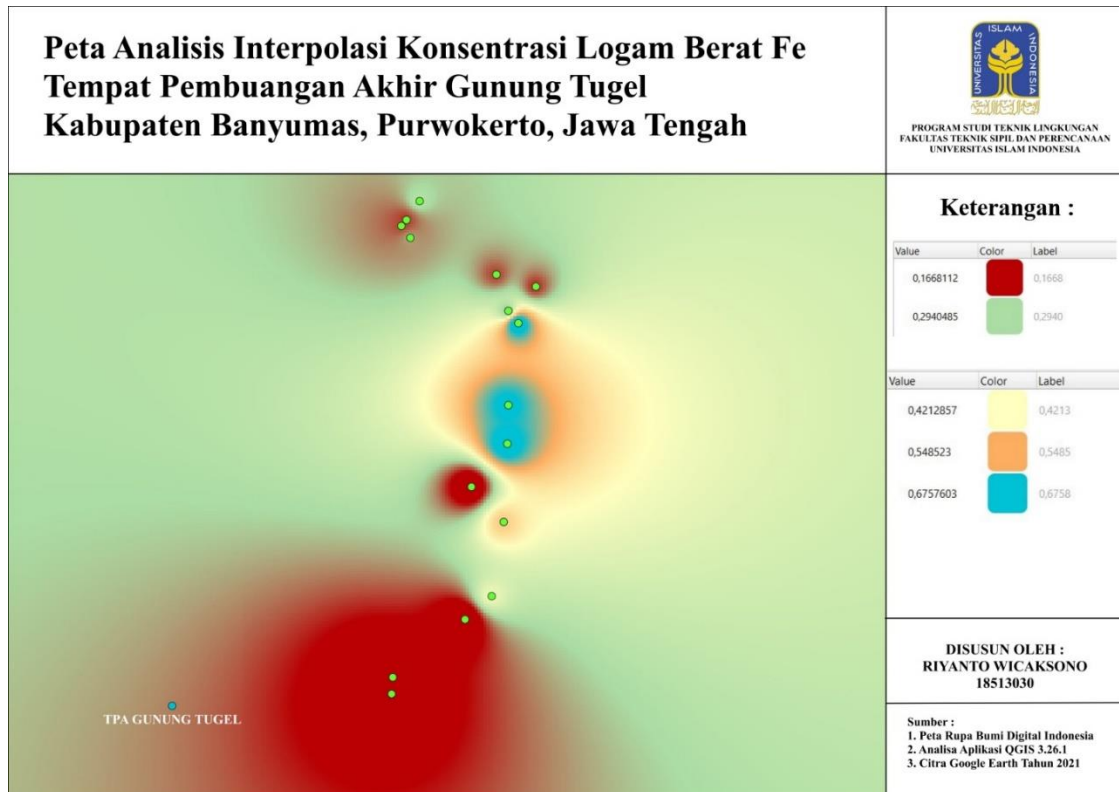


Gambar 4. 5 Grafik Logam Berat Cd (mg/kg)

Konsentrasi Cd yang ada pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan uji dan analisis menggunakan instrument ICP-MS berkisar antara 0,94 – 498,45 (mg/Kg). Berdasarkan tabel diatas apabila dibandingkan dengan jurnal pembanding dengan konsentrasi 0,02–2,14 (mg/Kg) kandungan Logam berat Cd yang diambil dari 16 sampel terdapat 15 sampel yang berada diatas range dan 1 sampel yang didalam range yaitu sampel H2 dengan konsentrasi 0,94 (mg/Kg). Untuk kadar minimum terdapat pada sampel H11 dengan konsentrasi 0,0084 ppm (mg/L) sedangkan untuk kadar maksimum terdapat pada H13 dengan konsentrasi 1,9779 ppm (mg/L).

4.4 Interpolasi Konsentrasi Logam Berat

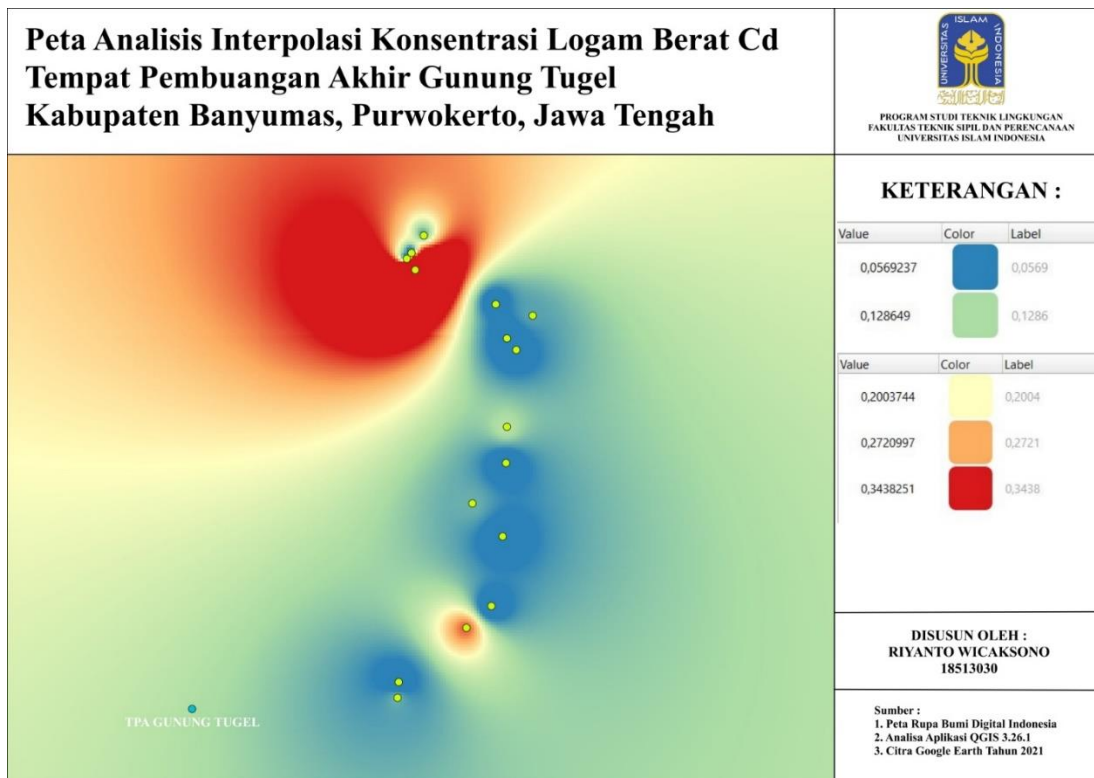
4.4.1 Logam Berat Fe (mg/l)



