



JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Sumur Penduduk di Sekitar TPA Piyungan

Danang Parikesit

20513166

Dosen Pembimbing 1:

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

Dosen Pembimbing 2:

Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph. D.

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

2025



DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

Analysis of Microplastic Abundance in Residents' Wells Around Piyungan Landfill

Danang Parikesit

20513166

Supervisor 1:

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

Supervisor 2:

Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph. D.

Environmental Engineering Bachelor Program

Faculty of Civil Engineering and Planning

Universitas Islam Indonesia

2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Sumur Penduduk di Sekitar TPA Piyungan

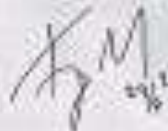
Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Danang Parikesit

20513166

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 28 Mei 2025 dan disetujui oleh:

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

 (Pembimbing 1)

Dhanshun Wicarno, S.Si., M.Sc., Ph.D.

 (Pembimbing 2)
(16-07-2015)

Prof. Dr.-Ing. Ir. Widodo Brancowiyono, M.Sc., LP M., Assoc. Eng.

28 July 2020 (Penguji)

Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana

FAKULTAS TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN

Yogi Kartika, M.Sc. (Res Eng.), Ph.D.



PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia, maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan studi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
 - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
 - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 28 Mei 2025

Yang membuat pernyataan,


Danang Parikesit
20513166

PRAKATA

Segala puji dan rasa syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Sumur Penduduk di Sekitar TPA Piyungan”.

Tugas Akhir ini disusun dengan tujuan untuk memberikan kontribusi pengetahuan serta memperluas wawasan pembaca mengenai analisis kelimpahan mikroplastik pada sumur-sumur penduduk di sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan. Penulis berharap hasil dari penelitian ini dapat menjadi sumber informasi yang bermanfaat serta memberikan gambaran mengenai potensi pencemaran mikroplastik pada sumber air tanah di wilayah tersebut.. Selain itu, Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan dari Program Pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menerima banyak dorongan semangat, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah memungkinkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Kepada kedua orang tua dan adik tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta kepercayaan penuh kepada penulis selama proses penyusunan laporan ini.
3. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D., yang telah memberikan persetujuan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D., dan Bapak Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dukungan, serta arahan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Prof. Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc., I.P.M., Asean Eng., selaku Dosen Penguji atas waktu, kesempatan, serta masukan dan saran yang sangat berharga bagi penulis.
5. Seluruh Dosen, Tenaga Pengajar, dan Staf Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta fasilitas yang sangat bermanfaat bagi

penulis selama menjalani proses pendidikan di Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

6. Seluruh staf laboran di Laboratorium Kualitas Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian di laboratorium.
7. Kepada partner penulis yang telah setia mendampingi setiap proses serta memberikan semangat dan dukungan sepanjang masa penyusunan laporan tugas akhir ini.
8. Kepada teman-teman perantauan penulis, "Gondes TL", yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian laporan tugas akhir ini.
9. Teman-teman mahasiswa dari "Unisi Music Community", "Darling", "Ml Poke", "Jasmine", "Dukun Perkasa", "Kaspas", serta seluruh rekan-rekan dari Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan, kebersamaan, dan bantuan sepanjang perjalanan studi penulis.
10. FC Barcelona, klub sepak bola yang menjadi kebanggaan penulis, terima kasih telah menjadi sumber inspirasi dalam menanamkan nilai kesabaran, semangat yang tak pernah padam, dan keteguhan dalam meraih tujuan. Lebih dari sekadar kemenangan, klub ini mengajarkan bahwa proses, perjuangan, dan cara mencapainya adalah hal yang paling layak untuk dihargai.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah memberikan bantuan dan kontribusi berharga dalam penyelesaian penelitian ini, penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Sleman, Mei 2025

Danang Parikesit

Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Sumur Penduduk di Sekitar TPA Piyungan

Mahasiswa : Danang Parikesit
NIM : 20513166
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing 1 : Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.
Pembimbing 2 : Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph. D.

Abstrak

Danang Parikesit. Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Sumur Penduduk di Sekitar TPA Piyungan. Dibimbing oleh Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D., dan Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph. D.

Mikroplastik adalah partikel plastik berukuran <5 mm yang dapat mencemari lingkungan akibat degradasi limbah plastik dari berbagai sumber, termasuk aktivitas di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Penelitian ini bertujuan menganalisis kelimpahan, karakteristik fisik, dan jenis polimer mikroplastik dalam air sumur penduduk di sekitar TPA Piyungan, Bantul, DIY. Sampel diambil dari 12 titik sumur berdasarkan radius dan arah aliran air tanah. Analisis dilakukan dengan metode NOAA, pengamatan mikroskopis, dan identifikasi polimer menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR). Hasil menunjukkan semua sampel mengandung mikroplastik dengan dominasi bentuk fragmen, film, fiber, dan foam, serta warna seperti hitam, merah, biru, dan transparan. Polimer yang teridentifikasi meliputi PE, PP, PC, Nylon, dan PS. Temuan ini mengindikasikan potensi pencemaran mikroplastik di air tanah sekitar TPA yang dapat berdampak pada lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Kata Kunci: Mikroplastik, Air Sumur, TPA Piyungan, FT-IR, Polimer

Analysis of Microplastic Abundance in Residents' Wells Around Piyungan Landfill

Student : Danang parikesit
Student Number : 20513166
Study Program : *Environmental Engineering – Bachelor Program*
Supervisor 1 : Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.
Supervisor 2 : Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph. D.

Abstract

Danang Parikesit. *Analysis of Microplastic Abundance in Residents' Wells Around Piyungan Landfill*. Supervised by Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D., dan Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph. D.

Microplastics are plastic particles <5 mm that pollute the environment through the degradation of waste from sources such as landfills. This study aims to analyze the abundance, characteristics, and polymer types of microplastics in groundwater near the Piyungan Landfill, Bantul, Yogyakarta. Samples were collected from 12 wells at varying distances based on groundwater flow. The analysis used NOAA methods, microscopic observation, and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR). Results showed microplastics in all samples, dominated by fragments, films, fibers, and foams, in colors like black, red, blue, and transparent. Identified polymers include PE, PP, PC, Nylon, and PS. These findings indicate microplastic contamination in groundwater around the landfill, with potential risks to the environment and public health.

Keywords: Microplastics, Ground Water, Piyungan Landfill, FT-IR, Polymer

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	4
Abstrak	7
DAFTAR ISI	9
DAFTAR TABEL	11
DAFTAR GAMBAR	12
DAFTAR LAMPIRAN	13
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 Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Mikroplastik	3
2.2 Mikroplastik di Air Tanah	4
2.3 TPA Piyungan	5
2.4 FTIR (<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>)	5
2.5 Penelitian Terdahulu	6
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Lokasi	13
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Prosedur Analisis Data	16
3.3.1 Metode Pengambilan Sampel	17
3.3.2 Pengujian Sampel	18
3.3.3 Analisis Data	20
3.3.4 Korelasi	22
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	24
4.1 Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel	24
4.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Jenis, dan Warna	29
4.2.1 Identifikasi Berdasarkan Jumlah	30

4.2.2 Identifikasi Berdasarkan Jenis.....	41
4.2.3 Identifikasi Berdasarkan Warna.....	46
4.3 Identifikasi Mikroplastik Dengan FTIR	52
4.3.1 Jenis Polymer	54
4.3 Mitigasi Untuk Mengurangi Kelimpahan Mikroplastik	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan	14
Tabel 4. 1 Deskripsi Kondisi Wilayah Pengambilan Sampel	25
Tabel 4. 2 Perbandingan Kelimpahan dengan Penelitian Internasional	31
Tabel 4. 3 Perbandingan Kelimpahan dengan Penelitian TPA Piyungan	33
Tabel 4. 4 Pembagian Titik Sesuai Radius.....	35
Tabel 4. 5 Perbandingan Jenis Dominan Mikroplastik Pada Penelitian TPA Piyungan	45
Tabel 4. 6 Perbandingan Warna Dominan Mikroplastik Pada TPA Piyungan	50
Tabel 4. 7 Jenis Polymer Setiap Titik Sampel.....	53
Tabel 4. 8 Perbandingan Jenis Polymer Peak Tertinggi Pada Penelitian TPA Piyungan	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Bentuk Mikroplastik	3
Gambar 3. 1 Peta Titik Sampling	14
Gambar 3. 2 Prosedur Analisis Data	16
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengambilan Sampel	17
Gambar 3. 4 Pengambilan Sampel	17
Gambar 3. 5 Diagram Alir Metode Pengujian	18
Gambar 3. 6 Pengujian Sampel	20
Gambar 3. 7 Analisis Data	21
Gambar 4. 1 Jumlah Mikroplastik Pada Setiap Sampel	30
Gambar 4. 2 Kelimpahan Partikel Mikroplastik (Partikel/100ml)	31
Gambar 4. 3 Keterkaitan dengan Jarak Sumur ke TPA.....	36
Gambar 4. 4 Keterkaitan dengan Kedalaman Sumur	37
Gambar 4. 5 Keterkaitan dengan Usia Sumur.....	38
Gambar 4. 6 Keterkaitan dengan Jenis Sumur.....	39
Gambar 4. 7 Keterkaitan dengan Penutup Sumur	40
Gambar 4. 8 Bentuk Mikroplastik yang Terlihat di Mikroskop	42
Gambar 4. 9 Persentase Persebaran Bentuk Mikroplastik	43
Gambar 4. 10 Jumlah Mikroplastik Tiap Sampel Berdasarkan Bentuk.....	44
Gambar 4. 11 Warna Mikroplastik yang Teridentifikasi	47
Gambar 4. 12 Persentase Warna Mikroplastik	48
Gambar 4. 13 Persebaran Warna di Tiap Titik Sampel	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 - Pengambilan Sampel	64
Lampiran 2 - Proses di Laboratorium	65
Lampiran 3 - Pengujian FTIR.....	67
Lampiran 4 – Data Pengamatan Mikroskop	68
Lampiran 5 – Data FTIR	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk negara dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi di dunia. Kondisi ini berdampak signifikan pada berbagai sektor, terutama dalam mendorong peningkatan konsumsi masyarakat. Seiring waktu, konsumsi plastik oleh masyarakat terus meningkat karena plastik dianggap praktis, mudah diperoleh, dan harganya relatif terjangkau. Oleh karena itu, penggunaan plastik jadi bagian yang tidak bisa dipisahkan dari aktivitas masyarakat Indonesia dalam sehari - hari (Patuwo et al., n.d.).

