

TA/TL/2019/1529

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PAPARAN LOGAM BERAT 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**



DWITA SARI NURMADHANI

18513063

**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 KABUPATEN BANYUMAS

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



DWITA SARI NURMADHANI
18513063

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 155130507
Tanggal: 9 - 11 - 2022

Dr. Ir. Kasam, M.T.
NIK : 925110102
Tanggal: 10 - 11 - 2022

Mengetahui,



Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Dr. Eng. Awaluddin Nurmianto, S.T., M.Eng.
NIK : 095130403
Tanggal : 14 - 11 - 2022



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

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Rabu
Tanggal: 9 November 2022

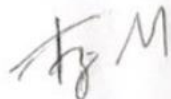
Disusun Oleh:

Dwita Sari Nurmadhani


18513063

Penguji:

Fajri Mulva 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, 15 September 2022

Yang membuat pernyataan,



Dwita Sari Nurmadhani
NIM : 18513063



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 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 kelancaran dan kemudahan dalam menjalani dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya, Bapak Nurhadi dan Ibu Sulistijorini, S.Pd. serta kakak saya, Chintan Umari, S.M. dan Resi Bimantoro, S.M serta adik saya Endrawila Destriani atas segala doa dan dukungan yang selalu mengiringi tiap langkah dalam perjalanan hidup saya. Terima kasih sudah menjadi rumah 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 saya Inne, Sekar, Tanti, Resti, atas dukungan serta doanya.
8. Teman-teman satu topik tugas akhir Riyanto, Yuda dan Fitra yang selalu memberikan dukungan selama penelitian sampai penulisan laporan tugas akhir.
9. 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, 15 September 2022

Dwita Sari Nurmadhani



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

DWITA SARI NURMADHANI. Analisis Paparan Logam Berat Pada Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Dibimbing oleh FAJRI MULYA IRESHA, S.T., M.T. Ph.D. dan Dr. Ir. KASAM, M.T.

TPA Gunung Tugel merupakan TPA yang ada di Kabupaten Banyumas. TPA Gunung Tugel yang memiliki luas lahan \pm 5 Ha dan telah ditutup pada tahun 2016. Kurang efektifnya pengelolaan sampah dengan menggunakan metode *open dumping* dan tidak sesuainya pengolahan air lindi yang menyebabkan air lindi merembes ke dalam tanah. Air lindi dari yang dihasilkan dari TPA mengandung logam berat berbahaya, sehingga apabila sampai tercemar pada air tanah yang dikonsumsi masyarakat akan berdampak negatif. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi logam berat Zn dan Cr serta menganalisis hubungan antara lama tinggal, sumber konsumsi air minum dan jumlah pemakaian air yang ada disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Metode analisis logam berat pada penelitian ini menggunakan instrument *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dan *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS) dengan sampel yang digunakan berupa rambut. Hasil dari konsentrasi logam berat pada sampel yaitu Zn sebesar 0,039 – 1,275 mg/L dan Cr sebesar 0,081 – 4,557 mg/L.

Kata kunci: *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS), Logam berat, Rambut, TPA.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

DWITA SARI NURMADHANI. *Analysis of Heavy Metals Exposure on Humans Around the Gunung Tugel Landfill in Banyumas Regency. Supervised by Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. and Dr. Ir. Kasam, M.T.*

Gunung Tugel landfill is a landfill in Banyumas Regency. Gunung Tugel landfill which has a land area ± 5 Ha and was closed in 2016. Ineffective waste management using the open dumping method and inappropriate leachate treatment which causes leachate to seep into the ground. The leachate produced from the landfill contains dangerous heavy metals, so that if it is contaminated with groundwater that is consumed by the community, it will have a negative impact. The purpose of this study was to determine the concentration of heavy metals Zn and Cr 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. The heavy metal analysis method in this study used the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) and Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) instruments with the sample used in the form hair. The results of the concentration of heavy metals in the sample are Zn of 0,039 – 1,275 mg/L and Cr of 0,081 – 4,557 mg/L.

Keywords: Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS), Heavy Metal, Hair, Landfill.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

NOTASI DAN SINGKATAN

AAS	: <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>
Cd	: Kadmium
Cr	: Kromium
Cu	: Tembaga
Fe	: Besi
HCl	: Asam Klorida
HNO ₃	: Asam Nitrat
ICP-MS	: <i>Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry</i>
IDW	: <i>Inverse Distance Weighting</i>
PAM	: Perusahaan Air Minum
TPA	: Tempat Pemrosesan Akhir
Zn	: Seng



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA.....	viii
ABSTRAK.....	xi
NOTASI DAN SINGKATAN.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA).....	5
2.2 Air Lindi.....	6
2.3 Logam Berat.....	6
2.4 Reaksi Logam Berat.....	7
2.4.1 Seng (Zn).....	7
2.4.2 Kromium (Cr).....	7
2.5 Air Tanah.....	8
2.6 Terakumulasi logam berat pada sampel rambut.....	9
2.7 Analisis Logam Berat.....	9
2.7.1 <i>Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry</i> (ICP-MS).....	9
2.7.2 <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> (AAS).....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Tempat dan waktu pelaksanaan penelitian.....	13
3.2 Bagan penelitian.....	13

3.3	Metode Penelitian.....	14
3.4	Populasi dan Sampel Penelitian	15
3.4.1	Populasi	15
3.4.2	Sampel.....	15
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	15
3.6	Alat dan Bahan.....	16
3.6.1	ICP-MS	16
3.6.2	AAS.....	16
3.7	Metode Sampling	16
3.8	Analisis Kandungan Logam Berat	17
3.8.1	ICP-MS	17
3.8.2	AAS.....	18
3.9	Metode Analisis Data.....	18
3.9.1	Korelasi Pearson.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Karakteristik Wilayah Penelitian	21
4.2	Karakteristik Responden.....	22
4.2.1	Lama Tinggal	22
4.2.2	Jenis Kelamin.....	23
4.2.3	Usia	24
4.2.4	Sumber Konsumsi Air Minum.....	24
4.2.5	Jarak terhadap TPA.....	25
4.3	Analisis Konsentrasi Logam Berat.....	25
4.3.1	Analisis Konsentrasi Seng (Zn) pada Rambut Manusia	25
4.3.2	Konsentrasi Kromium (Cr) pada Rambut Manusia	28
4.4	Hubungan antara lama tinggal, sumber konsumsi air minum dengan konsentrasi logam berat.....	31
4.4.1	Logam berat Zn.....	31
4.4.2	Logam berat Cr	32
4.4.3	Korelasi Pearson.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		41
5.1	Kesimpulan	41

5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	49





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tingkat hubungan Korelasi Pearson	19
Tabel 2. Karakteristik Responden (n=16) Berdasarkan Lama Tinggal.....	22
Tabel 3. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin	23
Tabel 4. Karakteristik Responden Berdasarkan Usia.....	24
Tabel 5. Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Konsumsi Air Minum ..	24
Tabel 6. Konsentrasi Logam Berat Zn	26
Tabel 7. Konsentrasi Logam Berat Cr.....	28
Tabel 8. Hasil konsentrasi dengan Hasil Wawancara	31
Tabel 9. Hasil Konsentrasi dan Hasil Wawancara	32
Tabel 10. Korelasi antara Konsentrasi Zn dengan Jarak.....	34
Tabel 11. Korelasi antara Konsentrasi Zn dengan Jumlah konsumsi air minum..	35
Tabel 12. Korelasi antara Konsentrasi Zn dengan Lama Tinggal.....	36
Tabel 13. Korelasi antara Konsentrasi Cr dengan Jarak	37
Tabel 14. Korelasi antara Konsentrasi Cr dengan Jumlah konsumsi air minum ..	38
Tabel 15. Korelasi antara Konsentrasi Cr dengan Lama Tinggal	39

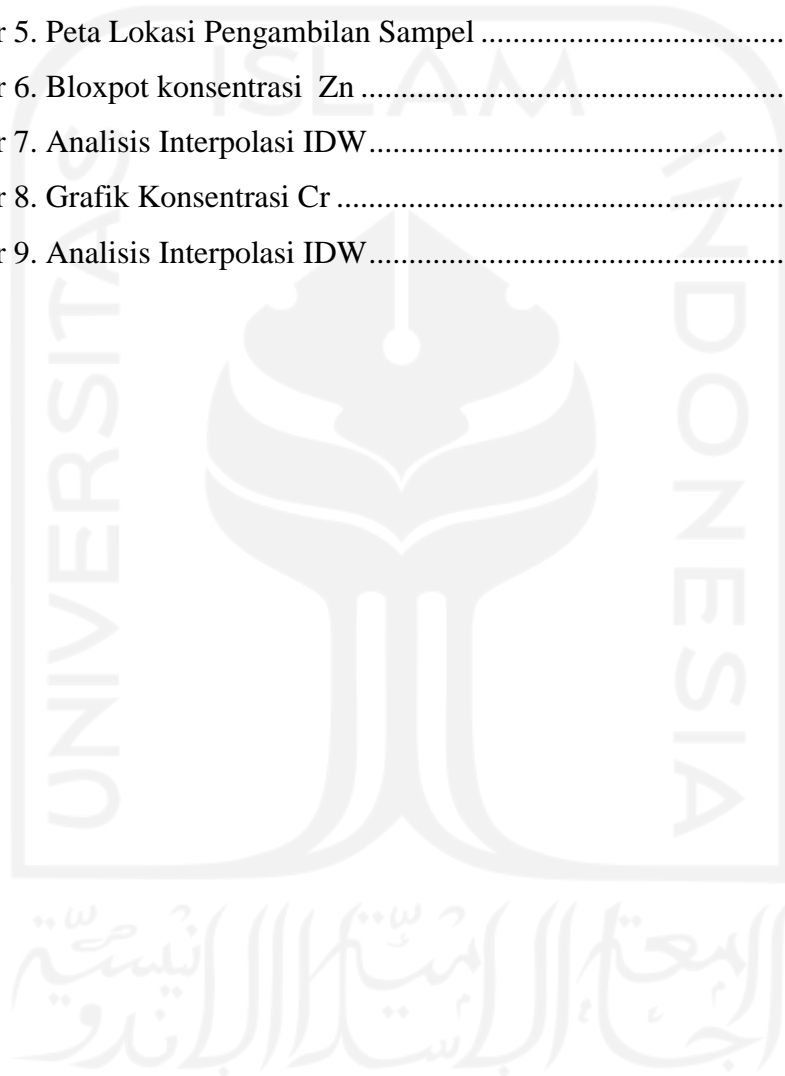


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagan Alat ICP-MS	10
Gambar 2. Skema Umum Instrument AAS.....	11
Gambar 3. Peta Lokasi Sampling.....	13
Gambar 4. Bagan Alir	14
Gambar 5. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	22
Gambar 6. Bloxpot konsentrasi Zn	27
Gambar 7. Analisis Interpolasi IDW.....	27
Gambar 8. Grafik Konsentrasi Cr	29
Gambar 9. Analisis Interpolasi IDW.....	30





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	48
Lampiran 2	49
Lampiran 3	50
Lampiran 4	51
Lampiran 5	52
Lampiran 6	53
Lampiran 7	54



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang merupakan suatu tempat dimana sampah yang dihasilkan ditimbun atau tahap akhir dalam pemrosesan sampah. Sampah itu sendiri adalah suatu padatan atau polutan umum yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan, dapat menimbulkan penyakit, menurunkan sumber daya, meningkatkan polusi dan masih banyak dampak negatif lainnya (Bahar, 1985). TPA Gunung Tugel yang beralamat di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas. Sumber sampah yang ada di TPA Gunung Tugel adalah pemukiman, pasar, pertokoan dan juga industri. TPA Gunung Tugel yang menghasilkan sampah sebesar 260 m³/hari dan komposisi tertinggi dihasilkan oleh sampah organik sebanyak 61,91% (Cahyono, 1999).