Gambar 4. 6 Peta Analisa IDW Logam Berat Fe (mg/l)

Jika dilihat dari **Gambar 4.6** diatas maka dapat hasil interpolasi persebaran Logam Berat Fe tertinggi terdapat pada Sampel rambut H9 – H12 dan H5 – H8. Pada sampel rambut H9 – H12 berwarna merah terang karena pada sampel tersebut logam berat Fe mengalami persebaran yang cukup tinggi yaitu pada angka 0,193 ppm (mg/L) – 0,783 ppm (mg/L) . Begitu pula dengan pada sampel rambut H5 – H8 juga menunjukkan warna merah terang karena pada sampel ini logam berat Fe juga mengalami persebaran yang cukup tinggi yaitu pada angka 0,054 ppm (mg/L) – 0,744 ppm (mg/L).

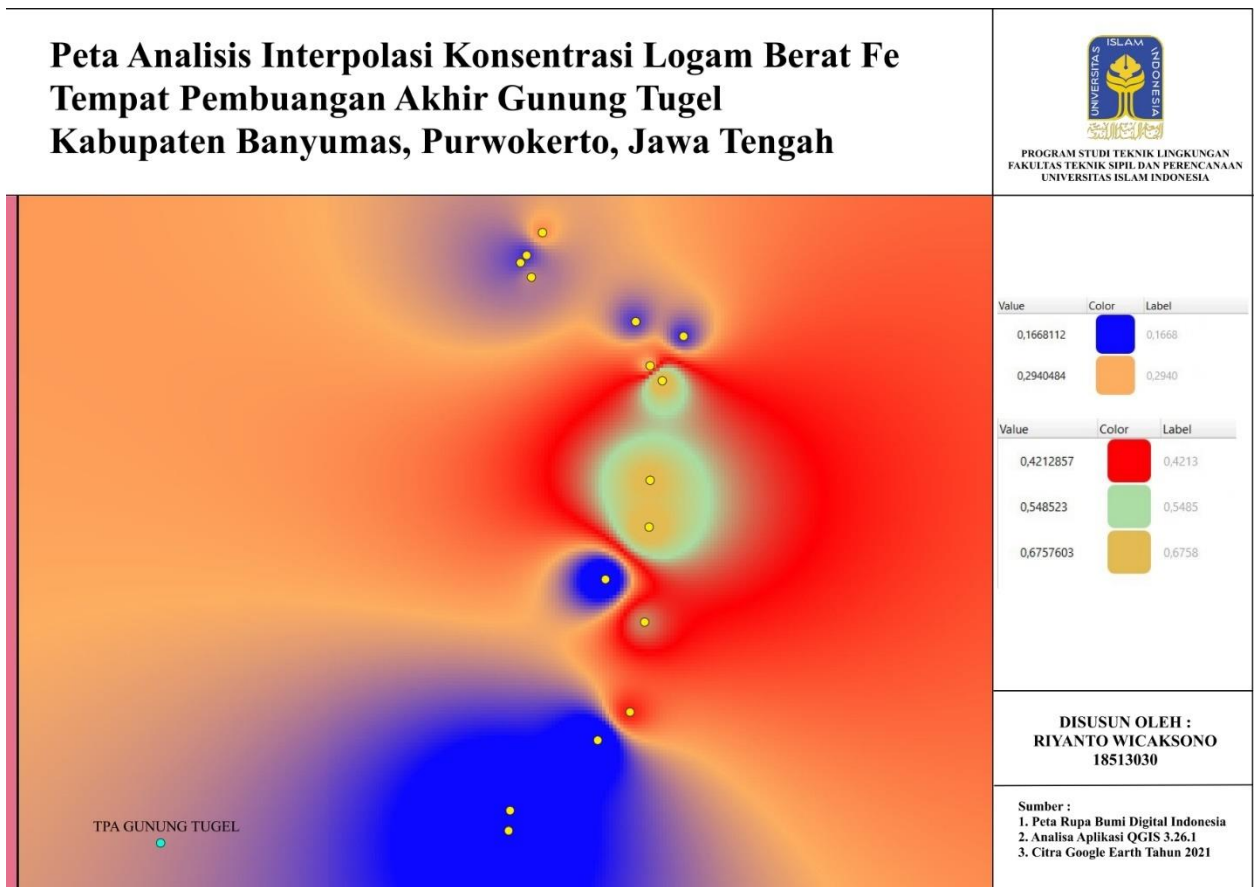
4.4.2 Logam Berat Cd (mg/l)



Gambar 4. 7 Peta Analisa IDW Logam Berat Cd

Jika dilihat dari **Gambar 4.7** diatas maka dapat hasil interpolasi persebaran Logam Berat Cd tertinggi terdapat pada Sampel rambut H13 dan H3. Pada sampel rambut H3 berwarna merah terang karena pada sampel tersebut logam berat Cd mengalami persebaran yang cukup tinggi yaitu pada angka 1,9779 ppm (mg/L) . Begitu pula dengan sampel rambut H13 juga menunjukkan warna merah terang karena pada sampel ini logam berat Cd juga mengalami persebaran yang cukup tinggi yaitu pada angka 0,31 ppm (mg/L).