Perubahan fisik pada plastik menyebabkan terbentuknya mikroplastik yang kemudian menumpuk di lingkungan, khususnya di ekosistem perairan. Mikroplastik memiliki arti secara definisi, yaitu partikel plastik berukuran kurang dari 5 milimeter. Mikroplastik ini terbentuk melalui proses degradasi seperti fotodegradasi, biodegradasi, dan degradasi akibat panas. Sebagian besar mikroplastik, sekitar 98%, berasal dari aktivitas manusia di daratan, sementara sisanya, sekitar 2%, berasal dari aktivitas di laut seperti pelapisan kapal, debu perkotaan yang terbawa angin, dan transportasi laut. Distribusi mikroplastik ke lingkungan perairan dipengaruhi oleh beberapa jalur, dengan 66% dibawa oleh air hujan, 25% melalui sistem pengelolaan air limbah, dan 7% melalui angin laut (Yu & Singh, 2023).

Berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Energi Sumber Daya Mineral Daerah Istimewa Yogyakarta, Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan berfungsi sebagai lokasi pembuangan sampah terpadu yang digunakan secara bersama oleh masyarakat. TPA ini memiliki luas sekitar 12,5 hektar dengan kapasitas tampung sebesar 2,7 juta meter kubik. Pada tahun 2018, volume sampah yang masuk ke TPA Piyungan tercatat mencapai 500.000 ton, atau setara dengan rata-rata 549,74 ton per hari. Akumulasi sampah plastik yang tertimbun dalam jangka waktu lama berpotensi mengalami proses degradasi menjadi mikroplastik, yang kemudian dapat mencemari sumber daya air dan lingkungan di sekitarnya.

Mengacu pada permasalahan hari ini, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji keberadaan mikroplastik pada air tanah di kawasan pemukiman sekitar TPA Piyungan. Karena masih terbatasnya data dan studi terkait topik ini, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan awal dalam upaya penanganan pencemaran plastik di lingkungan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana kelimpahan mikroplastik pada sampel air tanah di pemukiman sekitar TPA Piyungan?
- 2) Bagaimana karakteristik dan komposisi mikroplastik yang terdapat dalam air tanah di pemukiman sekitar TPA Piyungan ?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Menganalisa kelimpahan kandungan mikroplastik pada air tanah di pemukiman sekitar TPA Piyungan
- 2) Memahami karakteristik pada mikroplastik yang ditemukan di dalam air tanah di pemukiman sekitar TPA Piyungan
- 3) Menganalisis keterkaitan kelimpahan mikroplastik dengan jarak sumur ke TPA, usia sumur, jenis sumur, penutup sumur, dan kedalaman sumur

1.4 Manfaat Penelitian

- 1) Memberikan informasi mengenai keberadaan mikroplastik pada air tanah, yang dapat digunakan sebagai referensi untuk topik penelitian sejenis
- 2) Mempermudah pengembangan sistem pengelolaan lingkungan yang tepat untuk mengatasi masalah mikroplastik di dalam air tanah

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

- 1) Pengambilan sampel uji dilakukan di pemukiman sekitar TPA Piyungan, Bantul, D.I.Yogyakarta
- 2) Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII
- 3) Metode penelitian yang diterapkan mengikuti pedoman dari *National Ocean and Atmospheric Administration* (NOAA)
- 4) Mikroplastik yang dianalisis berupa partikel plastik berukuran <5mm dengan bentuk fragmen, film, pellets, fiber, dan foam serta warna mikroplastik
- 5) Identifikasi karakteristik mikroplastik menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroplastik

Mikroplastik secara definisi diartikan sebagai fragmen atau partikel plastik berukuran sangat kecil, yakni kurang dari 5 milimeter. Partikel ini telah teridentifikasi tersebar luas di berbagai kompartemen lingkungan, seperti udara, tanah, dan perairan, sehingga menimbulkan kekhawatiran terkait dampaknya terhadap ekosistem serta dampak kesehatan pada manusia (Ramadhan et al., 2019). Mikroplastik dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, mikroplastik primer dan juga mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer umumnya diproduksi secara massal dalam bentuk mikro. Mikroplastik primer berasal dari berbagai macam produk yang mengandung partikel plastik berukuran mikro, seperti bahan pembersih, produk kosmetik, pakan hewan, bubuk resin, serta berbagai produk plastik lainnya. Sementara itu, mikroplastik sekunder pada umumnya terbentuk melalui proses fragmentasi atau plastik berukuran besar yang terkena penguraian, misalnya peralatan rumah tangga, jala ikan, bahan baku industri, kantong plastik, maupun karena pelapukan alami dari limbah plastik di lingkungan (Sandra & Radityaningrum, 2021). Berdasarkan karakteristik strukturnya, partikel mikroplastik dapat dikelompokkan menjadi beberapa tipe, seperti fiber atau filamen (berbentuk serat lurus dan tipis), pellet (partikel padat berbentuk bulat), fragment (fragmen keras dengan tepi tidak beraturan), foam (bertekstur ringan menyerupai spons), serta film (lembaran tipis dan fleksibel) (Ariskha.,2019).



Gambar 2. 1 Klasifikasi Bentuk Mikroplastik

Serat mikroplastik (fiber) dapat berasal dari berbagai sumber, seperti serat tekstil pada pakaian, tali, serta perlengkapan penangkap ikan seperti jaring dan pancing. Sementara itu,

pellet merupakan bahan baku utama dalam proses manufaktur plastik yang diproduksi secara langsung oleh perusahaan di bidang industri, dan termasuk dalam kategori mikroplastik primer (Tuhumury & Ritonga, 2020). Mikroplastik Fragmen merupakan salah satu bentuk mikroplastik sekunder berpolimer kuat, seperti polypropylene, polyethylene, dan polystyrene. Kemudian jenis foam, umumnya dihasilkan melalui proses fragmentasi dari makroplastik ringan, contohnya styrofoam atau wadah makanan instan. Sementara itu, mikroplastik tipe film terbentuk akibat degradasi plastik tipis, contohnya plastik pembungkus makanan dan kantong belanja berbahan plastik (Dwi Cahyo et al., 2020). Mikroplastik dapat diklasifikasikan berdasarkan warna ke dalam enam kategori utama, yaitu hitam, biru, putih, transparan, kuning, dan merah. Adapun jenis-jenis polimer mikroplastik yang umum ditemukan di lingkungan antara lain meliputi Polyethylene (PE), Polystyrene (PS), Polyamide (PA), Nylon, Polyester, Akrilik, Polyoxymethylene, Polyvinyl Alcohol (PVA), Polyvinyl Chloride (PVC), Polymethylacrylate, Polyethylene Terephthalate (PET), Alkyd, serta Polyurethane.

2.2 Mikroplastik di Air Tanah

Keberadaan mikroplastik telah teridentifikasi dalam sejumlah sampel air tanah di berbagai wilayah Indonesia, termasuk kawasan perkotaan seperti Semarang dan Surabaya. Temuan ini mengindikasikan bahwa kontaminasi mikroplastik telah meluas dan menjadi isu lingkungan di beberapa daerah perkotaan. Pergerakan mikroplastik dalam sistem air tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor kompleks, antara lain infiltrasi air hujan dan sistem irigasi pertanian, aktivitas antropogenik, proses degradasi makroplastik, serta erosi tanah. (Seftianingrum et al., 2023). Mikroplastik dapat mencapai lapisan air tanah melalui berbagai jalur, antara lain melalui limbah domestik, pemanfaatan produk-produk berbahan plastik, serta hasil degradasi material plastik yang terjadi di lokasi pembuangan sampah. (Seftianingrum et al., 2023).