Pada tahun 2016 TPA Gunung Tugel tersebut ditutup yang dirasa kurang efektif dalam pengelolaan sampah. Kurang efektifnya pengelolaan sampah di TPA Gunung Tugel dikarenakan metode yang digunakan *open dumping* dimana sampah yang dibuang dibiarkan menumpuk tanpa dilakukan pemrosesan berkelanjutan, lahan yang terbatas, menimbulkan bau yang berasal dari gas methane dan pengolahan air lindi yang dilakukan tidak sesuai menyebabkan merembes kedalam tanah sehingga dapat mencemari air tanah. Air lindi itu sendiri sedikit banyak pasti mengandung logam berat yang berasal dari kaleng bekas, baterai ataupun besi-besi yang dibuang di TPA.

Air lindi yang memiliki ciri parameter fisik dan kimiawi berkadar tinggi dan juga mengandung logam berat berbahaya. Logam berat yang banyak ditemukan dalam air lindi yaitu tembaga (Cu), kromium (Cr), besi (Fe), seng (Zn), timbal (Pb), cadmium (Cd), arsenic (As) dan mangan (Mn). Logam berat tersebut yang terkandung dalam air lindi yang berasal dari penumpukan sampah yang telah dibuang. Air lindi yang merupakan suatu jenis bahan pencemar berpotensi tinggi yang dapat mencemari lingkungan, seperti halnya tercemarnya air permukaan. Air lindi tersebut juga dapat meresap ke dalam air tanah sehingga menyebabkan pencemaran tanah dan air tanah secara langsung (Tchobanoglous, 1993).

Sumber Zn yang ada di TPA berasal dari proses tailing, selain itu juga berasal dari kegiatan masyarakat seperti korosi dari pipa air dan formula detergen yang dalam proses pembuangannya tidak diolah dengan baik (Connel dan Al-Harisi, 2008). Logam berat Zn merupakan salah satu jenis logam berat yang digunakan dalam proses metabolisme tubuh manusia. Akan tetapi akan bersifat karsinogenik apabila kadar Zn yang masuk ke dalam tubuh melebihi kadar yang diperlukan. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui air minum, makanan ataupun udara. Zn yang berlebih dalam tubuh akan mengakibatkan keracunan. Gejala dari keracunan Zn seperti muntah, kram perut, diare dan mual berkepanjangan. Apabila terdapat gejala tersebut tidak segera ditangani dapat menyebabkan sakit kuning, kejang, demam dan tekanan darah rendah bahkan dapat menyebabkan kematian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana konsentrasi kandungan logam berat Seng (Zn) dan Kromium (Cr) yang terakumulasi pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel Banyumas?
- b. 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 Banyumas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Mengetahui konsentrasi kandungan logam berat Seng (Zn) dan Kromium (Cr) pada rambut masyarakat yang ada disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
- b. 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:

- a. Masyarakat tidak lagi menanam bahan makanan ataupun tumbuhan pada lahan bekas TPA karena salah satu factor logam berat yang teradsopsi oleh tumbuhan terakumulasi pada masyarakat.
- b. Sebagai studi literatur mengenai analisis konsentrasi dan sebaran logam berat di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
- c. 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.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini yaitu:

- a. Lokasi yang digunakan pada penelitian ini di sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
- b. Sampel yang diambil berupa rambut masyarakat yang tinggal di sekitar TPA Gunung Tugel.
- c. Metode sampling yang digunakan adalah *Purposive Sampling*.
- d. Logam berat yang dianalisis yaitu seng (Zn) dan kromium (Cr).
- e. Analisis logam berat dengan menggunakan instrument *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan tempat dimana tahapan akhir pembuangan sampah. TPA itu sendiri yang berfungsi sebagai sarana lahan guna sebagai tempat menimbun dan juga mengelola sampah. Tahapan dari sampah itu sendiri yang ada dalam pengelolaan sampah yang diawali dari sampah yang dihasilkan, kemudian dikumpulkan dan diangkut baru setelahnya dikelola dan dibuang. Karena TPA merupakan tempat dimana pengumpulan sampah terakhir, maka tempat tersebut harus terisolasi secara benar dan baik agar tidak menyebabkan dampak negative pada lingkungan yang ada disekitar TPA (Cahyono, 1999).

Kabupaten Banyumas yang sampai saat ini memiliki kurang lebih sebanyak 4 TPA, salah satu TPA tersebut adalah TPA Gunung Tugel. Sumber sampah yang terbanyak di TPA Gunung Tugel yang didominasi dari sampah makanan, sampah pertokoan, industri, kemudian dari pasar dan presentasi terbesar dari sampah pemukiman. Sampah yang dihasilkan berupa sampah basah atau organik, kertas, kaca, plastik, logam, bambu ataupun kayu, kain atau tekstil dan karet. Sampah yang ditimbun di TPA Gunung Tugel sebagian besar merupakan sampah organik sebesar 70% dan sisanya merupakan sampah plastik, kertas dan logam. Pada penimbunan sampah ini terjadi proses dekomposisi dimana terdapat dua fraksi yang dihasilkan yaitu fraksi organik dan fraksi anorganik. Fraksi anorganik yang mengandung mineral yaitu berupa logam-logam berat. Logam berat yang ada dalam sampah akan terdekomposisi dan larut bersama air lindi. Sehingga dapat menyebabkan terkontaminasi dengan tanah (*Health Research Board, 2003*).

TPA Gunung Tugel sendiri merupakan TPA yang dioperasikan dengan menggunakan metode *open dumping*. Metode *open dumping* yang merupakan pengelolaan sampah dengan cara tradisional yaitu dengan 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 negative yang

didapat berupa dampak terhadap lingkungan bahkan menyebabkan gangguan Kesehatan pada masyarakat sekitar (Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, 2009).

2.2 Air Lindi

Lindi merupakan air yang terbentuk dari timbunan sampah yang memiliki banyak sekali senyawa yang ada pada sampah sehingga memiliki kandungan pencemar khususnya logam berat dengan kandungan yang sangat tinggi. Lindi sangat berpotensi tinggi menyebabkan pencemaran pada air, baik air permukaan maupun air tanah sehingga memerlukan penanganan dengan baik. Apabila penanganan yang dilakukan tidak maksimal maka air lindi tersebut sangat berpotensi mencemari air tanah bahkan akan mengalir sampai dengan air permukaan (Damanhuri, 1996).

Pada umumnya air lindi mengandung senyawa organik dan anorganik yang tinggi. Air lindi yang sama dengan benda cair dapat mengalir ke tempat yang lebih rendah. Air lindi dapat merembes masuk ke dalam tanah dan bercampur dengan air tanah sampai dengan jarak 200 meter, kemudian akan mengalir sampai pada air permukaan tanah dan akan bermuara pada sungai. Secara tidak langsung air tanah dan sungai tersebut akan tercemar. Air lindi juga dapat mencemari sumber untuk air minum pada jarak 100 meter dari sumber pencemar (Mahardika, 2010).

2.3 Logam Berat

Logam berat merupakan salah satu unsur yang dibutuhkan oleh makhluk hidup, akan tetapi tidak dengan kadar yang berlebihan. Logam berat esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), Besi (Fe) dan zink (Zn). Sedangkan logam berat yang non esensial (elemen mikro) tidak memiliki fungsi pada tubuh manusia namun sangat berbahaya dan dapat menimbulkan keracunan (toksik) pada manusia seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), Arsenik (As) dan Cadmium (Cd) (Yudo, 2006).

Logam berat yang secara umum disebut logam berat yang memiliki kepadatan spesifik lebih dari 5 g/cm³ dan dapat mempengaruhi lingkungan maupun makhluk hidup. Logam ini yang memiliki fungsi pada tubuh dengan konsentrasi rendah, namun apabila mereka melebihi batas konsentrasi tertentu makan akan

menjadi berbahaya. Walaupun logam berat memiliki dampak negative terhadap Kesehatan dan mempengaruhi dalam jangka waktu yang Panjang, akan tetapi paparan logam berat masih tetap meningkat di Indonesia maupun di negara asing (Jaishankaretal, 2013; Nagajyotietal, 2010).

Logam berat dapat masuk melalui makanan, air maupun udara. Tembaga, selenium ataupun seng merupakan beberapa jenis logam yang dalam kadar tertentu dibutuhkan oleh tubuh, akan tetapi akan berbahaya apabila melebihi dari kadar yang diperlukan atau ambang batas (Kar et al, 2008).

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 Seng (Zn)

Sumber Seng (Zn) yang masuk kedalam lingkungan berasal dari pembuangan limbah industri, rumah tangga seperti penggunaan deterjen dan pupuk kimia yang tidak memperhatikan pembuangan akhirnya. Tubuh yang memang memerlukan adanya logam seng dalam proses metabolisme, akan tetapi apabila kadar yang masuk dalam tubuh berlebihan maka akan menjadi toksik bagi tubuh. Toksisitas logam seng yang menimbulkan dampak Kesehatan bagi tubuh yaitu, mempengaruhi kerja lambung dan dapat menyebabkan mual serta diare (Sunarjono, 2003).