4.4.3 Logam Berat Fe (mg/kg)

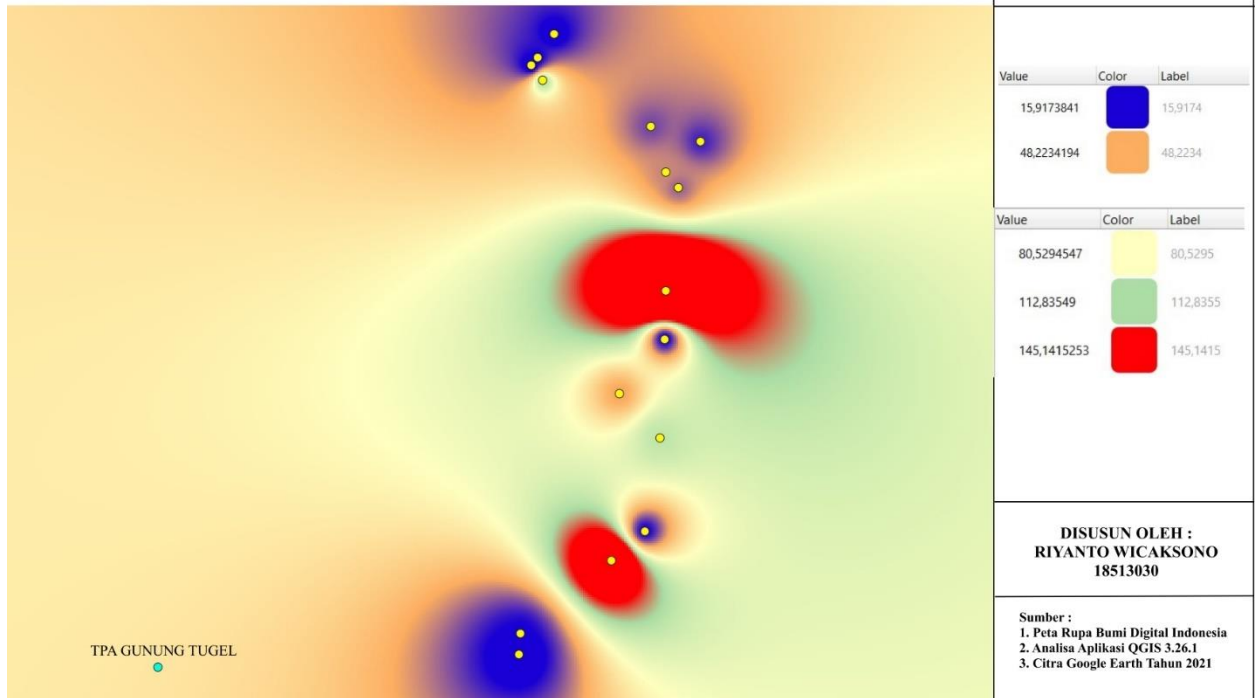


Gambar 4. 8 Peta Analisa IDW Logam Berat Fe (mg/kg)

Jika dilihat dari **Gambar 4.8** diatas maka dapat hasil interpolasi persebaran Logam Berat Fe tertinggi terdapat pada Sampel rambut H4 dan H8. Pada sampel rambut H4 berwarna merah terang karena pada sampel tersebut logam berat Cd mengalami persebaran yang cukup tinggi yaitu pada angka 4791,85 (mg/kg) . Begitu pula dengan sampel rambut H8 juga menunjukkan warna merah terang karena pada sampel ini logam berat Cd juga mengalami persebaran yang cukup tinggi yaitu pada angka 2475,5 (mg/kg).

4.4.3 Logam Berat Cd (mg/kg)

Peta Analisis Interpolasi Konsentrasi Logam Berat Cd Tempat Pembuangan Akhir Gunung Tugel Kabupaten Banyumas, Purwokerto, Jawa Tengah



Gambar 4. 9 Interpolasi IDW Logam Berat Cd (mg/kg)

Jika dilihat dari **Gambar 4.9** diatas maka dapat hasil interpolasi persebaran Logam Berat Cd tertinggi terdapat pada Sampel rambut H3 dan H8. Pada sampel rambut H3 berwarna merah terang karena pada sampel tersebut logam berat Cd mengalami persebaran yang cukup tinggi yaitu pada angka 241,43 (mg/kg) . Begitu pula dengan sampel rambut H8 juga menunjukkan warna merah terang karena pada sampel ini logam berat Cd juga mengalami persebaran yang cukup tinggi yaitu pada angka 398,45 (mg/kg).

4.5 Hubungan Antara Lama Tinggal, Sumber Konsumsi Air Minum dengan Konsentrasi Logam Berat

4.5.1 Logam Berat Fe

Tabel 4. 8 Hubungan Logam Berat Fe dengan Variabel

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Jarak				Sumber Konsumsi Air Minum			Lama Tinggal	Usia (Tahun)
		500 m	1000 m	1500 m	2000 m	Air Tanah	Air PAM	Keduanya		
H1	0,051		✓			✓			40 tahun	59
H2	0,103		✓			✓			4 tahun	52
H3	0,047		✓			✓			4 tahun	21
H4	0,498		✓					✓	15 tahun	42
H5	0,401			✓		✓			21 tahun	42
H6	0,054			✓			✓		41 tahun	41
H7	0,744			✓				✓	26 tahun	26
H8	0,703			✓				✓	8 tahun	26
H9	0,783	✓					✓		50 tahun	50
H10	0,273	✓					✓		40 tahun	43
H11	0,193	✓					✓		29 tahun	29
H12	0,206	✓					✓		30 tahun	30
H13	0,262				✓		✓		10 tahun	36
H14	0,211				✓		✓		15 tahun	41
H15	0,193				✓			✓	10 tahun	32
H16	0,322				✓	✓			6 tahun	28

Jika dilihat dari tabel diatas maka pada sampel rambut H9 sampai dengan H12 memiliki konsentrasi logam yang tinggi sehingga hubungan antara jarak tempat tinggal dan lama waktu tinggal sangat relevan. Karena jika dilihat berdasarkan jarak maka kesempatan untuk terpapar pada radius 500 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 Fe. Begitu pula jika dilihat berdasarkan penggunaan konsumsi air minum pada sampel H9 sampai dengan H12 masih menggunakan dua sumber yaitu menggunakan air tanah dan menggunakan air PAM, menurut penjelasan masyarakat sekitar mereka masih menggunakan air tanah dikarenakan air PAM sering sekali mengalami pemadaman dengan skala waktu 2 kali dalam 1 minggu.