Dampak Keberadaan mikroplastik dalam air tanah menimbulkan kekhawatiran yang serius, mengingat air tanah yang kerap kali dijadikan salah satu sumber utama sebagai air konsumsi untuk masyarakat Indonesia. Kandungan mikroplastik yang terlarut di dalamnya berpotensi menurunkan kualitas air minum dan tidak lupa bisa menimbulkan risiko terhadap kesehatan masyarakat secara menyeluruh (Sutanhaji et al., 2021). Selain itu, mikroplastik yang terlarut dalam air tanah memiliki kemampuan untuk menyerap dan membawa senyawa kimia berbahaya, seperti polutan organik persisten dan logam berat. Kehadirannya menjadikan mikroplastik sebagai sumber pencemar yang bersifat persisten dan berpotensi menyebar luas

dalam sistem air tanah, sehingga dapat membahayakan organisme yang bergantung pada sumber daya air tersebut (Sutanhaji et al., 2021).

Mikroplastik dapat memasuki sistem air tanah melalui jalur vertikal maupun horizontal. Partikel-partikel ini mampu menembus lapisan tanah dan pada akhirnya mencapai akuifer, mengingat tanah tidak hanya berperan sebagai media penyerap mikroplastik yang efektif, tetapi juga menyediakan jalur transportasi yang memungkinkan migrasi partikel menuju sistem air tanah (Ayu Sulistiawati, n.d.)

Dengan demikian, dampak mikroplastik pada air tanah tidak hanya mengancam keberlanjutan ekosistem, tetapi juga menimbulkan risiko serius terhadap manusia melalui rantai makanan.

2.3 TPA Piyungan

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan lahan dengan skala luas yang difungsikan sebagai lokasi pembuangan akhir sampah, yang umumnya telah melalui tahap pengumpulan di Tempat Penampungan Sementara (TPS). TPA Piyungan adalah TPA yang masih beroperasi di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, TPA ini berlokasi di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kabupaten Bantul. Sampah dari berbagai wilayah ditampung di TPA ini, baik dalam maupun luar Daerah Istimewa Yogyakarta, yang menjadikan kapasitasnya saat ini mendekati ambang batas maksimum (Astuti et al., 2023).

TPA dengan luas lahan sekitar 12,5 hektar ini memiliki kapasitas tampung mencapai 2,7 juta meter kubik. Komposisi sampah di lokasi tersebut terdiri atas berbagai jenis, di mana sampah plastik menyumbang sekitar 11,19% dari total volume. Seiring meningkatnya timbunan sampah secara signifikan dari waktu ke waktu, masa operasional TPA ini semakin mendekati batas optimal penggunaannya. Kondisi tersebut menimbulkan dampak lingkungan yang merugikan di kawasan sekitar, sehingga diperlukan upaya penanganan yang tepat dan berkelanjutan (Ardiyanta et al., n.d.).

2.4 FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Teknik analisis dalam identifikasi mikroplastik yang banyak digunakan adalah Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (Fourier Transform Infrared/FTIR). Metode ini dinilai lebih efektif dibandingkan dengan identifikasi berbasis mikroskop, karena mampu mendeteksi jumlah mikroplastik yang lebih besar dalam sampel lingkungan (Octarianita et al., 2022). FTIR kerap menjadi metode pilihan karena kemudahan operasional, efisiensi biaya,

serta tingkat keandalannya yang tinggi. Selain itu, teknik ini bersifat non-destruktif terhadap gugus fungsi berbagai jenis polimer plastik, sehingga struktur kimia mikroplastik tetap terjaga selama proses analisis (Octarianita et al., 2022).

Spektroskopi FT-IR adalah metode analisis berbasis inframerah yang memanfaatkan transformasi Fourier untuk memperoleh dan menganalisis spektrum dari suatu sampel. Teknik ini dipakai untuk mengidentifikasi senyawa organik, anorganik, maupun polimer melalui interaksi antara sinar inframerah dan materi uji. FT-IR memiliki keunggulan dalam mengidentifikasi serta mengkarakterisasi zat yang tidak diketahui, mendeteksi keberadaan kontaminan, serta memantau proses dekomposisi dan oksidasi pada suatu bahan (Pamungkas et al., 2022).

Wilayah inframerah dikelompokkan dalam tiga bagian berdasarkan rentang panjang gelombangnya, antara lain inframerah dekat ($14.000\text{--}4.000\text{ cm}^{-1}$) yang sensitif terhadap vibrasi overtone, inframerah tengah ($4.000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$) yang berhubungan dengan transisi energi vibrasi molekul dan memberi informasi tentang gugus fungsi suatu senyawa, serta inframerah jauh ($400\text{--}10\text{ cm}^{-1}$) yang umumnya dipakai dalam menganalisis senyawa yang mengandung atom-atom berat, contohnya pada beberapa senyawa organik (Achmad et al., 2022).

2.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Peneliti	Hasil
1	Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal	Hanif, K. H., Suprijanto, J., & Pratikto, I.	Penggunaan teknologi FTI-R sebagai metode dalam meneliti mikroplastik, didapat setiap mikroplastik memiliki karakteristik masing-masing dan spektrum yang berbeda
2	<i>Identifikasi Mikroplastik pada Air Sumur Gali di sekitar TPA Piyungan Yogyakarta</i>	Utami, I., & Liani, M.	Diketahui masing-masing kelimpahan dari 3 sumur gali TPA Piyungan yaitu 146 ± 109 partikel/L pada desa Lingkong yang berjarak 0-1 km, diikuti air sumur pada jarak 1-2 km di Desa Banyakan

			Tiga dengan nilai 116 ± 31 partikel/L dan terendah pada air sumur dengan jarak 2-3 km di Desa Potorono dengan kelimpahan mikroplastik sebesar 77 ± 23 partikel/L
3	Jurnal Presipitasi Perkembangan Penelitian Mikroplastik di Indonesia Development of Microplastic Research in Indonesia	Komunikasi, M., Pengembangan, D., Lingkungan, T., Cahya Alam, F., & Rachmawati, M.	Menentukan perkembangan dan penyebaran mikroplastik tidak hanya media air permukaan saja, namun dapat melalui udara, air tanah dan rantai makanan.
4	Identifikasi Mikroplastik dan Bakteri Pendegradasi Mikroplastik di Perairan Indonesia	Niken Ayu Rindiani, Rina Dwi Agustiani	Berdasarkan bentuknya, mikroplastik dapat diklasifikasikan dalam lima jenis, yaitu fragmen, film, pelet, fiber, dan busa (foam). Fragmen umumnya berbentuk kaku, tebal, serta memiliki pinggiran tajam dan tidak beraturan, dengan warna yang bervariasi dan sering ditemukan dalam ekosistem perairan. Jenis film memiliki struktur yang tipis, fleksibel, kadang transparan, dan bentuknya juga tidak beraturan. Mikroplastik berbentuk pelet biasanya tampak bulat, berukuran besar, dan tidak seragam. Fiber memiliki bentuk memanjang yang bervariasi dalam ketebalan dan warna, tergantung pada tingkat degradasi serta asal materialnya. Sementara itu, mikroplastik jenis

			busa memiliki tekstur lunak, bentuk tak beraturan, serta berwarna putih atau kekuningan.
5	Microplastic Contamination in Well Water in Coastal Area of Jember Regency: Study of Characteristics, Abundance and Potential Causal Factors	Arwikana, Ma'rufi	Hal ini mengindikasikan bahwa kedalaman sumur tidak secara konsisten memengaruhi tingkat kelimpahan mikroplastik dalam air sumur. Mikroplastik tetap dapat mencemari air tanah melalui berbagai mekanisme, salah satunya adalah infiltrasi dari air permukaan yang membawa partikel mikroplastik ke lapisan tanah. Oleh karena itu, baik sumur dangkal maupun sumur dalam memiliki potensi yang sama untuk terpapar kontaminasi mikroplastik.
6	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik pada Air Sumur Penduduk Sekitar Kawasan Industri di Kecamatan Gamping, Kalasan, dan Tempel, Kabupaten Sleman	Ayu Sulistiawati	Mikroplastik memiliki potensi untuk mencemari air tanah baik melalui pergerakan vertikal atau juga horizontal. Partikel ini dapat menembus lapisan tanah dan akhirnya mencapai sistem akuifer, karena tanah tidak hanya berperan sebagai media penyerap mikroplastik, tetapi juga berfungsi sebagai jalur transportasi yang efektif menuju sistem air tanah.
7	Microplastic pollution in groundwater: a systematic review	(Falakdin et al., 2024)	Jurnal ini menyajikan ulasan mendalam mengenai keberadaan mikroplastik dalam akuifer, mencakup teknik pengambilan sampel, tingkat kontaminasi, variasi

			polimer, serta ukuran partikel dalam air tanah. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan secara luas di berbagai sistem akuifer dengan keragaman ukuran dan jenis polimer. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini yang mengidentifikasi berbagai bentuk mikroplastik seperti fragmen, film, dan fiber, serta jenis polimer seperti PE, PP, PC, Nylon, dan Polystyrene pada air sumur di sekitar TPA Piyungan. Kedua studi sama-sama menyoroti pentingnya penggunaan metode analisis yang akurat seperti FTIR untuk mengidentifikasi jenis polimer. Meski demikian, jurnal tersebut memiliki cakupan yang lebih luas dengan membahas berbagai kondisi hidrogeologi yang mempengaruhi distribusi mikroplastik, sementara penelitian ini lebih difokuskan pada pengaruh jarak dan karakteristik fisik sumur terhadap keberadaan mikroplastik.
8	Microplastic contamination in groundwater of rural area, eastern part of Korea.	(Jeong et al., 2023)	Penelitian ini mengevaluasi 386 sampel air tanah dan menemukan bahwa median kelimpahan mikroplastik di area sekitar landfill mencapai 13,4 partikel per liter, dengan bentuk dan warna yang beragam, dipengaruhi oleh aktivitas