2.4.2 Kromium (Cr)

Logam kromium pada industri biasanya dibutuhkan dalam dua bentuk, yaitu logam kromium murni dan ferokromium yang merupakan aliansi besi kromium

yang digunakan untuk pembentukan *stainless steel*. Logam kromium murni tidak ditemukan dalam kondisi pengaruh alam. Logam ini biasa ditemukan dalam bentuk senyawa padat ataupun mineral dengan campuran unsur-unsur lain dalam bentuk *chromite* (Yudo, 2006).

Logam kromium dapat menjadi sumber kontaminasi pada lingkungan, yaitu air, tanah dan udara. Logam krom pada air mengalami proses kimia reaksi reduksi-oksidasi yang dapat menyebabkan adanya sedimentasi atau pengendapan logam kromium pada dasar perairan. Proses reduksi pada logam kromium terjadi karena adanya kondisi air yang bersifat asam. Logam kromium merupakan logam berat *toxic* sangat tinggi, maka dari itu dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan kronis (Palar, 2002).

Logam berat Cr memiliki dampak negatif dan positif bagi tubuh manusia. Cr dengan kadar normal digunakan pada proses metabolisme karbohidrat, sintesa asam lemak, kolesterol dan protein. Sedangkan dampak negatif logam Cr apabila kadar logam yang masuk dalam tubuh berlebih akan mengakibatkan gangguan saluran pernafasan berupa meningkatkan risiko kanker paru, pada kulit berupa luka dipermukaan kulit dan kelainan pada ginjal.

2.5 Air Tanah

Air tanah merupakan air yang berada dalam tanah. Air tanah itu sendiri memiliki dua macam yaitu, air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal yang air yang berasal dari air hujan dan terletak dekat dengan permukaan tanah dan berada diatas lapisan kedap air. Sedangkan air tanah dalam air yang berasal dari air hujan yang meresap kedalam tanah paling dalam dengan proses absorpsi dan juga filtrasi dengan batuan dan mineral yang ada di tanah. Jadi air tanah dalam lebih jernih dibandingkan dengan air tanah dangkal (Kumalasari & Satoto, 2011).

Air tanah yang biasa disebut dengan *ground water* termasuk air yang berada di bawah permukaan tanah. Pergerakan air tanah pada akuifer memiliki kecepatan arus antara $10^{-10} - 10^{-3}$ m/detik dan dipengaruhi oleh porositas, permeabilitas dari lapisan tanah dan pengisian Kembali air. Karakteristik yang membedakan antara air tanah dan air permukaan ialah pergerakan yang sangat lamban dan waktu tinggal yang sangat lama mencapai puluhan tahun bahkan ratusan. Maka dari itu apabila

air tanah mengalami pencemaran maka akan sulit untuk Kembali seperti awal (Effendi, 2003).

2.6 Terakumulasi logam berat pada sampel rambut

Terakumulasinya logam berat sampai pada rambut melalui makanan, minuman, udara dan penetrasi pada lapisan kulit manusia. Tidak semua logam berat yang masuk akan terserap oleh tubuh, hanya 5-10% dari jumlah logam berat yang berasal dari makanan dan 30% nya yang dihirup akan diserap oleh tubuh. Logam berat yang mengendap pada jaringan tubuh seperti rambut itu hanya 15% dan lebih dari 90% logam berat akan diserap oleh darah dan terikat pada sel darah merah, sisanya akan terbuang oleh sisa metabolisme seperti urin dan feses (Palar, 2012).

Logam berat yang masuk dalam tubuh manusia biasanya terakumulasi pada beberapa organ tubuh seperti ginjal, hati, kuku dan rambut. Apabila pada urin dan darah mengandung logam berat, kandungan tersebut tidak akan bertahan lama karena akan dikeluarkan melalui siklus metabolisme. Sedangkan jika menganalisis pada kuku dan rambut akan bertahan lama. Hal itu karena jumlah logam berat dalam rambut berkorelasi dengan jumlah logam yang ada pada tubuh. Maka dari itu, rambut dapat dijadikan sebagai biopsi material.

Untuk melakukan pengukuran kandungan unsur yang ada di dalam tubuh, sampel yang dapat digunakan selain urin dan darah adalah rambut dan kuku. Rambut dianggap menjadi sampel biologis yang cocok untuk memperkirakan paparan ataupun asupan. Sedangkan kuku baik digunakan sebagai sampel biologis untuk pengukuran tingkat unsur runtutan karena mencerminkan paparan jangka Panjang (Julaidy, 2013).

2.7 Analisis Logam Berat

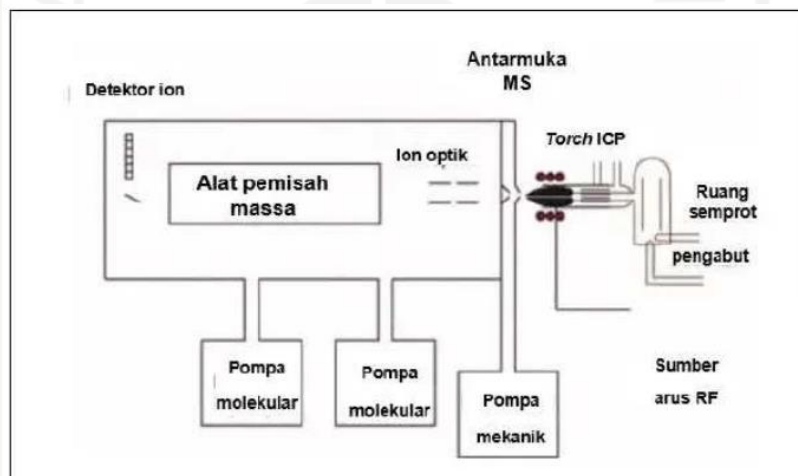
2.7.1 Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)

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.

Pada dasarnya peralatan dari ICP-MS itu sendiri gabungan dari dua peralatan yang masing-masing sudah berkembang, yaitu antara alat eksitasi ICP dan MS-

quadropole sebagai detector. Penggabungan kedua alat ini menggunakan suatu krimmer yakni suatu logam tipis yang memiliki lubang pada bagian tengah berdiameter kurang lebih 60 μm . alat tersebut ditempatkan diantara plasma dan MS.

Prinsip kerja ICP-MS yaitu sampel diintroduksi ke dalam suatu pusat tabung plasma argon, yang mengkabut, kemudian akan cepat tersolvasi dan teruapkan. Terjadi proses disosiasi dan ionisasi saat transit melalui inti plasma. Dari tabung pusat plasma, ion-ion terekstrak menuju pompa vakum antarface, baru setelah itu ditransmisikan kedalam spectrometer massa. Didalam spectrometer dan massa ion-ion terpisahkan berdasarkan massa mereka terhadap rasio muatan.



Gambar 1. Bagan Alat ICP-MS

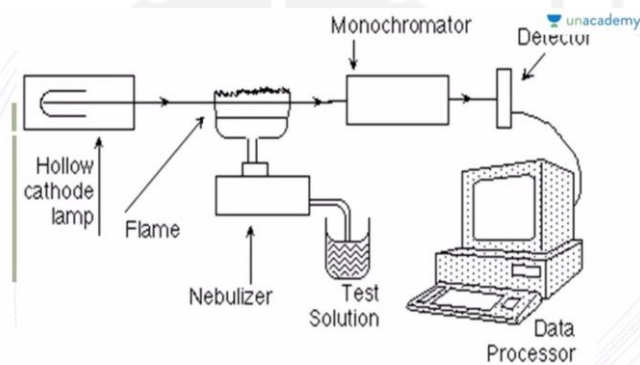
Keunggulan dari instrument ICP-MS itu sendiri adalah instrument mudah digunakan, analisis multi elemen, sangat ekonomis untuk banyak sampel dan unsur logam, batas deteksi sangat baik, produktivitasnya tinggi dan membutuhkan volume sampel yang sedikit. Sedangkan untuk kekurangannya adalah harga instrument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

2.7.2 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) merupakan suatu alat yang digunakan untuk metode analisis sebagai penentuan unsur-unsur logam

berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom-atom bebas unsur tersebut. AAS merupakan salah satu metode analisis kimia, yaitu berupa analisis kuantitatif.

Prinsip kerja dari AAS adalah sampel yang berbentuk liquid diubah menjadi bentuk aerosol kemudian bersama campuran gas masuk ke dalam nyala. Untuk unsur yang dianalisa menjadi atom - atom dalam keadaan dasar. Lalu sinar yang berasal dari lampu katoda, akan dilewatkan pada atom dalam nyala api sehingga elektron pada kulit terluar dari atom naik pada tingkat energi yang lebih tinggi. Penyerapan yang terjadi berbanding lurus dengan banyaknya atom pada keadaan dasar yang berada dalam nyala. Untuk sinar yang diserap oleh atom akan diteruskan dan dipancarkan pada detektor, lalu diubah menjadi sinyal yang dapat diukur.



Gambar 2. Skema Umum Instrument AAS

Keunggulan 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 batas deteksi sedang, unsur terbatas, 1-10 unsur per Analisa, rentang analisis terbatas dan Teknik single elemen.