4.5.2 Logam Berat Cd

Tabel 4. 9 Hubungan Logam Berat Cd dengan Variabel

Kode Sampel	Konsentrasi (mg/L)	Jarak				Sumber Konsumsi Air Minum			Lama Tinggal	Usia (Tahun)
		500 m	1000 m	1500 m	2000 m	Air Tanah	Air PAM	Keduanya		
H1	0,0159		✓			✓			40 tahun	59
H2	0,0341		✓			✓			4 tahun	52
H3	0,3100		✓			✓			4 tahun	21
H4	0,0109		✓					✓	15 tahun	42
H5	0,0085			✓		✓			21 tahun	42
H6	0,0949			✓			✓		41 tahun	41
H7	0,0120			✓				✓	26 tahun	26
H8	0,1416			✓				✓	8 tahun	26

H9	0,0134	✓					✓		50 tahun	50
H10	0,0159	✓					✓		40 tahun	43
H11	0,0084	✓					✓		29 tahun	29
H12	0,0119	✓					✓		30 tahun	30
H13	1,9779				✓		✓		10 tahun	36
H14	0,0199				✓		✓		15 tahun	41
H15	0,0099				✓			✓	10 tahun	32
H16	0,0293				✓	✓			6 tahun	28

Jika dilihat dari tabel diatas maka pada sampel rambut H3 dan H13 memiliki konsentrasi logam berat yang cukup tinggi. Karena jika dilihat berdasarkan jarak maka kesempatan untuk terpapar pada radius 1000 meter dari TPA akan lebih cepat. Kemudian jika dilihat berdasarkan lama waktu tinggal semakin lama penduduk tinggal di daerah TPA maka akan semakin lama jangka waktu untuk terpapar langsung oleh logam berat Cd. Dan jika dilihat berdasarkan penggunaan konsumsi air minum pada sampel H3 dan H13 menggunakan sumber Air PAM.

4.5.3 Korelasi Pearson

4.5.3.1 Logam Berat Fe (mg/L)

a. Korelasi Logam berat Fe dengan Jarak

Tabel 4. 10 Konsentrasi Logam Fe dengan Jarak

Konsentrasi (ppm)	Jarak (Meter)
0,051	1000
0,103	1000
0,047	1000
0,498	1000
0,401	1500
0,054	1500
0,744	1500
0,703	1500
0,783	500
0,273	500
0,193	500
0,206	500
0,262	1500
0,211	1500
0,193	1500
0,322	1500

Tabel 4. 11 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Fe	
n	16
ΣXY	5760,771
ΣX	5,043
ΣY	18000
ΣX ²	2,495
ΣY ²	23000000

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

$$r = \frac{16(5760,771) - (5,043)(20000)}{\sqrt{(16(5,043) - (2,495)^2)(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$$r = 0,055191 \rightarrow 0,01 - 0,2 \text{ (Sangat Rendah)}$$

b. Korelasi Logam Fe dengan Konsumsi Air Minum

Tabel 4. 12 Konsentrasi Logam Fe dengan Jumlah Konsumsi Air Minum

Konsentrasi Logam Fe (ppm)	Juml. Konsumsi Air
0,051	1,5
0,103	2,5
0,047	2
0,498	1
0,401	1
0,054	2
0,744	2
0,703	2
0,783	1
0,273	1,5
0,193	1
0,206	2
0,262	1
0,211	1
0,193	2
0,322	1

Tabel 4. 13 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Fe	
n	16
ΣXY	7,306101
ΣX	5,043
ΣY	24,5
ΣX ²	2,495
ΣY ²	41,75

Berikut perhitungannya :

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

$$r = \frac{16(7,306101) - (5,043)(20000)}{\sqrt{(16(5,043) - (2,495^2))(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$$r = -0,21261 \rightarrow 0 \text{ (Tidak Berkorelasi)}$$

c. Korelasi Logam Fe dengan Lama Tinggal

Tabel 4. 14 Konsentrasi Logam Fe dengan Lama Tinggal

Konsentrasi Logam Fe (ppm)	Lama Tinggal
0,051	40
0,103	4
0,047	4
0,498	15
0,401	21
0,054	41
0,744	26
0,703	8
0,783	50
0,273	40
0,193	29
0,206	30
0,262	10
0,211	15
0,193	10
0,322	6

Tabel 4. 15 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Fe	
n	16
ΣXY	117,1987
ΣX	5,043
ΣY	349
ΣX ²	2,495
ΣY ²	11021

Berikut perhitungannya :

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

$$r = \frac{16(117,1987) - (5,043)(20000)}{\sqrt{(16(5,043) - (2,495^2))(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$$r = 0,129449 \rightarrow 0,01 - 0,20 \text{ (Sangat Rendah)}$$

4.5.3.2 Logam Berat Cd (mg/L)

a. Korelasi Logam Cd dengan Jarak

Tabel 4. 16 Konsentrasi Logam Cd dengan Jarak

Konsentrasi (ppm)	Jarak (Meter)
0,0159	1000
0,0341	1000
0,3100	1000
0,0109	1000
0,0085	1500
0,0949	1500
0,0120	1500
0,1416	1500
0,0134	500
0,0159	500
0,0084	500
0,0119	500
1,9779	1500
0,0199	1500
0,0099	1500
0,0293	1500

Tabel 4. 17 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Cd	
n	16
ΣXY	3836,495
ΣX	2,714
ΣY	18000
ΣX ²	4,041
ΣY ²	23000000

Berikut perhitungannya :

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

$$r = \frac{16(3836,495) - (2,714)(20000)}{\sqrt{(16(2,714) - (4,041)^2)(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$$r = 0,24946 \rightarrow 0,21 - 0,4 \text{ (Rendah)}$$

b. Korelasi Logam Cd dengan Jumlah Konsumsi Air Minum

Tabel 4. 18 Konsentrasi Logam Cd dengan Jumlah Konsumsi Air Minum

Konsentrasi Logam Cd (ppm)	Juml. Konsumsi Air
0,0159	1,5
0,0341	2,5
0,3100	2
0,0109	1
0,0085	1
0,0949	2
0,0120	2
0,1416	2
0,0134	1
0,0159	1,5
0,0084	1
0,0119	2
1,9779	1
0,0199	1
0,0099	2
0,0293	1

Tabel 4. 19 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Cd	
n	16
ΣXY	3,361652
ΣX	2,714
ΣY	24,5
ΣX ²	4,041
ΣY ²	41,75

Berikut perhitungannya :