			manusia. Temuan serupa juga dijumpai dalam penelitian ini, di mana sumur-sumur yang berada dekat dengan TPA Piyungan menunjukkan tingkat kelimpahan mikroplastik yang tinggi, terutama dengan bentuk dominan dengan bentuk fragmen dan film dengan warna oranye, hitam, dan transparan. Kedua studi sama-sama menyimpulkan bahwa aktivitas antropogenik di sekitar lokasi pembuangan sampah merupakan sumber utama kontaminasi mikroplastik, dengan pergerakan distribusi yang dipengaruhi oleh pola aliran air tanah. Namun demikian, studi internasional tersebut memiliki cakupan data lebih luas serta menggunakan pendekatan analisis spasial yang lebih spesifik dibandingkan penelitian ini yang berskala lokal.
9	Microplastics contamination of groundwater: Current evidence and future perspectives. A review.	(Viaroli et al., 2022)	Review ini membahas sumber mikroplastik di air tanah, termasuk infiltrasi dari tanah pertanian, limbah TPA, dan interaksi dengan air permukaan. PE dan PET adalah jenis mikroplastik paling umum, dengan bentuk fragmen dan fiber dominan. Dalam penelitian ini juga menemukan polimer serupa dan bentuk dominan yang sama, serta

			menyebutkan infiltrasi dari limbah TPA sebagai sumber utama. Review ini menambahkan perspektif hidrogeologi yang menyoroti tantangan deteksi mikroplastik di air tanah dan perlunya model konseptual seperti "Hydrogeoplastic Model" untuk memahami distribusi mikroplastik, yang dapat menjadi pengembangan lanjutan dari penelitian ini.
10	Exploring the impact of microplastics in groundwater on human health: A comprehensive review.	(Jahan Rakib et al., 2025)	Review ini membahas sumber dan mekanisme transport mikroplastik di sistem air perkotaan, termasuk infiltrasi ke air tanah. Laporan Anda menunjukkan pola distribusi mikroplastik di sumur warga sekitar TPA Piyungan yang merupakan area urban dengan aktivitas manusia tinggi. Keduanya menegaskan bahwa pengelolaan limbah plastik dan edukasi masyarakat menjadi kunci mitigasi pencemaran mikroplastik di lingkungan perkotaan dan air tanah
11	The Urgent Need to Investigate Microplastic Contamination in Groundwater: Soil and Groundwater Interactions as Key Drivers.	(Wei & Chen, 2023)	Jurnal ini meneliti transport vertikal mikroplastik dari tanah ke akuifer melalui irigasi dan infiltrasi, mengembangkan model empiris untuk akumulasi mikroplastik di profil tanah. Sedangkan penelitian ini juga mengindikasikan infiltrasi mikroplastik dari limbah TPA ke air

			sumur melalui tanah. Studi ini menambahkan pemahaman mekanisme transport mikroplastik yang dapat memperkaya interpretasi hasil penelitian ini, terutama terkait proses fisik dan kimia yang memengaruhi distribusi mikroplastik di lingkungan tanah dan air tanah
--	--	--	--

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Pengambilan sampel air sumur dilakukan pada 12 titik yang tersebar dalam empat zona berdasarkan jarak radial dari TPA Piyungan, yaitu pada radius 0–500 meter, 500–1000 meter, 1000–1500 meter, dan 1500–2000 meter. Masing-masing zona diwakili oleh tiga titik pengambilan sampel, sehingga total terdapat 12 sampel. Distribusi ini dianggap representatif terhadap sumur-sumur milik warga di sekitar TPA Piyungan karena telah mempertimbangkan arah dan pola aliran air tanah di wilayah tersebut.

Pada radius 0–500 meter dari TPA Piyungan, terdapat tiga lokasi titik sampel sumur, antara lain sumur 1 di Ngelengkong, Bawuran, Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jarak 210 meter dari TPA, sumur 2 yang berlokasi di Ngablak, Sitimulyo, Piyungan, Kabupaten Bantul yang berjarak 390 meter dari TPA, serta sumur 3 yang berada di Bawuran II, Pleret, Kabupaten Bantul, dengan jarak 450 meter dari TPA Piyungan.

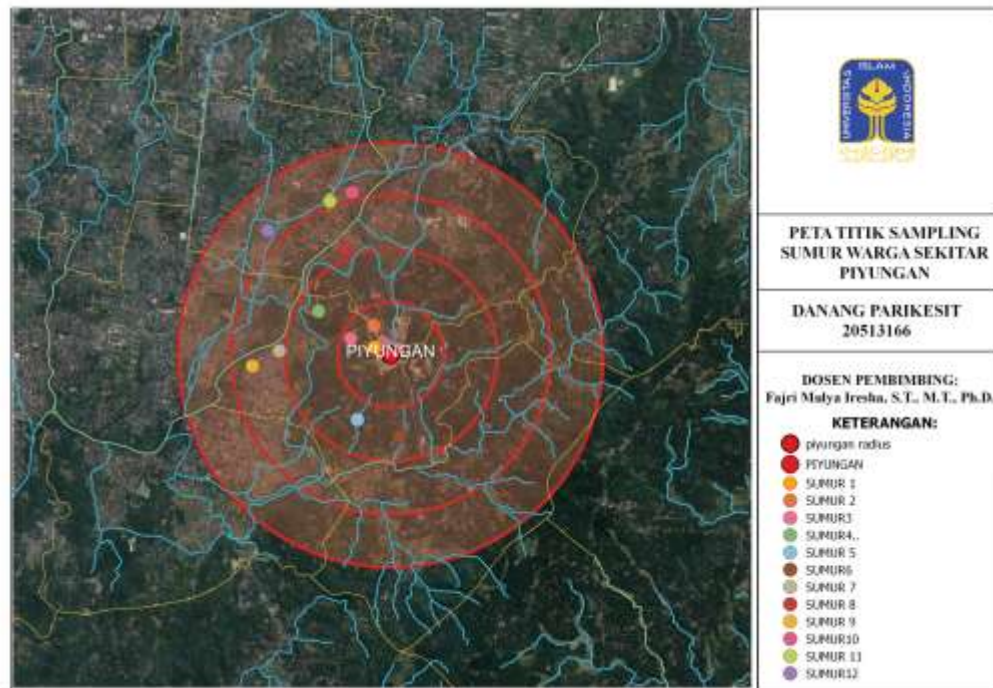
Pada radius 500–1000 meter dari TPA Piyungan, terdapat tiga titik pengambilan sampel sumur, yaitu: sumur 4 yang terletak di Jalan Kedungpring, Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jarak 950 meter dari TPA; sumur 5 yang berlokasi di Kedungpring, Bawuran, Kabupaten Bantul, berjarak 830 meter dari TPA; dan sumur 6 yang juga berada di Kedungpring, Bawuran, dengan jarak 920 meter dari TPA Piyungan.

Pada radius 1000–1500 meter dari TPA Piyungan, terdapat tiga titik pengambilan sampel sumur, yaitu: sumur 7 yang berada di Bawuran I, Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jarak 1250 meter dari TPA; sumur 8 yang berlokasi di Bawuran, Kabupaten Bantul, dengan jarak 1300 meter dari TPA; serta sumur 9 yang terletak di Bawuran, Pleret, Daerah Istimewa Yogyakarta dan berjarak 1490 meter dari TPA Piyungan.

Pada radius 1500–2000 meter dari TPA Piyungan, terdapat tiga titik pengambilan sampel sumur, yaitu: sumur 10 yang berlokasi di Jambidan, Banguntapan, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jarak 1800 meter dari TPA; sumur 11 yang juga berada di Jambidan, Banguntapan, dengan jarak 1900 meter; serta sumur 12 yang terletak di Jalan Bantul, Kota Yogyakarta, berjarak 1980 meter dari TPA Piyungan.

Proses pengambilan sampel dilakukan dalam satu hari, yaitu pada tanggal 5 Februari 2025. Pemilihan waktu pengambilan dilakukan pada musim hujan, mengingat tingginya curah hujan pada periode tersebut berpotensi meningkatkan infiltrasi air hujan yang menyerap ke

tanah, dan kemudian dapat mencapai sumber air sumur penduduk. Urutan pengambilan sampel dimulai dari radius terjauh, yakni radius 1500–2000 meter, meliputi sampel 12, 11, dan 10. Selanjutnya, dilakukan pengambilan pada radius 1000–1500 meter, yaitu sampel 9, 8, dan 7. Setelah itu, pengambilan berlanjut ke radius 500–1000 meter dengan sampel 6, 5, dan 4. Tahap terakhir dilakukan pada radius terdekat, 0–500 meter dari TPA Piyungan, yang mencakup sampel 3, 2, dan 1.