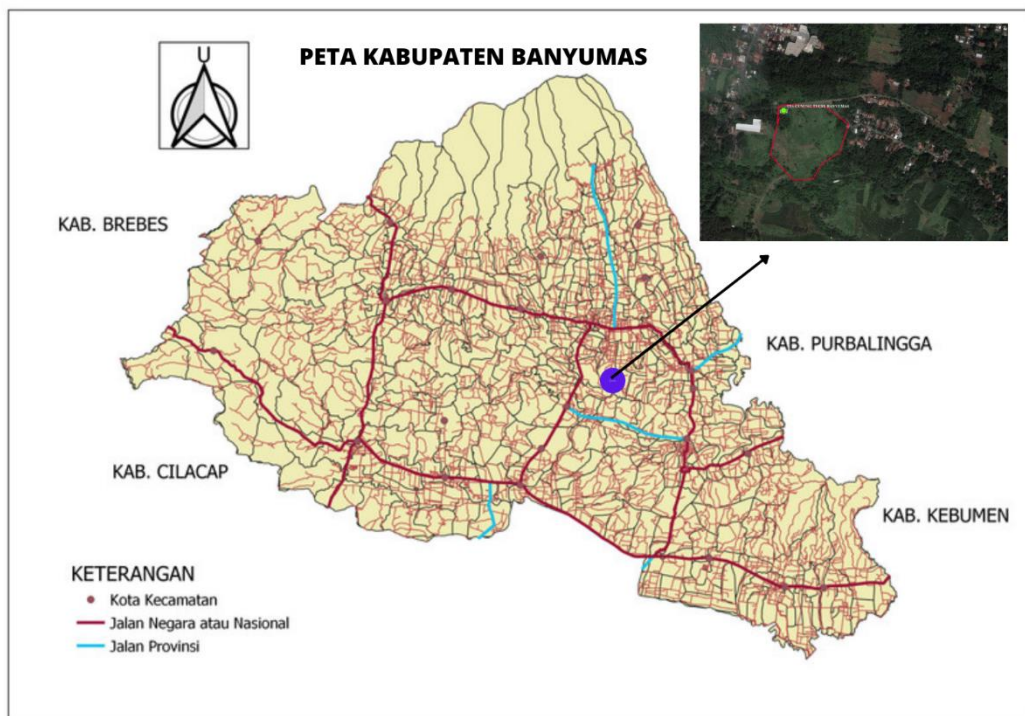
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu pelaksanaan penelitian

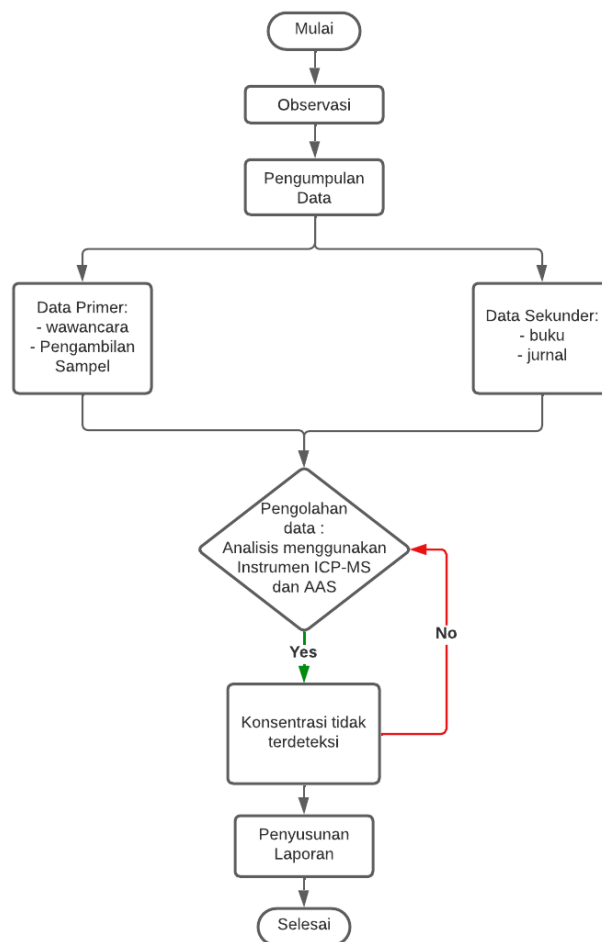
Lokasi penelitian ini dilakukan di TPA Gunung Tugel, Kabupaten Banyumas yang beralamat di Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah dengan menggunakan data primer pengamatan langsung dan pengambilan sampel rambut pada masyarakat yang tinggal di daerah TPA Gunung Tugel. Penelitian 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

3.3 Metode Penelitian

Dalam metode penelitian terdapat dua metode yaitu, metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif merupakan metode yang lebih menjurus pada pengamatan dimana terjadi secara alamiah. Sedangkan metode kuantitatif menghasilkan data berupa angka (Sukmana, dkk., 2020). Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yaitu penelitian menggunakan data berupa angka yang dihasilkan dari instrument yang berkaitan dengan mendapat data secara pasti. Sedangkan untuk metode pengambilan sampel yang digunakan yaitu metode *purposive sampling* berupa sampel yang diambil berdasarkan peneliti.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi

Populasi merupakan suatu kelompok orang, kejadian ataupun segala sesuatu yang memiliki karakteristik tertentu (Indriantoro & Supomo, 2009). Populasi merupakan keseluruhan objek yang akan diteliti. Dalam penelitian ini, populasi yang digunakan yaitu seluruh masyarakat yang tinggal disekitar 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 3 titik pengambilan pada rentang 500 – 1500 meter. Pada setiap titiknya pada jarak 500 meter – 1000 meter diambil 4 sampel pada jarak 1500 meter sampel yang diambil sebanyak 8 sampel. Apabila dilihat dari peneliti terdahulu (Imaduddin, 2018) bahwa arah aliran air tanah pada Kawasan TPA Gunung Tugel bergerak ke utara dan timur laut sesuai dengan pengambilan sampel pada jarak 1500 meter, maka 4 sampel mengikuti arah aliran ke utara dan 4 sampel mengikuti arah aliran ke timur laut. Kriteria sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Kriteria Inklusi
 - a. Lama tinggal masyarakat \pm 5 Tahun
 - b. Jenis kelamin
 - c. Berusia pada rentang: Dewasa = 20 – 60 Tahun
 - d. Bersedia menjadi responden penelitian
2. Kriteria Eksklusi
 - a. Warga 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

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 : aseton, aquades ultrapure, HNO₃, dan HCl.

3.6.2 AAS

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

3.7 Metode Sampling

Teknik pengambilan sampel pada masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel dilakukan secara acak berdasarkan kriteria inklusi dan sesuai dengan responden yang menyetujui pengambilan sampel rambut. Setiap masyarakat yang bersedia menjadi responden akan dipotong rambutnya dari pangkal kulit kepala sepanjang 1-2 cm dengan menggunakan gunting stainless steel yang 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 label nama, jenis kelamin, umur dan lama tinggal masyarakat.

3.8 Analisis Kandungan Logam Berat

3.8.1 ICP-MS

Metode yang digunakan dalam menganalisis sampel rambut dengan menggunakan instrument *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS) yang akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Sebagai acuan dalam dalam melakukan preparasi tersebut berdasarkan jurnal (Robson, dkk, 2018 dan Zheng, dkk, 2020).

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

1. Sampel rambut yang diperoleh dicuci terlebih dahulu menggunakan sampo bayi, guna menghilangkan senyawa organik.
2. Kemudian rambut dicuci menggunakan aseton, dimana guna 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 600°C selama 4 jam sampai menjadi abu.
6. Sampel yang sudah menjadi abu kemudian dilarutkan menggunakan campuran larutan $\text{HNO}_3 : \text{HCl} = 1 : 3$ 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 yang sudah terkumpul dan sudah terlabel dicuci terlebih dahulu.
2. Sampel yang sudah dicuci, dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 ml, kemudian direndam 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 600°C selama 4 jam sehingga menjadi abu.
6. Sampel yang sudah menjadi abu kemudian dilarutkan menggunakan campuran larutan $\text{HNO}_3 : \text{HCl} = 1 : 3$ 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. Kemudian dilakukan analisis interpolasi dengan IDW dan korelasi pearson.

3.9.1 Korelasi Pearson

Korelasi pearson merupakan suatu korelasi yang menghasilkan koefisien korelasi dimana berfungsi untuk mengukur kuat atau tidaknya hubungan linier

antara dua variabel. Apabila dari dua variabel tersebut tidak linier, maka tidak mencerminkan adanya hubungan kuar antara kedua variabel (Firdaus, 2009). Berikut merupakan kategori tingkat hubungan :

Tabel 1. Tingkat hubungan 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

Rumus :

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

Hipotesis nol dan hipotesis alternatifnya adalah :

$$H_0 : \rho = 0 \quad H_1 : \rho \neq 0$$

Statistik uji :

$$T_{hitung} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \text{ dengan } \nu = n - 2$$



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

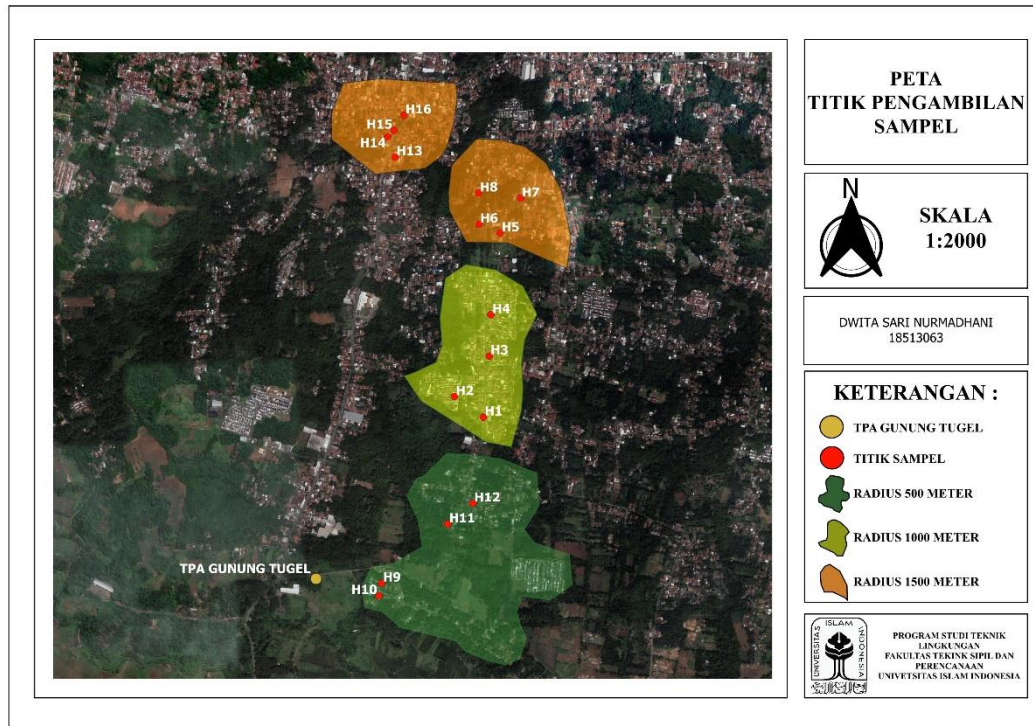
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Wilayah Penelitian

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) pastinya menghasilkan air lindi. Jika air lindi yang dihasilkan tidak diolah dengan baik maka air lindi tersebut merembes ke dalam tanah. Sehingga menyebabkan pencemaran terhadap air tanah. Dalam air lindi itu sendiri memiliki beberapa kandungan logam berat yang dihasilkan dari sampah kaleng ataupun baterai. Apabila logam berat dalam air lindi tersebut mencemari air tanah yang ada disekitar maka akan dapat mencemari sumur-sumur penduduk yang ada disekitar TPA tersebut. Akan sangat berpengaruh kepada warga apabila penduduk menggunakannya sebagai konsumsi air minum dan kegiatan sehari-hari.