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

$$r = \frac{16(3,361) - (2,714)(20000)}{\sqrt{(16(2,714) - (4,041^2))(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$$r = - 0,20414 \rightarrow 0 \text{ (Tidak Berkorelasi)}$$

c. Korelasi Logam Cd dengan Lama Tinggal

Tabel 4. 20 Konsentrasi Logam Cd dengan Lama Tinggal

Konsentrasi Logam Cd (ppm)	Lama Tinggal
0,0159	40
0,0341	4
0,3100	4
0,0109	15
0,0085	21
0,0949	41
0,0120	26
0,1416	8
0,0134	50
0,0159	40
0,0084	29
0,0119	30
1,9779	10
0,0199	15
0,0099	10
0,0293	6

Tabel 4. 21 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Cd	
n	16
ΣXY	29,95031
ΣX	2,714
ΣY	349
ΣX ²	4,041
ΣY ²	11021

Berikut perhitungannya :

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

$$r = \frac{16(29,95) - (2,714)(20000)}{\sqrt{(16(2,714) - (4,041)^2)(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$$r = -0,26486 \rightarrow 0 \text{ (Tidak Berkorelasi)}$$

4.5.3.3 Logam Berat Fe (mg/kg)

a. Korelasi Logam Fe dengan Jarak

Tabel 4. 22 Konsentrasi Logam Fe dengan Jarak

Konsentrasi (mg/kg)	Jarak (Meter)
50,737	1000
2,833	1000
36,472	1000
4791,848	1000
705,145	1500
26,284	1500
797,939	1500
2475,500	1500
1996,967	500
702,555	500
496,965	500
500,893	500
14,903	1500
45,332	1500
277,044	1500
101,467	1500

Tabel 4. 23 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Fe	
n	16
ΣXY	13396000
ΣX	13022,883
ΣY	18000
ΣX ²	35297097,702
ΣY ²	23000000

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

$$r = \frac{16(13396000) - (13022,883)(20000)}{\sqrt{(16(13022,883) - (35297097,7^2))(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$$r = -0,15225 \rightarrow 0 \text{ (Tidak Berkorelasi)}$$

b. Korelasi Logam Fe dengan Konsumsi Air Minum

Tabel 4. 24 Konsentrasi Logam Fe dengan Konsumsi Air Minum

Konsentrasi (mg/kg)	Juml. Konsumsi Air
50,737	1,5
2,833	2,5
36,472	2
4791,848	1
705,145	1
26,284	2
797,939	2
2475,500	2
1996,967	1
702,555	1,5
496,965	1
500,893	2
14,903	1
45,332	1
277,044	2
101,467	1

Tabel 4. 25 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Fe	
n	16
ΣXY	17517,91067
ΣX	13022,883
ΣY	24,5
ΣX ²	35297097,702
ΣY ²	41,75

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

$$r = \frac{16(17517,91) - (13022,88)(24,5)}{\sqrt{(16(35297097,702) - (13022,88)^2)(16(41,75) - (24,5)^2)}}$$

$$r = -0,2369 \rightarrow 0 \text{ (Tidak Berkorelasi)}$$

c. Korelasi Logam Fe dengan Lama Tinggal

Tabel 4. 26 Konsentrasi Logam Fe dengan Lama Tinggal

Konsentrasi (mg/kg)	Lama Tinggal
50,737	40
2,833	4
36,472	4
4791,848	15
705,145	21
26,284	41
797,939	26
2475,500	8
1996,967	50
702,555	40
496,965	29
500,893	30
14,903	10
45,332	15
277,044	10
101,467	6

Tabel 4. 27 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Fe	
n	16
ΣXY	292098,0675
ΣX	13022,883
ΣY	349
ΣX ²	35297097,702
ΣY ²	11021

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

$$r = \frac{16(292098,06) - (13022,883)(20000)}{\sqrt{(16(13022,883) - (13022,883)^2)(16(30000000) - (20000)^2)}}$$

$$r = 0,027699 \rightarrow 0,021 - 0,4 \text{ (Sangat Rendah)}$$

4.5.3.4 Logam Berat Cd (mg/kg)

a. Korelasi Logam Cd dengan Jarak

Tabel 4. 28 Konsentrasi Logam Cd dengan Jarak

Konsentrasi (mg/kg)	Jarak (Meter)
15,6920	1000
0,9411	1000
241,4297	1000
105,1180	1000
14,9397	1500
45,8723	1500
12,8626	1500
498,4478	1500
34,2699	500
41,0705	500
21,7287	500
28,9633	500
112,4803	1500
4,2740	1500
14,1906	1500
9,2355	1500

Tabel 4. 29 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Cd	
n	16
ΣXY	1494651,344
ΣX	1201,516
ΣY	18000
ΣX ²	337657,376
ΣY ²	23000000

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

$$r = \frac{16(1494651,344) - (1201,516)(20000)}{\sqrt{(16(1201,516) - (337657,76^2))(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$$r = 0,173292 \rightarrow 0,01, - 0,20 \text{ (Sangat Rendah)}$$

b. Korelasi Logam Cd dengan Jumlah Konsumsi Air Minum

Tabel 4. 30 Konsentrasi Logam Cd dengan Jumlah Konsumsi Air Minum

Konsentrasi (mg/kg)	Juml. Konsumsi Air
15,6920	1,5
0,9411	2,5
241,4297	2
105,1180	1
14,9397	1
45,8723	2
12,8626	2
498,4478	2
34,2699	1
41,0705	1,5
21,7287	1
28,9633	2
112,4803	1
4,2740	1
14,1906	2
9,2355	1

Tabel 4. 31 Perhitungan Korelasi Pearson

Logam Berat Cd	
n	16
ΣXY	2073,075444
ΣX	1201,516
ΣY	24,5
ΣX ²	337657,376
ΣY ²	41,75

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

$$r = \frac{16(2073,07) - (1201,516)(20000)}{\sqrt{(16(1201,516) - (337657,376^2))(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$$r = 0,22788 \rightarrow 0,21 - 0,4 \text{ (Rendah)}$$

c. Korelasi Logam Cd dengan Lama Tinggal

Tabel 4. 32 Konsentrasi Logam Cd dengan Lama tinggal

Konsentrasi (mg/kg)	Lama Tinggal
15,6920	40
0,9411	4
241,4297	4
105,1180	15
14,9397	21
45,8723	41
12,8626	26
498,4478	8
34,2699	50
41,0705	40
21,7287	29
28,9633	30
112,4803	10
4,2740	15
14,1906	10
9,2355	6