Gambar 3. 1 Peta Titik Sampling

3.2 Alat dan Bahan

Adapun peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

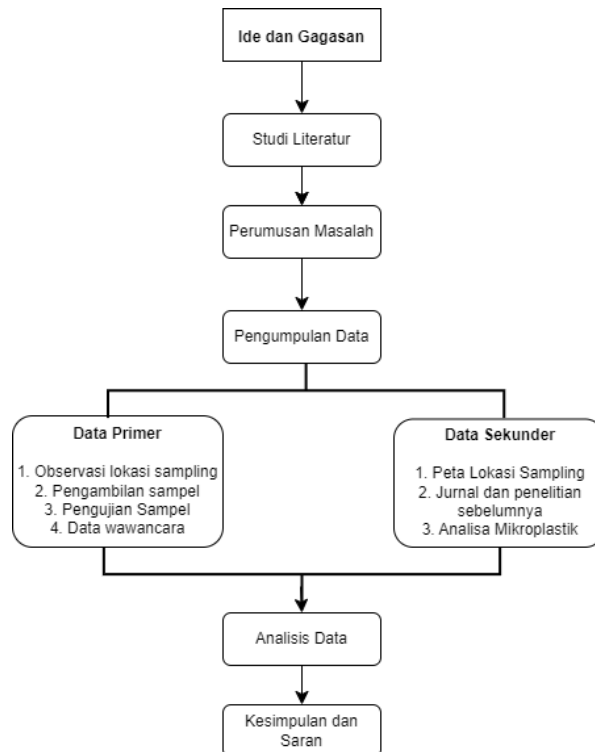
No	Jenis Alat	Nama Alat
1	Alat di lapangan	Botol kaca 350 ml
2		Alumunium Foil
3		FT-IR (Fourier Transform Infra Red).
4		Mikroskop Trinokuler
5		Stainless steel sieve dengan mesh 5 mm, 1 mm, dan 0,3 mm

6	Alat di Laboratorium	Botol Aquadest
7		Gelas Beaker 500 mL
8		Erlenmeyer 500 mL
9		Hot Plate magnetic Strirrer
10		Jar Test
11		Vakum Filter
12		Corong Kaca
13		Karet hisap
14		Pipet Volume 10 mL dan 20 mL
16		Pipet Tetes
17		Preparat
18		Pinset/Spatula

No	Bahan
1	NaCL 10%
2	H ₂ O ₂ 30% (Hidrogen peroksida)
3	Kertas saring microfiber whatman 540 dengan pori 8 µm (GF/B)
4	Aquades

3.3 Prosedur Analisis Data

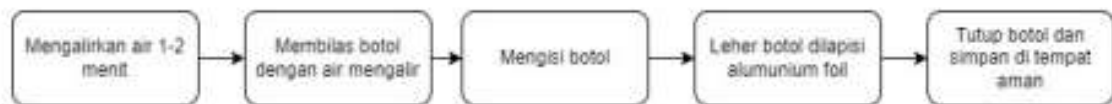
Berikut diagram alir prosedur analisis data yang digunakan:



Gambar 3. 2 Prosedur Analisis Data

3.3.1 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air tanah dilakukan pada 12 titik, yang merupakan sumur milik warga di sekitar kawasan TPA Piyungan. Prosedur pengambilan sampel mengacu pada standar SNI 6989.58:2008. Untuk meminimalkan risiko kontaminasi dari saluran pipa atau ujung keran, air dibiarkan mengalir selama satu hingga dua menit sebelum diambil sebagai sampel. Wadah yang digunakan berupa botol kaca berkapasitas 300 ml, yang terlebih dahulu dibilas dengan air dari keran tersebut untuk memastikan kebersihannya. Ketika aliran air sudah stabil dan botol sudah dibilas, air sampel dituangkan ke dalam botol kaca, lalu ditutup menggunakan tutup yang telah dibalut dengan aluminium foil terlebih dahulu. Pelapisan ini bertujuan untuk mencegah kontaminasi dari bahan plastik pada tutup botol terhadap sampel air yang telah dikumpulkan.