TPA Gunung Tugel yang terletak pada wilayah administrasi Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. TPA tersebut ditutup pada tahun 2016 dikarenakan pengelolaannya yang kurang maksimal, lahan yang terbatas dan tercemarnya air tanah oleh air lindi. Bahkan 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 secara tidak langsung tanaman mengadsorpsi logam berat yang terkontaminasi pada air tanah.

Pada penelitian ini sampel yang diambil sebanyak 16 sampel pada rentang jarak antara 500 meter – 1500 meter dari TPA Gunung Tugel. Logam berat yang akan diteliti pada penelitian ini meliputi logam berat Seng (Zn) dan Kromium (Cr). 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 *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS).



Gambar 5. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

4.2 Karakteristik Responden

Karakteristik responden yang digunakan untuk memudahkan dalam melakukan pengambilan sampel pada penelitian ini. Responden itu sendiri merupakan masyarakat yang bersedia menjadi objek penelitian guna untuk diambil sampel rambutnya. Karakteristik itu sendiri terdapat beberapa hal, yaitu berdasarkan lama tinggal, jenis kelamin, usia, konsumsi air minum beserta jumlah yang dikonsumsi perhari, mengkonsumsi makanan yang ditanam diarea lahan bekas TPA, hasil panen dari sawah dan hasil kebun dan karakteristik terakhir jarak pemukiman terhadap TPA.

4.2.1 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 2. Karakteristik Responden (n=16) Berdasarkan Lama Tinggal

Lama Tinggal	Jumlah	Persentase
--------------	--------	------------

(Tahun)	(Orang)	(%)
1-10	6	38
11-30	6	38
≥ 30	4	25
Total	16	100

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui responden yang tinggal pada kisaran 10 tahun kebawah sebanyak 6 orang dengan persentase 38%, pada rentang 11-30 tahun sebanyak 6 orang dengan persentase 38% dan pada rentang 30 keatas sebanyak 4 orang dengan persentase 25%. Jadi kebanyakan responden berusia 30 tahun kebawah. Dapat disimpulkan bahwasannya hampir semua masyarakat yang tinggal di sekitar TPA Gunung Tugel cukup lama jika dihubungkan dengan waktu operasional TPA dan pada saat TPA tersebut ditutup.

4.2.2 Jenis Kelamin

Karakteristik responden lainnya yang berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 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 tabel 4.2 dapat diketahui responden berdasarkan jenis kelamin dengan jumlah terbanyak yaitu responden laki-laki sebanyak 11 orang dengan persentase 69% dan responden perempuan sebanyak 5 orang dengan persentase 31%. Karena pada saat pengambilan sampel mayoritas yang berada di rumah laki-laki.

4.2.3 Usia

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

Tabel 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 dapat diketahui responden yang berusia pada rentang 20-40 tahun sebanyak 8 orang dan pada rentang 41-60 tahun 8 orang dengan persentase keduanya imbang yaitu 50%. Maka dari kedua rentang usia memiliki jumlah orang yang seimbang yaitu, 8 orang. Masyarakat yang diambil sampelnya yang semuanya merupakan orang dewasa sampai dengan lansia.

4.2.4 Sumber Konsumsi Air Minum

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

Tabel 5. Karakteristik Responden Berdasarkan Sumber Konsumsi Air Minum

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

Sumber: Data Primer

Berdasarkan tabel 4.4 bahwa sumber air PAM yang digunakan masyarakat berjumlah 7 orang dengan persentase 44%, untuk air tanah berjumlah 5 orang dengan persentase 31% dan yang menggunakan sumber dari air tanah maupun PAM berjumlah 4 orang dengan persentase 25%. Jumlah konsumsi air minum masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel rata – rata sebanyak 2 liter/hari.

4.2.5 Jarak terhadap TPA

Karakteristik responden jarak tempat tinggal responden dari TPA Gunung Tugel agar dapat mengetahui pengaruh atau tidaknya dari jarak terdekat dan jarak terjauhnya. Untuk jarak yang digunakan memiliki 3 titik pengambilan, dimana titik tersebut berada pada jarak 500 meter, 1000 meter dan 1500 meter. Pada setiap jarak 500 meter dan 1000 meter dilakukan pengambilan sampel sebanyak 4 sampel dan pada jarak 1500 meter dilakukan pengambilan sampel sebanyak 8 sampel dimana digunakan untuk mewakili pada setiap jarak yang sudah ditentukan.

4.3 Analisis Konsentrasi 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 (A. Sukumar, 2007).

4.3.1 Analisis Konsentrasi Seng (Zn) pada Rambut Manusia

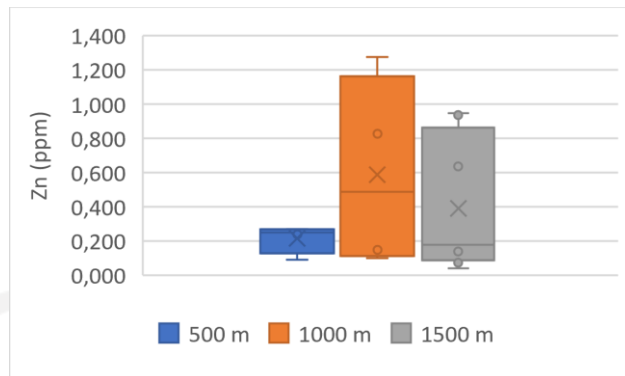
Zn merupakan logam murni dan akan melarut lambat sekali apabila berada pada asam dan alkali. Logam berat Zn ini merupakan logam berat esensial, dengan artian logam ini masih dibutuhkan oleh organisme hidup seperti halnya tumbuhan. Apabila logam berat yang masuk secara berlebihan akan menjadikan logam berat Zn toksik bagi organisme (Kacaribu, 2008).

Logam Zn yang masuk kedalam air akan membentuk ion. Ion Zn sangat mudah terserap dalam tanah dan sedimen. Logam berat Zn akan mengalami kelarutan yang relative rendah apabila masuk dalam air. Logam berat itu sendiri lebih condong mengikuti aliran air. Akan mempengaruhi pengenceran apabila ada air yang masuk, misalnya air hujan, karena dapat mengakibatkan penurunan pada konsentrasi logam berat (Sunti dkk, 2012). Untuk konsentrasi Zn yang dianalisis menggunakan instrument AAS di dalam rambut dapat dilihat pada tabel 5 berikut :

Tabel 6. Konsentrasi Logam Berat Zn

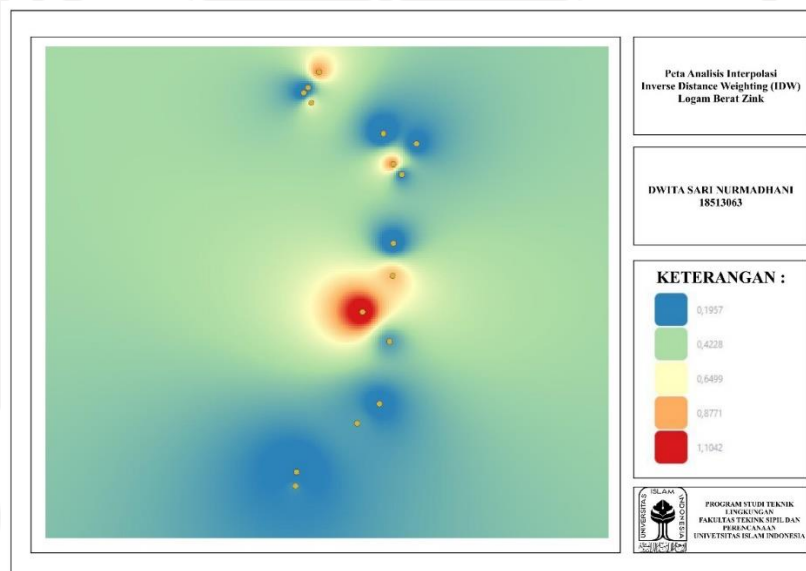
Jarak	Konsentrasi Zn (ppm)	(A. Sukumar, 2007) (ppm)
500 meter	0.239	146,5±15
	0.089	146,5±15
	0.268	146,5±15
	0.261	146,5±15
Rata-rata	0,214	
1000 meter	0.147	146,5±15
	1.275	146,5±15
	0.826	146,5±15
	0.100	146,5±15
Rata-rata	0,587	
1500 meter	0.181	146,5±15
	0.947	146,5±15
	0.136	146,5±15
	0.039	146,5±15
	0.637	146,5±15
	0.071	146,5±15
	0.175	146,5±15
	0.936	146,5±15
Rata-rata	0,390	

Pada tabel 5 Konsentrasi Zn yang ada pada rambut masyarakat disekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan analisis menggunakan instrument AAS berkisar antara 0,039 – 1,275 ppm. Apabila dilihat dari konsentrasi Zn yang dihasilkan tidak melebihi jurnal (A. Sukumar, 2007) dengan konsentrasi sebesar 146,5±15 ppm. Pada jarak terdekat yaitu 500 meter memiliki rata-rata sebesar 0,214 ppm. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata sebesar 0,587 ppm. Sedangkan pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata sebesar 0,390 ppm.



Gambar 6. Bloxpot konsentrasi Zn

Pada gambar 6 merupakan data dari konsentrasi logam berat Zn yang ditampilkan dalam bentuk boxplot. Dapat dilihat pada jarak 500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,089 – 0,268 ppm. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,100 – 1,275 ppm. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,039 – 0,947 ppm.



Gambar 7. Analisis Interpolasi IDW

Pada gambar 7 menjelaskan terkait analisis interpolasi IDW. Dapat dilihat bahwa warna biru yang menunjukkan rentang konsentrasi yang dihasilkan kecil yaitu sebesar 0,1957 ppm dan semakin warna cenderung pada warna merah maka rentang konsentrasi yang ditampilkan semakin tinggi sebesar 1,1042 ppm. Untuk rentang pembagian warna konsentrasi yang ditampilkan dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.