Logam Berat Cd	
n	16
ΣXY	15932,02193
ΣX	1201,516
ΣY	349
ΣX ²	337657,376
ΣY ²	11021

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

$$r = \frac{16(215932,02) - (1201,516)(20000)}{\sqrt{(16(1201,516) - (337657^2))(16(30000000) - (2000^2))}}$$

$r = - 0,3539 \rightarrow 0$ (Tidak Berkorelasi)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi logam berat Fe dan Cd yang terdapat pada sampel rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel Banyumas tidak ada yang melebihi dari range jurnal perbandingan (Zeba F. Alam et al, 2017). Konsentrasi logam berat Fe berkisar antara 0,051 - 0,783 mg/L dan memiliki rata-rata 0,315 mg/L dengan perolehan analisa menggunakan instrument AAS. Sedangkan konsentrasi logam berat Cd berkisar antara 0,0084 - 1,9779 mg/L dan memiliki rata-rata 0,1697 mg/L dengan perolehan analisa menggunakan instrument ICP-MS.
2. Berdasarkan observasi penelitian yang dilakukan peneliti, hubungan antara lama tinggal, jumlah konsumsi air minum, dan jarak tempat tinggal dengan TPA memiliki perbandingan yang signifikan. Semakin dekat jarak pemukiman masyarakat dengan TPA maka konsentrasi yang dihasilkan dari pengamatan semakin tinggi.
3. Ketika dilaksanakan perhitungan perbandingan menggunakan metode analisis korelasi pearson, konsentrasi Fe dengan Jarak menghasilkan angka -0,02316 yang dimana angka tersebut masuk kedalam kategori tidak berkorelasi, dan hubungan konsentrasi Fe dengan jumlah pemakaian air minum menghasilkan angka -0,2126 yang dimana angka tersebut masuk kedalam kategori tidak berkorelasi, sedangkan untuk hubungan konsentrasi Fe dengan Waktu lama tinggal menghasilkan angka 0,12944 yang dimana angka tersebut masuk kedalam kategori rendah.
4. Ketika dilaksanakan perhitungan perbandingan menggunakan metode analisis korelasi pearson, konsentrasi Cd dengan Jarak menghasilkan 0,3455 yang dimana angka tersebut masuk kedalam kategori rendah, sedangkan untuk hubungan konsentrasi Cd dengan Jumlah pemakaian air minum menghasilkan angka -0,2041 yang dimana angka tersebut masuk kedalam kategori tidak

berkorelasi, dan hubungan antara konsentrasi Cd dengan Waktu lama tinggal menghasilkan angka $-0,2648$ yang dimana angka tersebut masuk kedalam kategori tidak berkorelasi.

5.2 Saran

Dilaksanakannya penelitian berikutnya dengan penambahan pada jumlah sampel dan penambahan parameter seperti air sumur dan objek konsumsi sehari – hari masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel Banyumas. Saran ini bertujuan untuk mengetahui apakah masih ada persebaran pencemaran logam berat di sekitar TPA Gunung Tugel Banyumas yang terkandung pada penduduk sekitar TPA.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A.Y., Saleh, I.A., Balakrishnan, P. and Al-Ghouti, M.A. 2021. Comparison GIS-Based Interpolation Methods for Mapping Groundwater Quality in The State of Qatar. *Groundwater for Sustainable Development*, 13, p.100573.
- Arief Yandra Putra, Fitri Mairizki. 2019. Analisis Warna, Derajat Keasaman dan Kadar Logam Besi Air Tanah Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir, Riau. *Universitas Islam Riau*. Vol 4 No. 1 (2019) 9-14
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Bashir, B. and Fouli, H. 2015. Studying The Spatial Distribution of Maximum Monthly Rainfall in Selected Regions of Saudi Arabia Using Geographic Information Systems. *Arabian Journal of Geosciences*, 8 (11), pp.9929–9943.
- Bronowicka-Mielniczuk, U., Mielniczuk, J., Obroślak, R. and Przystupa, W. 2019. A Comparison of Some Interpolation Techniques for Determining Spatial Distribution of Nitrogen Compounds in Groundwater. *International Journal of Environmental Research*, 13 (4),
- Broekaert. J.A.C. 2002. *Analytical Atomic Spectrometry with Flames and Plasmas*. Germany: Wiley-VCH.
- Date. A.R and Gray. A.L. 1989. *Application of Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*. New York: Chapman and Hall, Inc.
- DHOCNY (Department of Health Otsego County, New York). (2007). Lead Poisoning Prevention: What is Lead? Published by Department of Health Otsego County New York, www.otsegocounty.com/depts/doh/LeadPrevention.htm
- Gentile, M., Courbin, F. and Meylan, G. 2013. Interpolating Point Spread Function Anisotropy. *Astronomy and Astrophysics*, 549, p.A1.
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, Blessi, , Krishnamurthy N. dan Beeregowda, 2014, *Toxicity, Mechanism and Health Effects of Some Heavy*

Metals. *Interdiscip Toxicol.*, 7(2), 60–72.

Julaidy, D. 2013. PENENTUAN UNSUR DALAM RAMBUT BERDASARKAN KARAKTERISTIK POLA FLOURESENSI SINAR X (XRF). Universitas Pattimura. ISBN: 978-602-97522-0-5.

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.

Profillidis, V.A. and Botzoris, G.N. 2019. Statistical Methods for Transport Demand Modeling. In: *Modeling of Transport Demand*. pp.163–224.

Rosihan, dan Husaini. 2017. Buku Logam Berat Sekitar Manusia. Lambung Mangkrat University press Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan Unlam. Banjarmasin. ISBN: 978-602-6483-47-8

Singh, P. and Verma, P. 2019. A Comparative Study of Spatial Interpolation Technique (IDW and Kriging) for Determining Groundwater Quality. In: *GIS and Geostatistical Techniques for Groundwater Science*.