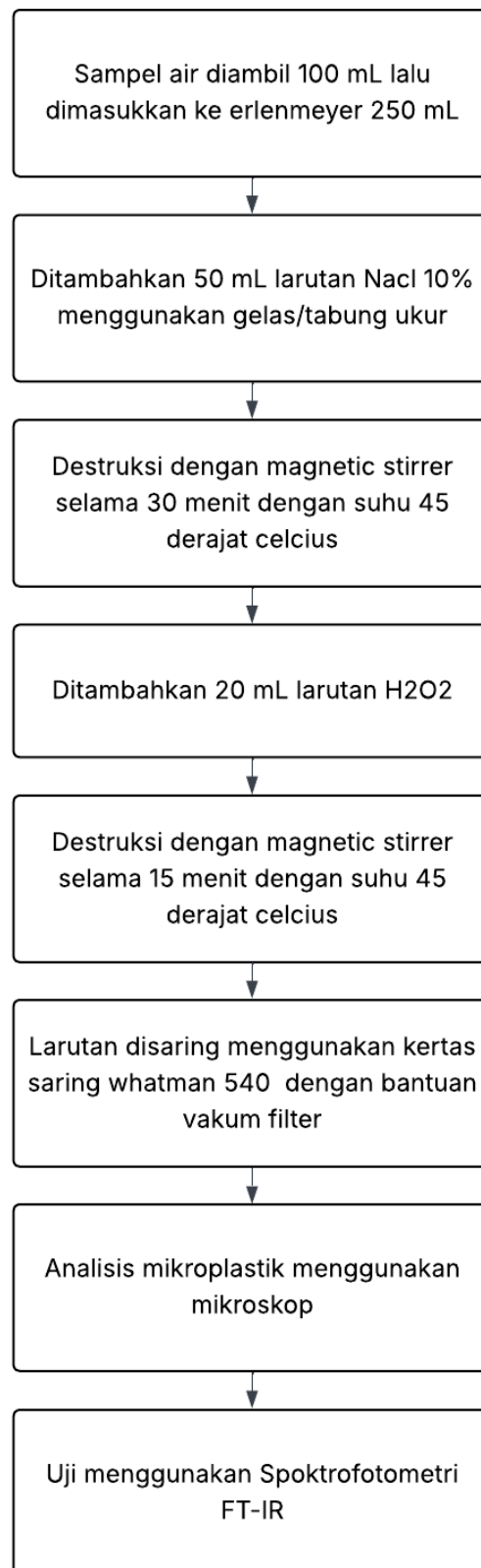


Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengambilan Sampel



Gambar 3. 4 Pengambilan Sampel

3.3.2 Pengujian Sampel

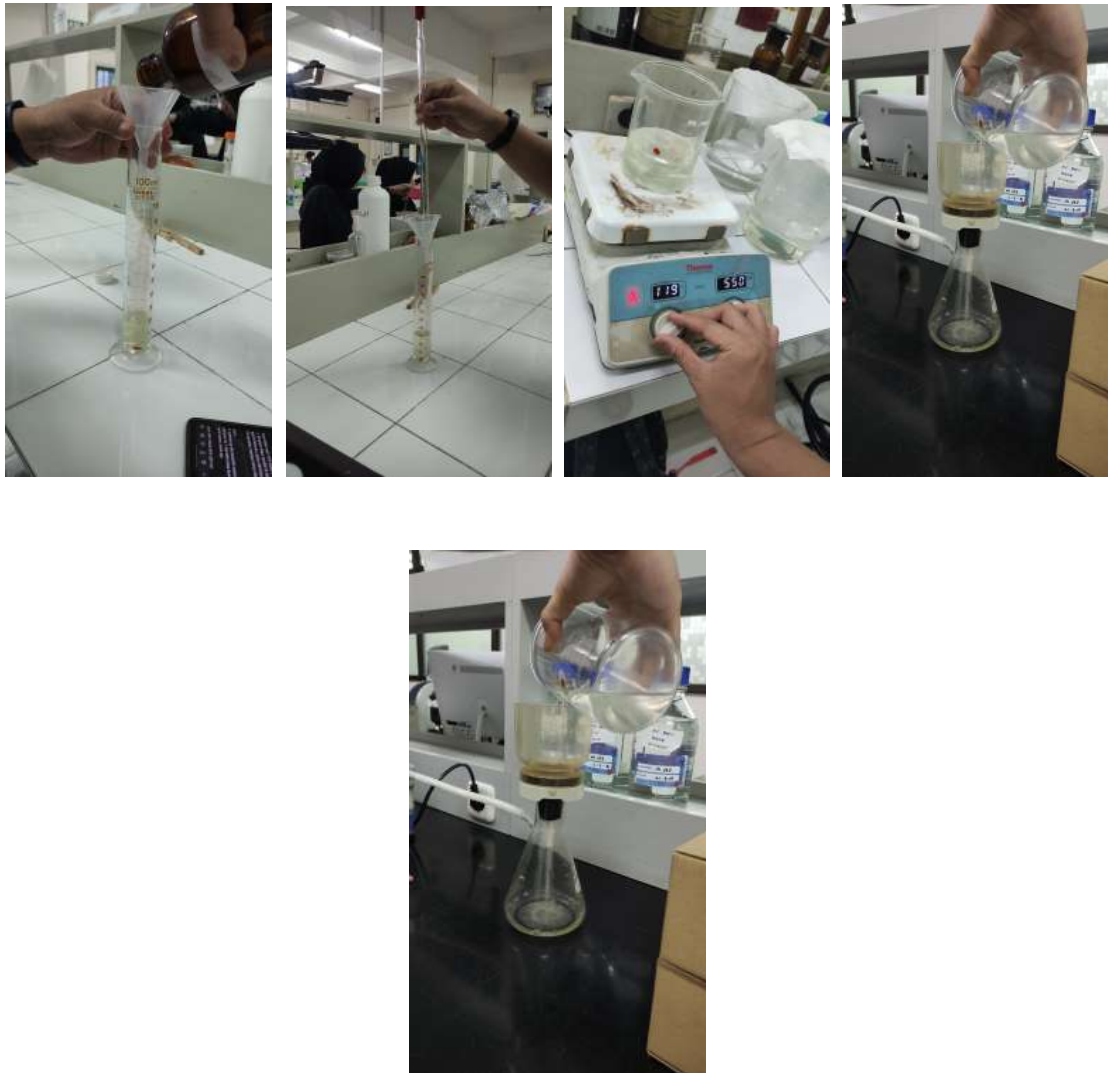


Gambar 3. 5 Diagram Alir Metode Pengujian

Pengujian sampel mikroplastik dalam penelitian ini mengacu pada metode dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dengan penyesuaian tertentu untuk menyesuaikan karakteristik air tanah sebagai objek uji. Sampel air sebanyak 100 mL diambil dari botol kaca berkapasitas 300 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan larutan NaCl 10% sebanyak 50 mL untuk meningkatkan densitas dan memisahkan mikroplastik dari partikel lain. Proses destruksi awal dilakukan dengan bantuan *magnetic stirrer* selama 30 menit dalam kondisi suhu 45 °C. Selanjutnya, ditambahkan H₂O₂ 30% sebanyak 20 mL untuk melarutkan bahan organik yang tersisa, lalu dilakukan destruksi lanjutan selama 15 menit pada suhu yang sama. H₂O₂ berfungsi sebagai agen oksidasi yang melarutkan materi organik tanpa merusak partikel mikroplastik, sedangkan larutan NaCl jenuh digunakan untuk memisahkan mikroplastik yang memiliki densitas lebih rendah dari larutan tersebut sehingga mengapung dan dapat dipisahkan dari sedimen. Penggunaan larutan NaCl jenuh juga memudahkan pemisahan partikel mikroplastik dari partikel non-plastik berat. Selanjutnya, penyaringan sampel dilakukan menggunakan kertas saring Whatman 540 dengan ukuran pori 8 mikrometer dan dibantu dengan alat vakum. Residu pada kertas saring diamati secara visual menggunakan mikroskop, kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan spektroskopi FT-IR untuk mengidentifikasi jenis polimer mikroplastik. Penyesuaian terhadap metode NOAA ini dilakukan karena metode aslinya lebih umum diterapkan pada sampel air laut atau permukaan, sedangkan air tanah memiliki kandungan partikel tersuspensi dan bahan terlarut yang berbeda, sehingga modifikasi volume reagen, suhu, dan waktu diperlukan agar tetap menghasilkan efisiensi identifikasi mikroplastik yang akurat tanpa menghilangkan prinsip dasar metode NOAA.

Secara umum, mikroplastik didefinisikan sebagai partikel plastik berukuran antara 5 milimeter (mm) hingga 1 nanometer (nm). Namun, dalam praktik laboratorium dan penelitian, batas ukuran terkecil yang sering digunakan berkisar antara 1 mikrometer (μm) hingga 10 mikrometer (μm), mengingat keterbatasan pada teknik filtrasi serta kemampuan alat untuk melakukan identifikasi secara akurat pada ukuran yang lebih kecil. (Bermúdez & Swarzenski, 2021). Kertas saring Whatman 540 yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran pori sebesar 8 μm, sehingga secara teoritis hanya mampu menangkap partikel mikroplastik yang berukuran 8 μm ke atas, sedangkan partikel yang lebih kecil dari 8 μm akan lolos dan tidak terhitung dalam analisis (Falakdin et al., 2024). Oleh karena itu, penggunaan Whatman 540 sangat relevan untuk penelitian mikroplastik karena memungkinkan isolasi partikel mikroplastik pada rentang ukuran yang dapat diamati secara mikroskopis dan diidentifikasi

lebih lanjut, namun juga berarti data yang dihasilkan hanya mencakup mikroplastik dengan ukuran minimal 8 μm sesuai ketersediaan alat (Bermúdez & Swarzenski, 2021). Hal ini penting dicantumkan mengingat standar internasional untuk penelitian mikroplastik juga merekomendasikan penggunaan filter dengan ukuran pori tertentu agar hasil dapat dibandingkan secara konsisten.



Gambar 3. 6 Pengujian Sampel

3.3.3 Analisis Data

Identifikasi mikroplastik dilakukan melalui pemeriksaan jumlah partikel serta karakteristik morfologinya, termasuk variasi warna seperti merah, biru, hijau, ungu, oranye, hitam, pink, transparan, dan lainnya, serta bentuk partikel seperti foam, fiber, film, fragmen, dan pellet. Proses pengamatan ini bertujuan untuk mengelompokkan serta menghitung jumlah mikroplastik dalam setiap sampel berdasarkan bentuk partikelnya, yang kemudian dapat dibandingkan dengan hasil

temuan dari penelitian sebelumnya. Kelimpahan mikroplastik dikuantifikasi berdasarkan rasio antara jumlah partikel yang terdeteksi dan volume air yang difiltrasi.



Gambar 3. 7 Analisis Data

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik (partikel/liter)}}{\text{Volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

Analisis data dilakukan melalui dua tahap, yaitu pengamatan morfologi mikroplastik—meliputi bentuk dan warna—menggunakan mikroskop, serta analisis karakteristik kimianya menggunakan spektroskopi FT-IR pada sampel yang telah difiltrasi melalui kertas saring.

Melalui kombinasi kedua metode tersebut, mikroplastik dalam sampel dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah partikel, bentuk, warna, serta jenis polimernya. Analisis dilakukan dengan pendekatan deskriptif, kemudian hasilnya divisualisasikan dalam bentuk grafik dan tabel agar lebih mudah diinterpretasikan.

3.3.4 Korelasi

Terdapat berbagai jenis uji korelasi, namun salah satu yang paling umum dipakai adalah korelasi Pearson. Ini adalah pendekatan statistik yang digunakan untuk menentukan sejauh mana dua variabel numerik memiliki hubungan secara linier, baik positif maupun negatif. Menurut (Mukaka, 2012), koefisien korelasi Pearson (r) berada dalam kisaran -1 hingga 1 . Nilai r yang mendekati 1 mengindikasikan hubungan positif yang kuat antara variabel, nilai mendekati -1 menunjukkan hubungan negatif yang kuat, sementara nilai dekat 0 menunjukkan hubungan linear yang lemah atau tidak signifikan. Tujuan utama dari analisis korelasi Pearson adalah untuk mengukur sejauh mana perubahan pada suatu variabel berkaitan secara proporsional dengan perubahan pada variabel lainnya.

Metode ini sangat cocok digunakan untuk mengolah data hubungan antara jumlah mikroplastik dan jarak sumur ke TPA, karena kedua variabel tersebut bersifat numerik dan hubungan yang diuji diasumsikan linear. Dalam konteks penelitian seperti ini, korelasi Pearson dapat membantu menilai apakah peningkatan jarak sumur dari TPA berkaitan dengan penurunan jumlah mikroplastik yang terdeteksi dalam air tanah. Hal ini penting untuk memahami pola penyebaran polutan dan dampak lokasi TPA terhadap kualitas air tanah di sekitarnya (Schober & Schwarte, 2018). Analisis korelasi Pearson bertujuan untuk mengidentifikasi sejauh mana suatu perubahan pada satu variabel berkorelasi secara sebanding dengan perubahan yang terjadi pada variabel lainnya (Vusvitasari et al., n.d.). Kekuatan hubungan korelasi dapat dikategorikan sebagai berikut:

- $0,0 - 0,19 =$ tidak ada korelasi
- $0,20 - 0,39 =$ lemah
- $0,40 - 0,59 =$ sedang
- $0,60 - 0,79 =$ kuat
- $0,80 - 1,0 =$ korelasi sempurna

Uji chi-square merupakan salah satu metode statistik non-parametrik yang digunakan untuk menentukan ada tidaknya hubungan atau asosiasi antara dua variabel berskala kategorik (nominal), seperti klasifikasi jenis atau kategori dalam suatu populasi. Uji ini dilakukan dengan

membandingkan frekuensi data yang teramati pada setiap kategori dengan frekuensi yang diharapkan apabila tidak terdapat hubungan antar variabel. Hasil dari uji ini berupa nilai statistik Chi-Square dan p-value, yang berfungsi untuk menilai apakah perbedaan yang ditemukan signifikan secara statistik atau hanya merupakan hasil dari variasi acak semata.