4.3.2 Konsentrasi Kromium (Cr) pada Rambut Manusia

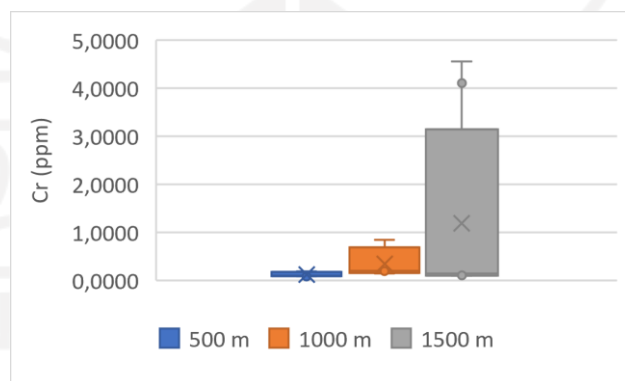
Logam Cr yang berasal dari proses pelapukan alami dari batuan dan run off dari batuan. Selain itu yang membuat logam Cr menjadi meningkat adalah kegiatan manusia berupa limbah rumah tangga dan kegiatan industri. Untuk konsentrasi Cr yang dianalisis menggunakan instrument ICP-MS di dalam rambut dapat dilihat pada tabel 6 berikut :

Tabel 7. Konsentrasi Logam Berat Cr

Jarak	Konsentrasi Cr (ppm)	(A. Sukumar, 2007) (ppm)
500 meter	0.187	1,8±0,3
	0.112	1,8±0,3
	0.081	1,8±0,3
	0.081	1,8±0,3
Rata-rata	0,1153	
1000 meter	0.138	1,8±0,3
	0.213	1,8±0,3
	0.840	1,8±0,3
	0.186	1,8±0,3
Rata-rata	0,3442	
1500 meter	0.096	1,8±0,3
	4.106	1,8±0,3
	0.122	1,8±0,3
	4.557	1,8±0,3
	0.155	1,8±0,3
	0.249	1,8±0,3
	0.107	1,8±0,3
	0.094	1,8±0,3
Rata-rata	1,1859	

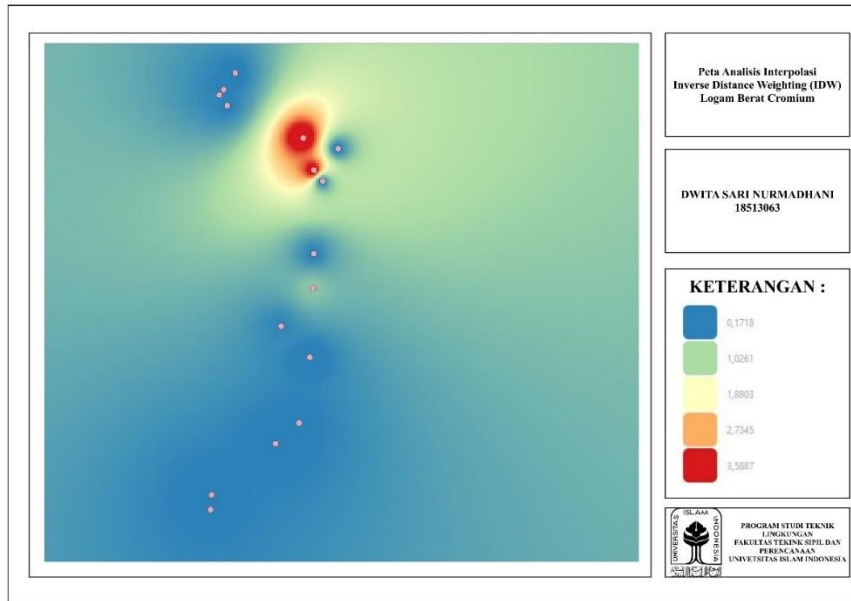
Pada tabel 6 konsentrasi Cr yang ada pada rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel berdasarkan analisis menggunakan instrument ICP-MS berkisar antara 0,081 – 4,557 ppm. Apabila dibandingkan dengan jurnal (A. Sukumar, 2007) dari 16 sampel terdapat 2 sampel yang melebihi rentang konsentrasi dari jurnal (A. Sukumar, 2007). Berdasarkan hasil tersebut apabila dikaitkan dengan hasil kuisisioner, tingginya konsentrasi yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu berdasarkan lama tinggal masyarakat yang dominan masyarakat tersebut

sudah dari lahir tinggal disekitar TPA Gunung Tugel. Maka semakin lama masyarakat yang tinggal di daerah TPA maka akan sering terpapar oleh logam berat dan makin banyak yang terakumulasi pada tubuh masyarakat. Faktor lain yang mempengaruhi adalah konsumsi air minum masyarakat yang bersumber dari air tanah. Selain itu faktor yang paling berpengaruh adalah konsumsi makanan yang berasal dari panen yang ditanam di lahan bekas TPA, area sawah dan kebun. Pada jarak terdekat 500 meter memiliki rata-rata sebesar 0,1153 ppm. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata sebesar 0,3442 ppm. Sedangkan pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata sebesar 1,1859 ppm.



Gambar 8. Grafik Konsentrasi Cr

Pada gambar 8 merupakan data dari konsentrasi logam berat Cr yang ditampilkan dalam bentuk boxplot. Dapat dilihat pada jarak 500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,081 – 0,187 ppm. Pada jarak 1000 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,138 – 0,840 ppm. Pada jarak 1500 meter memiliki rata-rata konsentrasi 0,096 – 4,557 ppm.



Gambar 9. Analisis Interpolasi IDW

Pada gambar 9 menjelaskan terkait analisis interpolasi IDW, dapat dilihat bahwa warna biru yang menunjukkan rentang konsentrasi yang dihasilkan kecil yaitu 0,1718 ppm dan semakin warna cenderung pada warna merah rentang konsentrasi yang ditampilkan semakin tinggi sebesar 3,5887 ppm. Untuk rentang yang digunakan pada pembagian warna konsentrasi itu dapat disesuaikan dengan yang kita inginkan.

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

4.4.1 Logam berat Zn

Tabel 8. Hasil konsentrasi dengan Hasil Wawancara

Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)	Jarak			Sumber Konsumsi Air Minum			Jumlah Konsumsi	Lama Tinggal	Usia (Tahun)
		500 m	1000 m	1500 m	Air Tanah	Air PAM	Keduanya			
H1	0.147		✓		✓			1.5 liter	40 tahun	59
H2	1.275		✓		✓			2.5 liter	4 tahun	52
H3	0.826		✓		✓			2 liter	4 tahun	21
H4	0.100		✓				✓	1 liter	15 tahun	42
H5	0.181			✓	✓			1 liter	21 tahun	42
H6	0.947			✓		✓		2 liter	41 tahun	41
H7	0.136			✓			✓	2 liter	26 tahun	26
H8	0.039			✓			✓	2 liter	8 tahun	26
H9	0.239	✓				✓		1 liter	50 tahun	50
H10	0.089	✓				✓		1.5 liter	40 tahun	43
H11	0.268	✓				✓		1 liter	29 tahun	29
H12	0.261	✓				✓		2 liter	30 tahun	30
H13	0.637			✓		✓		1 liter	10 tahun	36
H14	0.071			✓		✓		1 liter	15 tahun	41

H15	0.175			✓			✓	2 liter	10 tahun	32
H16	0.936			✓	✓			1 liter	6 tahun	28

Pada tabel 7 berdasarkan observasi dan wawancara dapat dilihat pada jarak TPA dengan konsentrasi logam berat Zn yang dihasilkan berkaitan, semakin dekat jarak maka akan semakin sering dan cepat terpapar logam berat. Sedangkan untuk sumber konsumsi air minum dengan konsentrasi logam berat Zn berkaitan, pada jarak 1000 meter konsentrasi yang didapat tinggi dikarenakan sumber konsumsi air minum yang digunakan berasal dari air tanah. Sedangkan pada jarak 500 meter konsentrasi yang didapat kecil, karena sumber konsumsi air minum berasal dari air PAM akan tetapi masih mengkonsumsi hasil panen dari sawah maupun kebun.

4.4.2 Logam berat Cr

Tabel 9. Hasil Konsentrasi dan Hasil Wawancara

Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)	Jarak			Sumber Konsumsi Air Minum			Jumlah Konsumsi	Lama Tinggal	Usia (Tahun)
		500 m	1000 m	1500 m	Air Tanah	Air PAM	Keduanya			
H1	0.138		✓		✓			1.5 liter	40 tahun	59
H2	0.213		✓		✓			2.5 liter	4 tahun	52
H3	0.840		✓		✓			2 liter	4 tahun	21
H4	0.186		✓				✓	1 liter	15 tahun	42
H5	0.096			✓	✓			1 liter	21 tahun	42
H6	4.106			✓		✓		2 liter	41 tahun	41
H7	0.122			✓			✓	2 liter	26 tahun	26

H8	4.557			✓		✓	2 liter	8 tahun	26
H9	0.187	✓				✓	1 liter	50 tahun	50
H10	0.112	✓				✓	1.5 liter	40 tahun	43
H11	0.081	✓				✓	1 liter	29 tahun	29
H12	0.081	✓				✓	2 liter	30 tahun	30
H13	0.155			✓		✓	1 liter	10 tahun	36
H14	0.249			✓		✓	1 liter	15 tahun	41
H15	0.107			✓		✓	2 liter	10 tahun	32
H16	0.094			✓	✓		1 liter	6 tahun	28

Dilihat dari tabel 8 berdasarkan observasi dan wawancara dapat dilihat bahwa konsentrasi logam berat Cr menghasilkan 2 konsentrasi yang tinggi yaitu pada sampel H6 dan H8. Rata-rata konsentrasi yang dihasilkan tidak begitu tinggi terkecuali 2 titik tersebut. Dilihat dari jarak ke TPA termasuk jarak yang cukup jauh akan tetapi konsumsi air minum yang digunakan berasal dari air sumur dan air PAM. Meskipun tidak sering menggunakan air sumur, akan tetapi ada kemungkinan kecil untuk terkontaminasi logam berat pasti ada. Pada titik 2 pada jarak 1500 meter konsentrasi yang dihasilkan terdapat beberapa memiliki hasil konsentrasi tinggi dikarenakan konsumsi air minum dominan berasal dari air tanah. Untuk titik 1 pada jarak 500 meter konsentrasi yang dihasilkan tidak terlalu tinggi karena penggunaan air tanah sudah tidak begitu digunakan akan tetapi terakumulasinya logam berat masih ada. Salah satu faktor lain yang menyebabkan konsentrasi logam berat Cr tinggi, dikarenakan konsumsi makanan yang berasal dari panen dari lahan bekas TPA, area persawahan dan juga kebun, seperti halnya umbi-umbian, pisang dan berupa bahan pokok yaitu beras.