Sri Puji Ganefati, Joko Prayitno Susanto dan Agus Suwarni, 2008, Pengelolaan Leachate Tercemar Pb Sebagai Upaya pencegahan pencemaran 67 Lingkungan TPA, *Jurnal Teknik Lingkungan*, Volume. 9, Nomor. 1, Hal92-97 ISSN1441-318X

Kamarati, dkk. 2018. Kandungan Logam Berat Besi (Fe), Timbal (Pb) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sungai Santan. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa* Vol.4 No.1, Juli 2018: 49-56. Universitas Mulawarman.

Laelly Priatna, Wahyu Hariadi, Elly Kristiani Purwendah. 2019, PENGELOLAAN SAMPAH DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) GUNUNG TUGEL, DESA KEDUNGRANDU, KECAMATAN PATIKRAJA, KABUPATEN BANYUMAS. Universitas Wijayakusuma Purwokerto. Tema: 6 (rekayasa sosial dan pengembangan perdesaan).

Lou, S., Liu, S., Dai, C., Tao, A., Tan, B., Ma, G., Chalov, R.S. and Chalov, S.R. 2017. Heavy Metal Distribution and Groundwater Quality Assessment for a Coastal Area on a Chinese Island. *Polish Journal of Environmental Studies*,

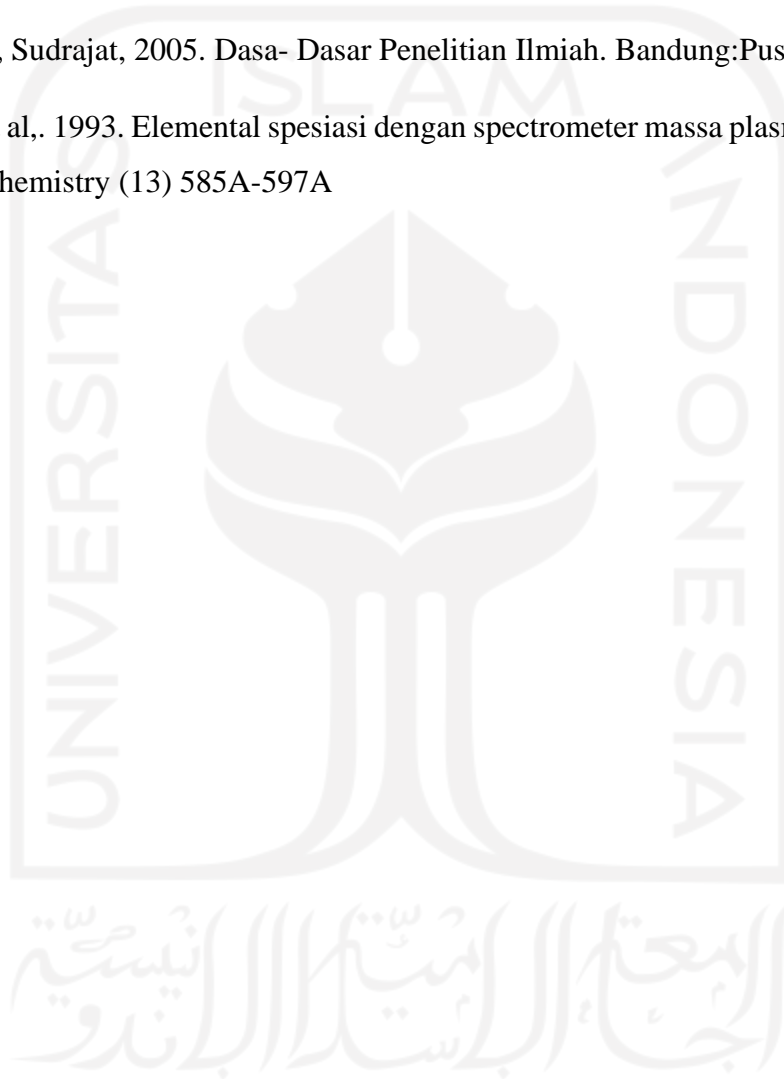
26 (2), pp.733–745.

Nurventi, N. 2019. Perbandingan Metode Analisis Logam Berat Kromium dan Timbal Menggunakan Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP OES) dan Atomic Absorbtion Spectrometry (AAS). Malang: Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim. Hal. 1-81.

Sarkar, B. 2002. Heavy Metals in the Environment. New York: Marcel Dekker Inc

Subana, Sudrajat, 2005. Dasa- Dasar Penelitian Ilmiah. Bandung:Pustaka Setia.

Vella et al., 1993. Elemental spesiasi dengan spectrometer massa plasma. Analytical Chemistry (13) 585A-597A