Uji Chi-Square merupakan metode yang tepat untuk menganalisis hubungan antara jumlah mikroplastik dengan karakteristik penutup sumur (terbuka atau tertutup) maupun jenis sumur (bor atau gali), karena kedua variabel tersebut bersifat kategorikal. Melalui uji ini, peneliti dapat menilai apakah terdapat keterkaitan yang signifikan antara karakteristik fisik sumur dan tingkat kontaminasi mikroplastik di dalamnya. Meski demikian, perlu diperhatikan bahwa uji Chi-Square membutuhkan jumlah sampel yang memadai serta frekuensi harapan yang cukup besar pada tiap kategori dalam tabel kontingensi agar hasil analisis dapat diinterpretasikan secara valid.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel

Sampel air sumur dikumpulkan dari 12 lokasi berbeda yang dikelompokkan ke dalam empat zona berdasarkan jarak dari TPA Piyungan, yaitu pada radius 0–500 meter, 500–1000 meter, 1000–1500 meter, dan 1500–2000 meter. Masing-masing zona mencakup tiga titik pengambilan sampel, sehingga total diperoleh 12 sampel. Distribusi ini dianggap telah mewakili kondisi sumur milik warga di sekitar TPA Piyungan karena telah mempertimbangkan arah dan pola aliran air tanah di wilayah tersebut. Alasan pembagian radius pengambilan sampel per 500 meter dalam penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran distribusi spasial mikroplastik di air sumur secara representatif dan sistematis di sekitar TPA Piyungan. Alasan pemilihan interval pembagian titik sampel sejauh 500 meter per radius dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan ilmiah dan regulasi terkait zona penyangga (buffer zone) di sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Interval 500 meter dipilih agar distribusi sampel dapat merepresentasikan perubahan kualitas lingkungan, khususnya distribusi pencemaran mikroplastik, secara bertahap dan sistematis dari sumber pencemar utama (TPA) menuju area permukiman warga. Dengan pembagian ini, peneliti dapat memantau secara detail penurunan atau perubahan kelimpahan mikroplastik seiring bertambahnya jarak dari TPA, sehingga pola penyebaran pencemaran dapat dianalisis secara lebih akurat dan representatif (Virgo & Sailah, n.d.). Selain itu, pemilihan interval 500 meter juga berkaitan erat dengan ketentuan jarak aman TPA yang diatur dalam berbagai regulasi dan pedoman teknis. Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19 Tahun 2012 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Sekitar Tempat Pemrosesan Akhir Sampah serta sejumlah kajian ilmiah, jarak minimal zona penyangga yang disarankan di sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) adalah 500 meter dari batas terluar area TPA. Penetapan zona ini bertujuan untuk meminimalkan potensi dampak negatif dari aktivitas TPA terhadap lingkungan maupun kesehatan masyarakat, seperti risiko kontaminasi air tanah akibat rembesan lindi, potensi ledakan gas metana, serta penyebaran penyakit melalui vektor (Upadhyay & Bajpai, 2021). Dengan demikian, interval 500 meter tidak hanya memudahkan analisis spasial, tetapi juga memastikan bahwa pengambilan sampel mencakup area yang secara regulasi dianggap sebagai zona transisi antara area terdampak langsung dan area yang relatif lebih aman dari pengaruh TPA.

Strategi ini juga sejalan dengan pendekatan sampling sistematis yang umum digunakan dalam pemantauan lingkungan, di mana interval tetap digunakan untuk memperoleh data yang

tidak bias dan representatif terhadap kondisi nyata di lapangan (Suharto et al., 2024a). Dengan mengadopsi interval 500 meter, penelitian dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai distribusi mikroplastik dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data ilmiah terkait pengelolaan dan mitigasi risiko pencemaran di sekitar TPA.

Tabel 4. 1 Deskripsi Kondisi Wilayah Pengambilan Sampel

Titik	Deskripsi
SUMUR PENDUDUK 1	○ Jarak sumur ke septic tank 12 meter ○ Usia sumur 16 tahun ○ Sumur bor tertutup ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 210 meter ○ Kedalaman sumur 20 meter ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 2	○ Jarak sumur ke septic tank 7 meter ○ Usia sumur 10 tahun ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 390 meter ○ Kedalaman sumur 8 meter ○ Sumur tertutup ○ Bukan sumur bor ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 3	○ Jarak sumur ke septic tank 10 meter

	○ Usia sumur 15 tahun ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 450 meter ○ Sumur bor tertutup ○ Kedalaman sumur 10 meter ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 4	○ Jarak sumur ke septic tank 6 meter ○ Usia sumur 11 tahun ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 950 meter ○ Bukan sumur bor ○ Sumur tertutup ○ Kedalaman sumur 15 meter ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 5	○ Jarak sumur ke septic tank 8 meter ○ Usia sumur 9 tahun ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 830 meter ○ Sumur bor tertutup ○ Kedalaman sumur 12 meter ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari –

	hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 6	○ Jarak sumur ke septic tank 8 meter ○ Usia sumur 7 tahun ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 920 meter ○ Bukan Sumur bor ○ Sumur terbuka ○ Kedalaman sumur 20 meter ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 7	○ Jarak sumur ke septic tank 10 meter ○ Usia sumur 20 tahun ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 1250 meter ○ Kedalaman sumur 15 meter ○ Sumur bor tertutup ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 8	○ Jarak sumur ke septic tank 10 meter ○ Usia sumur 5 tahun ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 1300 meter

	○ Kedalaman sumur 13 meter ○ Sumur tertutup ○ Sumur bukan bor ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 9	○ Jarak sumur ke septic tank 12 meter ○ Usia sumur 10 tahun ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 14900 meter ○ Kedalaman 40 meter ○ Sumur bor ○ Sumur tertutup ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 10	○ Jarak ke septic tank 6 meter ○ Usia sumur 20 tahun ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 1800 meter ○ Sumur bor tertutup ○ kedalaman 15 meter ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju)
SUMUR PENDUDUK 11	○ Usia sumur 18 tahun ○ Bukan sumur bor

	○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 1900 meter ○ Kedalaman 35 meter ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju) ○ Sumur tertutup ○ Jarak sumur ke septic tank 5 - 7 meter
SUMUR PENDUDUK 12	○ Bukan sumur bor ○ Kedalaman sekitar 4 meter ○ Jarak sumur ke TPA Piyungan 1980 meter ○ Usia sekitar 20 tahun ○ Bukan sumur bor ○ Sumur terbuka ○ Kegunaan sumur untuk keperluan rumah sehari – hari (mandi, masak, cuci baju) ○ Jarak sumur ke septic tank sekitar 25 meter

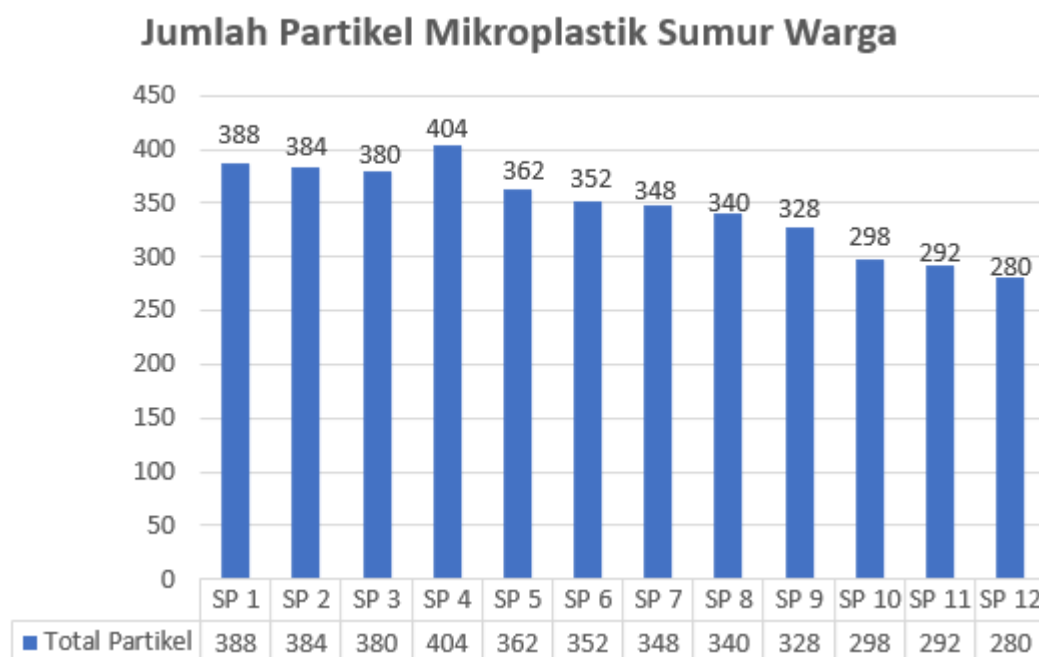
4.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Jenis, dan Warna

Pengamatan terhadap kelimpahan, jenis, dan warna mikroplastik dilakukan menggunakan Mikroskop BA210 Series yang dilengkapi dengan kamera Optilab Advance V2, dengan pembesaran lensa masing-masing 4x dan 10x. Seluruh sampel air sumur milik warga telah melalui proses filtrasi menggunakan kertas saring Glass Microfiber (GF/B) Whatman sebelum dianalisis lebih lanjut dengan mikroskop. Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan keberadaan berbagai bentuk mikroplastik, antara lain fiber, fragmen, film, pellet, dan foam. Mikroplastik juga teridentifikasi dalam beragam warna seperti biru, merah, hijau,