4.4.3 Korelasi Pearson

4.4.3.1 Logam Berat Zn

a. Korelasi antara Konsentrasi Zn dengan Jarak

Tabel 10. Korelasi antara Konsentrasi Zn dengan Jarak

Konsentrasi (ppm)	Jarak (Meter)
0,147	1000
1,275	1000
0,826	1000
0,100	1000
0,181	1500
0,947	1500
0,136	1500
0,039	1500
0,239	500
0,089	500
0,268	500
0,261	500
0,637	1500
0,071	1500
0,175	1500
0,936	1500

n	16
ΣXY	7459,942
ΣX	6,328
ΣY	18000
ΣX^2	4,812
ΣY^2	23000000

Berikut perhitungannya :

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

$$r = \frac{16(7459,942) - (6,328)(18000)}{\sqrt{(16(4,812) - (6,328)^2)(16(23000000) - (18000)^2)}}$$

$$r = 0,135 \rightarrow 0,01 - 0,20 \text{ (Sangat Rendah)}$$

Jika dilihat dari tabel di atas, hasil korelasi antara jarak pengambilan sampel dengan konsentrasi Zn, memiliki nilai r sebesar 0,135 yaitu antara 0,01 - 0,20. Jika dilihat pada tabel 9 memiliki tingkat hubungan hubungan sangat rendah.

b. Korelasi antara Konsentrasi Zn dengan Jumlah Konsumsi Air Minum

Tabel 11. Korelasi antara Konsentrasi Zn dengan Jumlah konsumsi air minum

Konsentrasi (ppm)	Juml. Konsumsi Air
0,147	1,5
1,275	2,5
0,826	2
0,100	1
0,181	1
0,947	2
0,136	2
0,039	2
0,239	1
0,089	1,5
0,268	1
0,261	2
0,637	1
0,071	1
0,175	2
0,936	1

n	16
ΣXY	10,74305
ΣX	6,328
ΣY	24,5
ΣX ²	4,812
ΣY ²	41,75

Berikut perhitungannya:

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

$$r = \frac{14(10,743) - (6,328)(24,5)}{\sqrt{(16(4,812) - (6,328^2))(16(41,75) - (24,5^2))}}$$

$$r = 0,337 \rightarrow 0,21 - 0,40 \text{ (Rendah)}$$

Jika dilihat pada tabel di atas, korelasi antara jumlah konsumsi air minum dengan konsentrasi Zn, memiliki nilai r sebesar 0,337 yaitu antara 0,21 – 0,40. Jika dilihat pada tabel 9. memiliki tingkat hubungan rendah.

c. Korelasi antara Konsentrasi Zn dengan Lama Tinggal

Tabel 12. Korelasi antara Konsentrasi Zn dengan Lama Tinggal

Konsentrasi (ppm)	Lama Tinggal
0,147	40
1,275	4
0,826	4
0,100	15
0,181	21
0,947	41
0,136	26
0,039	8
0,239	50
0,089	40
0,268	29
10,000	30
15,000	10
0,071	15
0,175	10
0,936	6

n	16
ΣXY	544,0007
ΣX	6,328
ΣY	349
ΣX ²	4,812
ΣY ²	11021

Berikut perhitungannya:

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

$$r = \frac{14(544,001) - (6,328)(349)}{\sqrt{(16(4,812) - (6,328)^2)(16(11021) - (349)^2)}}$$

$$r = -0,336 \rightarrow 0,21 - 0,40 \text{ (Rendah, Berlawanan arah)}$$

Jika dilihat pada tabel di atas, korelasi antara jumlah konsumsi air minum dengan konsentrasi Zn, memiliki nilai r sebesar -0,336 yaitu antara 0,21-0,40. Jika dilihat pada tabel 9. Memiliki tingkat hubungan rendah dengan arah yang berlawanan dikarenakan hasil yang didapatkan negatif (-).

4.4.3.2 Logam Berat Cr

a. Korelasi antara Konsentrasi Cr dengan Jarak

Tabel 13. Korelasi antara Konsentrasi Cr dengan Jarak

Konsentrasi (ppm)	Jarak (Meter)
0,138	1000
0,213	1000
0,840	1000
0,186	1000
0,096	1500
4,106	1500
0,122	1500
4,557	1500
0,187	500
0,112	500
0,081	500
0,081	500
0,155	1500
0,249	1500
0,107	1500
0,094	1500

n	16
ΣXY	15838,01
ΣX	11,325
ΣY	18000
ΣX^2	38,627

ΣY^2	23000000
--------------	----------

Berikut perhitungannya:

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

$$r = \frac{16(15838,01) - (11,325)(18000)}{\sqrt{(16(38,627) - (11,325^2))(16(23000000) - (18000^2))}}$$

$$r = 0,338 \rightarrow 0,21 - 0,40 \text{ (Rendah)}$$

Dilihat dari tabel di atas, hasil korelasi antara jarak pengambilan sampel dengan konsentrasi Cr, memiliki nilai r sebesar 0,338 yaitu antara 0,21 – 0,40. Jika dilihat dari tabel 9 memiliki tingkat hubungan rendah.

b. Korelasi antara Konsentrasi Cr dengan Jumlah Konsumsi Air Minum

Tabel 14. Korelasi antara Konsentrasi Cr dengan Jumlah konsumsi air minum

Konsentrasi (ppm)	Juml. Konsumsi Air
0,138	1,5
0,213	2,5
0,840	2
0,186	1
0,096	1
4,106	2
0,122	2
4,557	2
0,187	1
0,112	1,5
0,081	1
0,081	2
0,155	1
0,249	1
0,107	2
0,094	1

n	16
ΣXY	21,58275
ΣX	11,325

ΣY	24,5
ΣX^2	38,627
ΣY^2	41,75

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

$$r = \frac{16(21,583) - (11,325)(24,5)}{\sqrt{(16(38,627) - (11,325)^2)(16(41,75) - (24,5)^2)}}$$

$$r = 0,373 \rightarrow 0,21 - 0,40 \text{ (Rendah)}$$

Dilihat dari tabel di atas, hasil korelasi antara jumlah konsumsi air minum dengan konsentrasi Cr, memiliki nilai r sebesar 0,373 yaitu antara 0,21 – 0,40. Jika dilihat pada tabel 9 memiliki tingkat hubungan rendah.

c. Korelasi antara Konsentrasi Cr dengan Lama Tinggal

Tabel 15. Korelasi antara Konsentrasi Cr dengan Lama Tinggal

Konsentrasi (ppm)	Lama Tinggal
0,138	40
0,213	4
0,840	4
0,186	15
0,096	21
4,106	41
0,122	26
4,557	8
0,187	50
0,112	40
0,081	29
0,081	30
0,155	10
0,249	15
0,107	10
0,094	6

n	16
---	----

ΣXY	248,0694
ΣX	11,325
ΣY	349
ΣX^2	38,627
ΣY^2	11021

Berikut perhitungannya:

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

$$r = \frac{16(248,069) - (11,325)(349)}{\sqrt{(16(38,627) - (11,325^2))(16(11021) - (349^2))}}$$

$$r = 0,003 \rightarrow 0 \text{ (Tidak Berkorelasi)}$$

Dilihat dari tabel di atas, hasil korelasi antara jumlah konsumsi air minum dengan konsentrasi Cr, memiliki nilai r sebesar 0,003 yaitu terdapat pada tingkat hubungan 0. Jika dilihat pada tabel 9 memiliki tingkat hubungan tidak berkorelasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini kesimpulan yang diperoleh berupa :

1. Konsentrasi logam berat Zn dan Cr yang ada di rambut masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel dinilai tidak ada yang melebihi apabila dibandingkan dengan jurnal (A. Sukumar, 2007). Konsentrasi logam berat Zn antara 0,039 – 1,275 ppm dan rata-rata 0,395 ppm dengan menggunakan instrument AAS. Sedangkan konsentrasi logam berat Cr antara 0,081 – 4,557 ppm dan rata-rata 0,708 ppm dengan menggunakan instrument ICP-MS. Pada sampel yang memiliki konsentrasi tinggi bisa dikarenakan hal dari luar, seperti halnya rambut responden yang berwarna dan dari penggunaan pestisida untuk mengusir hama sawah.
2. 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. Jika dilihat berdasarkan korelasi pearson hubungan antara konsentrasi logam berat Zn dengan jarak maka memiliki tingkat hubungan korelasi sangat rendah yaitu 0,135. Sedangkan hubungan antara jumlah pemakaian air dengan konsentrasi Zn memiliki tingkat hubungan korelasi rendah yaitu 0,3369. Dan hubungan antara konsentrasi Zn dengan lama tinggal memiliki tingkat hubungan korelasi sangat rendah dengan arah berlawanan sebesar -0,336. Sedangkan hubungan antara konsentrasi Cr dengan jarak memiliki tingkat hubungan korelasi rendah sebesar 0,338. Sedangkan hubungan antara jumlah pemakaian air dengan konsentrasi Cr memiliki tingkat hubungan korelasi rendah yaitu 0,373. Dan hubungan antara konsentrasi Cr dengan lama tinggal tidak memiliki hubungan korelasi yaitu sebesar 0,003.

5.2 Saran

Dilakukan penelitian lanjutan dengan tambahan sampel tidak hanya rambut saja, akan tetapi air sumur dan tanaman yang di tanam dilahan bekas TPA. Agar dapat dapat mengetahui apakah masih ada kandungan logam berat yang berasal dari

air lindi tersebut ada pada air tanah bahkan sampai masuk dalam tanaman. Serta berat sampel rambut yang diambil harus sama.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, J. P., Wardhani, E. K. A., & Pharmawati, K. (2018). Identifikasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) di Air Permukaan dan Sedimen Waduk Saguling Provinsi Jawa Barat. *Identifikasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) Di Air Permukaan Dan Sedimen Waduk Saguling Provinsi Jawa Barat*, 6(2), 10.
- Agustina, T., & Teknik, F. (2014). Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan. *Teknobuga*, 1(1), 53–65.
- Akbar, F., Rahmawati, S., & Wacano, D. (2020). Analisis Kandungan Logam Berat Di Dalam Tanah Tpa Gunung Tugel Banyumas. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 10(1), 3.
- Alam, Z. F., Ang, C. L. J., & Bondoc, I. V. (2018). Analysis of Heavy Metals in the Human Hair to Establish the E-waste Toxicity Among the Filipino Informal Recyclers Located at Various E-waste Dumpsites in and Around Manila, Philippines. *Nature Environment and Pollution Technology*, 17(3), 757–766.
- Badan Pusat Statistik. (2018). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) 2018. *Badan Pusat Statistik/BPS–Statistics Indonesia*, 1–43. <https://doi.org/3305001>
- Firdaus, Zamal. 2009. *Korelasi antara Pelatihan Teknik Perpajakan, Pengalaman dan Motivasi Pemeriksa Pajak dengan Kinerja Pemeriksa Pajak pada Kantor Pelayanan Pajak di Jakarta Barat*. Fakultas Ekonomi dan Ilmu Sosial Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Garcia Pinto, F., Escalfoni, R., & Saint’Pierre, T. D. (2012). Sample Preparation for Determination of Rare Earth Elements in Geological Samples by ICP-MS: A Critical Review. *Analytical Letters*, 45(12), 1537–1556. <https://doi.org/10.1080/00032719.2012.677778>
- Guo, X., He, M., Chen, B., & Hu, B. (2012). Solidified floating organic drop microextraction combined with ETV-ICP-MS for the determination of trace heavy metals in environmental water samples. *Talanta*, 94, 70–76. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2012.02.053>
- Hardani. Ustiawaty, J. A. H. (2017). *Buku Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif* (Issue April).
- Heryana, A. (2020). Analisis Data Penelitian Kuantitatif. *Penerbit Erlangga, Jakarta, June*, 1–11. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31268.91529>