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN 1

Pengambilan Sampel



Wawancara



Pembacaan *Informed Consent*



Penjelasan terkait pengambilan sampel



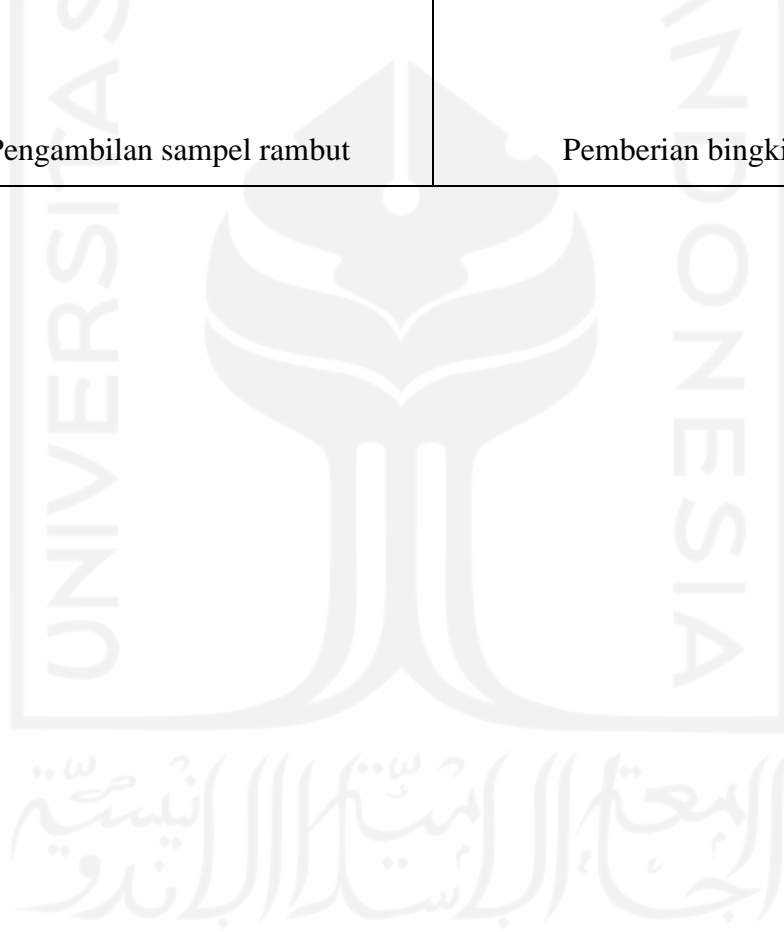
Persetujuan pengambilan sampel



Pengambilan sampel rambut



Pemberian bingkisan



LAMPIRAN 2

Analisis di 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>Destruksi</p>	 <p>Penyimpanan Sampel</p>



Pengujian ICP-MS



Pengujian AAS

UNIVERSIT
INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

LAMPIRAN 3

HASIL UJI AAS

No	Kode Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Hasil Uji AAS Logam Berat Fe (mg/L)
1	R1	10 mL	0,058
2	R2	10 mL	0,107
3	R3	10 mL	0,053
4	R4	10 mL	0,686
5	R5	10 mL	0,557
6	R6	10 mL	0,060
7	R7	10 mL	1,010
8	R8	10 mL	0,956
9	R9	10 mL	1,061
10	R10	10 mL	0,389
11	R11	10 mL	0,283
12	R12	10 mL	0,301
13	R13	10 mL	0,374
14	R14	10 mL	0,306
15	R15	10 mL	0,284
16	R16	10 mL	0,454

LAMPIRAN 4

No	Kode Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Hasil Uji ICP-MS Logam Berat Cd (mg/L)
1	R1	10 mL	1,249
2	R2	10 mL	2,620
3	R3	10 mL	2,125
4	R4	10 mL	0,598
5	R5	10 mL	0,497
6	R6	10 mL	0,490
7	R7	10 mL	0,507
8	R8	10 mL	0,568
9	R9	10 mL	0,556
10	R10	10 mL	0,695
11	R11	10 mL	0,319
12	R12	10 mL	0,439
13	R13	10 mL	73,788
14	R14	10 mL	0,683
15	R15	10 mL	0,307
16	R16	10 mL	0,958

LAMPIRAN 5

Kuisisioner

Nama Responden	:				
Jenis Kelamin	: L/P				
Umur	:				
Alamat	:				
RT/RW	:				
Desa	:				
Kecamatan	:				
Lama Tinggal	:				
Usia	:				
Pekerjaan	: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">a. Petani</td> <td style="width: 33%;">c. Swasta</td> </tr> <tr> <td>b. Guru</td> <td>d. Lain-lain</td> </tr> </table>	a. Petani	c. Swasta	b. Guru	d. Lain-lain
a. Petani	c. Swasta				
b. Guru	d. Lain-lain				
Sumber Air Minum	: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">a. Galon</td> <td style="width: 50%;">b. Sumur</td> </tr> </table>	a. Galon	b. Sumur		
a. Galon	b. Sumur				
Kegunaan Air Sumur	: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">a. Mandi</td> <td style="width: 33%;">c. Mencuci</td> </tr> <tr> <td>b. Masak</td> <td>d. Minum</td> </tr> </table>	a. Mandi	c. Mencuci	b. Masak	d. Minum
a. Mandi	c. Mencuci				
b. Masak	d. Minum				
Penggunaan Sumber Air Lain	: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">a. Ya</td> <td style="width: 50%;">b. Tidak</td> </tr> </table>	a. Ya	b. Tidak		
a. Ya	b. Tidak				
Jenis Sumber Air Lain	: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">a. PAM</td> <td style="width: 50%;">b. Mata Air</td> </tr> </table>	a. PAM	b. Mata Air		
a. PAM	b. Mata Air				
Kegunaan Sumber Air Lain	: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">a. Mandi</td> <td style="width: 33%;">c. Mencuci</td> </tr> <tr> <td>b. Masak</td> <td>d. Minum</td> </tr> </table>	a. Mandi	c. Mencuci	b. Masak	d. Minum
a. Mandi	c. Mencuci				
b. Masak	d. Minum				

LAMPIRAN 6

HASIL PERHITUNGAN KONSENTRASI LOGAM BERAT UJI AAS

No	Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Logam Berat Fe (mg/L)
1	S1	10 mL	0,051
2	S2	10 mL	0,103
3	S3	10 mL	0,047
4	S4	10 mL	0,498
5	S5	10 mL	0,401
6	S6	10 mL	0,054
7	S7	10 mL	0,744
8	S8	10 mL	0,703
9	S9	10 mL	0,783
10	S10	10 mL	0,273
11	S11	10 mL	0,193
12	S12	10 mL	0,206
13	S13	10 mL	0,262
14	S14	10 mL	0,211
15	S15	10 mL	0,193
16	S16	10 mL	0,322

LAMPIRAN 7

No	Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Logam Berat Cd (mg/L)
1	S1	10 mL	0,0159
2	S2	10 mL	0,0341
3	S3	10 mL	0,3100
4	S4	10 mL	0,0109
5	S5	10 mL	0,0085
6	S6	10 mL	0,0949
7	S7	10 mL	0,0120
8	S8	10 mL	0,1416
9	S9	10 mL	0,0134
10	S10	10 mL	0,0159
11	S11	10 mL	0,0084
12	S12	10 mL	0,0119
13	S13	10 mL	1,9779
14	S14	10 mL	0,0199
15	S15	10 mL	0,0099
16	S16	10 mL	0,0293



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP

Riyanto Wicaksono biasa disapa Riyanto, lahir di Batam, 14 September 1999 dan merupakan anak sulung dari 2 bersaudara. Penulis menempuh Pendidikan di SMA N 3 Batam, Batam, Kepulauan Riau. Sekarang penulis sedang menyelesaikan studi Sarjana Strata 1 (S1) Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