- Kacaribu, K. (2008). Kandungan Kadar Seng dan Besi dalam Air Minum dari Depot Air Minum Isi Ulang Air Pegunungan Sibulangi di Kota Medan. Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan.
- 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>
- Li, Y., Peng, G., He, Q., Zhu, H., & Al-Hamadani, S. M. Z. F. (2015). Dispersive liquid–liquid microextraction based on the solidification of floating organic drop followed by ICP-MS for the simultaneous determination of heavy metals in wastewaters. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 140, 156–161. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.12.091>
- Li, Y., Yu, Y., Zheng, N., Hou, S., Song, X., & Dong, W. (2020). Metallic elements in human hair from residents in smelting districts in northeast China: Environmental factors and differences in ingestion media. *Environmental Research*, 182(June 2019), 108914. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108914>
- Maleteng, F. (n.d.). *Analisis Kandungan Logam Berat Pada Air Penyebarannya Di Tpa Gunung Tugel Banyumas Analysis of Heavy Metal Contents on Surface Water and Surface Runoff and the Distribution Potential At Gunung Tugel Landfill Banyumas*.
- Ortiz-Robles, C., Barrera-Hernández, A., Sánchez-Peña, C., Márquez-Herrera, C., López-Bayghen, E., Quintanilla-Vega, B., & Del Razo, L. M. (2016). Pretreatment of human hair for the determination of trace metals by ICP–MS. *Toxicology Letters*, 259, S89. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2016.07.220>
- P, S. S. S., Lestari, S., & Windyartini, S. (2010). *Biosorpsi Kadmium pada Leacheate TPA Gunung Tugel Menggunakan Biomassa Sargassum cinereum*. 27(September), 126–132.
- Prasetia, IB; Subekti, R. (2021). Cakrawala Hukum Cakrawala Hukum. *Cakrawala Hukum*, 12(1), 95–110. <https://e-journal.unwiku.ac.id/hukum/index.php/CH/article/view/171>
- Pratiwi, W. H., Putri, G. L., Pratama, M. A., Zulkarnain, F., & Priadi, C. R. (2021). Health risk analysis of nitrite, nitrate, and heavy metal pollution in groundwater near landfill area: A case study of the Sumur Batu village in Bekasi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 633(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/633/1/012015>

- Putri, D. A. (2018). Hubungan Akumulasi Timbal Pada Rambut Masyarakat Pengumpul Limbah Batubara Dengan Penyakit Hipertensi. *Jurnal Media Kesehatan*, 8(2), 198–204. <https://doi.org/10.33088/jmk.v8i2.284>
- Rahardjo, D & Prasetyaningsih, A. (2018). Konsentrasi Dan Akumulasi Kromium Dalam Darah Dan Rambut Warga Desa Banyakan. *Seminar Nasional Biologi Dan Pembelajarannya*, 1–13.
- Rahayu, B., Napitupulu, M., & Tahril. (2013). Analisis Logam Zink. *Jurnal Akademika*, 2(1), 1–4.
- Rahayu, D., Aprilia s.r, D., & Retno Ayu K, D. (2015). *Makalah spektrofotometer serapan atom*. 10113052, 1–26.
- Rashed, M. N., & Hossam, F. (2007). Heavy metals in fingernails and scalp hair of children, adults and workers from environmentally exposed areas at Aswan, Egypt. *Environmental Bioindicators*, 2(3), 131–145. <https://doi.org/10.1080/15555270701553972>
- Rodríguez Giraldo, Y., Rodríguez Sánchez, E., Torres, L. G., Montenegro, A. C., & Pichimata, M. A. (2022). Development of validation methods to determine cadmium in cocoa almond from the beans by ICP-MS and ICP-OES. *Talanta Open*, 5, 100078. <https://doi.org/10.1016/j.talo.2021.100078>
- Safitri, W, R. (2014). Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue Dengan Kepadatan Penduduk Di Kota Surabaya Pada Tahun 2012 - 2014. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 1(3), 1–9.
- 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>
- Saryati, R. D. (2006). Analisis Cuplikan Lingkungan Dan Bahan Geologi Dengan Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. *Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian Journal of Materials Science*, 8(1), 92–97.
- Schulthess, M., Börgel, L., Silva, V., & Ipinza, J. (2016). Characterization by IR spectra of *Loxosceles laeta*'s venom. *Toxicology Letters*, 259, S89–S90. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2016.07.221>
- Sukumar, A., & Subramanian, R. (2007). Relative element levels in the paired samples of scalp hair and fingernails of patients from New Delhi. *Science of*

the Total Environment, 372(2–3), 474–479.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.10.020>

Sunti, I., Anwar, D dan Syamsuar, M. (2012). Studi Kandungan Logam Berat Seng (Zn) Dalam Air Dan Kerang Baja-Baja (*Anodonta Woodiana*) Di Sungai Pangkajene Kabupaten Pangkep. Universitas Hasanuddin. Semarang.

Syarbaini. (2015). Teknologi ICP-MS dan Aplikasinya Untuk Studi Radioaktivitas Lingkungan. *Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif, BATAN.*, 208–217.

Venus, M., Puntarić, D., Gvozdić, V., Vidosavljević, D., Bijelić, L., Puntarić, A., Puntarić, E., Vidosavljević, M., Matijana, J., & Jasenka, Š. (2019). Determinations of uranium concentrations in soil, water, vegetables and biological samples from inhabitants of war affected areas in eastern Croatia (ICP-MS method). *Journal of Environmental Radioactivity*, 203(March), 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2019.03.004>

Wongsasuluk, P., Chotpantararat, 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>



LAMPIRAN

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>
 <p>Pengujian ICP-MS</p>	 <p>Pengujian AAS</p>



LAMPIRAN 3

Hasil Uji AAS

No	Kode Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Hasil Uji AAS Logam Berat Zn ($\mu\text{g/mL}$)
1	H1	10 mL	0,147
2	H2	10 mL	0,806
3	H3	10 mL	0,826
4	H4	10 mL	0,100
5	H5	10 mL	0,181
6	H6	10 mL	0,947
7	H7	10 mL	0,136
8	H8	10 mL	0,086
9	H9	10 mL	0,239
10	H10	10 mL	0,089
11	H11	10 mL	0,268
12	H12	10 mL	0,261
13	H13	10 mL	0,168
14	H14	10 mL	0,086
15	H15	10 mL	0,175
16	H16	10 mL	0,850

LAMPIRAN 4

Hasil Uji ICP-MS

No	Kode Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Hasil Uji ICP-MS Logam Berat Cr (ppb)
1	H1	10 mL	138,09
2	H2	10 mL	212,68
3	H3	10 mL	839,96
4	H4	10 mL	186,01
5	H5	10 mL	96,46
6	H6	10 mL	4106,28
7	H7	10 mL	122,05
8	H8	10 mL	4557,36
9	H9	10 mL	187,38
10	H10	10 mL	111,57
11	H11	10 mL	80,69
12	H12	10 mL	81,43
13	H13	10 mL	155,08
14	H14	10 mL	248,61
15	H15	10 mL	106,87
16	H16	10 mL	94,46

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 Zn (ppm)(mg/l)	Konsentrasi Logam Berat Zn (mg/kg)
1	H1	10 mL	0,147	145,42
2	H2	10 mL	1,275	35,22
3	H3	10 mL	0,826	643,67
4	H4	10 mL	0,100	959,43
5	H5	10 mL	0,181	318,38
6	H6	10 mL	0,947	458,17
7	H7	10 mL	0,136	146,26
8	H8	10 mL	0,039	138,27
9	H9	10 mL	0,239	609,87
10	H10	10 mL	0,089	229,21
11	H11	10 mL	0,268	691,19
12	H12	10 mL	0,261	634,30
13	H13	10 mL	0,637	36,22
14	H14	10 mL	0,071	15,19
15	H15	10 mL	0,175	250,81
16	H16	10 mL	0,936	294,71

LAMPIRAN 7

Hasil Perhitungan Konsentrasi Logam Berat Uji ICP-MS

No	Sampel	Volume Destruksi	Konsentrasi Logam Berat Cr (ppb)	Konsentrasi Logam Berat Cr (ppm) (mg/L)	Konsentrasi Logam Berat Cr (mg/kg)
1	H1	10 mL	138,08502	0,1381	136,45
2	H2	10 mL	212,67686	0,2127	5,88
3	H3	10 mL	839,96452	0,8400	654,18
4	H4	10 mL	186,00931	0,1860	1788,55
5	H5	10 mL	96,461179	0,0965	169,83
6	H6	10 mL	4106,2842	4,1063	1985,63
7	H7	10 mL	122,04983	0,1220	130,95
8	H8	10 mL	4557,3552	4,5574	16047,03
9	H9	10 mL	187,37975	0,1874	478,01
10	H10	10 mL	111,56974	0,1116	287,55
11	H11	10 mL	80,686223	0,0807	207,95
12	H12	10 mL	81,426924	0,0814	197,64
13	H13	10 mL	161,00975	0,1610	8,82
14	H14	10 mL	248,60666	0,2486	53,44
15	H15	10 mL	106,86664	0,1069	153,54
16	H16	10 mL	94,461654	0,0945	29,74



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجمهورية الإسلامية الإندونيسية

RIWAYAT HIDUP



Dwita Sari Nurmadhani, lahir di Banyuwangi, 22 Oktober 1999. Saya putri kedua dari tiga bersaudara. Nama kedua orang tua saya, Bapak Nurhadi dan Ibu Hermin Sulistijorini, S.Pd. Saya menjalankan studi SMA di SMA Unggulan Berbasis Pesantren Amanatul Ummah, dan sekarang menjadi mahasiswa di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