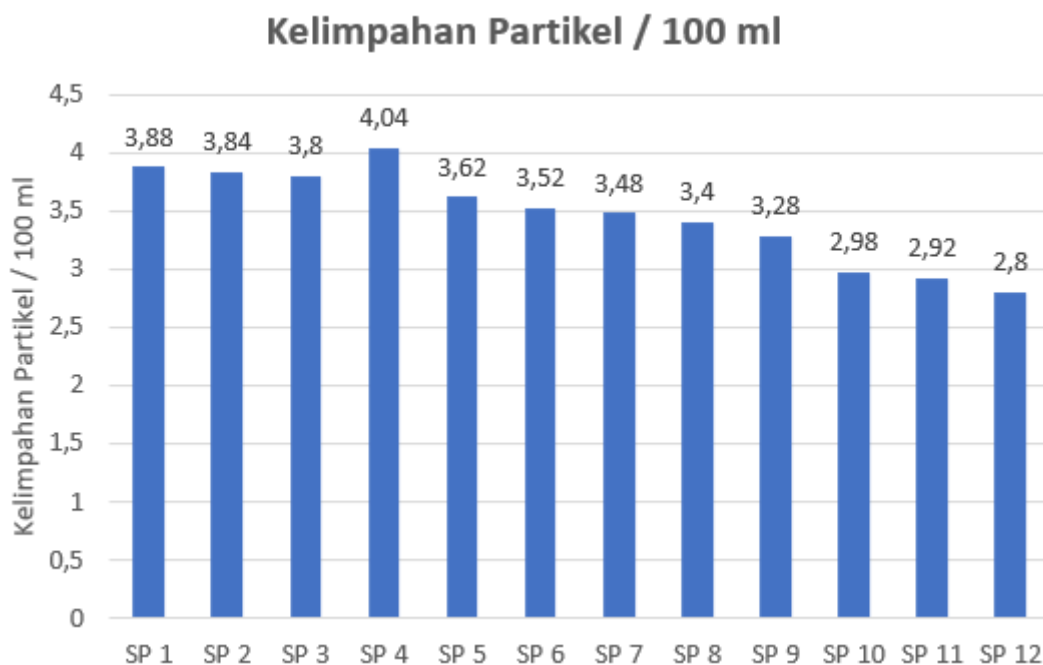
hitam, ungu, oranye, dan transparan. Selain itu, observasi ini juga memberikan informasi mengenai jumlah mikroplastik teridentifikasi pada tiap sampel air sumur di sekitar TPA Piyungan.

4.2.1 Identifikasi Berdasarkan Jumlah

Identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah dilakukan melalui analisis dengan bantuan mikroskop, dengan cara mengklasifikasikan partikel mikroplastik ke dalam kelompok berdasarkan kesamaan jenis, kemudian menghitung jumlah partikel pada masing-masing kelompok tersebut. Semua sampel air penduduk sekitar TPA Piyungan diterapkan pendekatan ini. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik untuk memvisualisasikan data secara lebih jelas dan terstruktur.



Gambar 4. 1 Jumlah Mikroplastik Pada Setiap Sampel



Gambar 4. 2 Kelimpahan Partikel Mikroplastik (Partikel/100ml)

Gambar 4.1 dan 4.2 menyajikan data mengenai jumlah mikroplastik yang berhasil diidentifikasi dalam masing-masing sampel air sumur milik penduduk. Titik Sampel SP 4 memiliki konsentrasi mikroplastik tertinggi, dengan 397 partikel mikroplastik dan kelimpahan sebesar 3,97 partikel/100 ml. Sebaliknya, titik sampel SP 12 memiliki konsentrasi mikroplastik terendah yaitu 269 partikel mikroplastik dan kelimpahan sebesar 2,69 partikel/100 ml. Nilai rerata kelimpahan mikroplastik adalah 61,51 partikel/100 ml dengan total 61.510 mikroplastik dalam 12 titik sample. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin jauh jarak radius sumur ke TPA Piyungan maka mikroplastik cenderung makin sedikit.

Tabel 4. 2 Perbandingan Kelimpahan dengan Penelitian Internasional

Rerata Kelimpahan Peneliti	Nama Jurnal	Kelimpahan
61,5 partikel / 100 mL atau 615 partikel / Liter	High abundance of microplastics in groundwater in Jiaodong Peninsula, China (Mu et al., 2022).	2103 partikel / Liter
	Microplastic contamination of an unconfined groundwater aquifer in Victoria, Australia (Samandra et al., 2022)	38 partikel / Liter

	Microplastic Contamination in Urban Groundwater: Risk Assessment, Citizen perception and Policy Imperatives – a case study of Kozhikode City, Kerala state, India (Naga Kumar et al., n.d.)	103,7 partikel / Liter
	Microplastics contamination in groundwater of a drinking-water source area, northern China (Wu et al., 2022)	35 partikel / Liter
	Microplastic accumulation in groundwater: Data-scaled insights and future research (He et al., 2024)	13,4 partikel / Liter

Berdasarkan data dalam tabel yang disajikan, dapat disimpulkan bahwa tingkat kelimpahan mikroplastik dalam air tanah pada sumur penduduk sangat beragam di berbagai lokasi penelitian global. Studi oleh (Mu et al., 2022) di Semenanjung Jiaodong, Tiongkok, mencatat kelimpahan mikroplastik yang sangat tinggi dengan rata-rata 2103 partikel/L, yang menunjukkan tingkat pencemaran luar biasa, kemungkinan besar disebabkan oleh intensitas aktivitas industri dan pertanian di wilayah tersebut. Sebaliknya, penelitian oleh (Samandra et al., 2022) di Victoria, Australia, menunjukkan rata-rata kelimpahan yang jauh lebih rendah, yakni 38 partikel/L, mencerminkan kondisi lingkungan yang lebih terkendali atau tingkat pencemaran yang relatif rendah.

Penelitian yang dilakukan di Kozhikode, India, mencatat tingkat kelimpahan mikroplastik yang cukup tinggi, yaitu sekitar 103,7 partikel/L, dengan dominasi jenis polimer polypropylene (PP) dan mayoritas partikel berukuran di bawah 100 μm . Sementara itu, studi di Tianjin, Tiongkok (Wu et al., 2022), menemukan kelimpahan mikroplastik berkisar antara 17 hingga 44 partikel/L, dengan bentuk fiber sebagai tipe yang paling banyak ditemukan dan ukuran partikel umumnya di bawah 200 μm . Di sisi lain, penelitian oleh, (He et al., 2024) mencatat rata-rata kelimpahan mikroplastik sebesar 13,4 partikel/L di beberapa lokasi, yang merupakan nilai terendah dibandingkan dengan studi lain yang tercantum.

Perbandingan ini mengindikasikan bahwa kelimpahan mikroplastik dalam air tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi lokal, seperti tingkat kepadatan penduduk, intensitas aktivitas

industri, efektivitas sistem pengelolaan limbah, serta karakteristik hidrogeologi masing-masing wilayah. Secara umum, terdapat kecenderungan bahwa lokasi sumur yang lebih dekat dengan sumber pencemar utama seperti Tempat Pembuangan Akhir (TPA) atau kawasan industri cenderung menunjukkan kelimpahan mikroplastik yang lebih tinggi. Selain itu, variasi dalam metode pengambilan sampel dan pendekatan analisis yang digunakan antar studi juga turut memengaruhi perbedaan hasil yang dilaporkan.

Tabel 4. 3 Perbandingan Kelimpahan dengan Penelitian TPA Piyungan

Rerata Kelimpahan Peneliti	Nama Penelitian	Rerata Kelimpahan
61,5 partikel / 100 mL atau 615 partikel / Liter	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Sumur Pantau dan Drainase TPA Piyungan (Muhammad Salman Saputra, 2024)	2.255 partikel / liter
	Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Sedimen di Badan Air Sekitar TPA Piyungan (Nadhifah Wafir Zahra, 2024)	35,36 partikel / liter
	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah TPA Piyungan (Meitri Widya Pangestika, 2024)	13 partikel / gram
	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah Pertanian Sekitar TPA Piyungan (Anggito Putra Wibisono, 2024)	Larutan Pemisah: - NaCl: 57,5 partikel / gram - ZnCl ₂ : 48,7 partikel / gram
	Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Badan Air Sungai Opak di Sekitar TPA Piyungan, Bantul (Amalia Hardiyanti Putri, 2024)	6.14 partikel / mL

Penelitian-penelitian terkait mikroplastik di sekitar TPA Piyungan menunjukkan variasi kelimpahan yang signifikan tergantung pada media lingkungan yang diteliti. Kelimpahan tertinggi ditemukan pada air sumur pantau dan drainase TPA (2.255 partikel/liter) oleh Muhammad Salman Saputra (2024), yang dapat disebabkan oleh konsentrasi tinggi air lindi dari TPA yang mengandung partikel plastik terdegradasi serta kontribusi limbah domestik. Sedimen di badan air sekitar TPA (Nadhifah Wafir Zahra, 2024) memiliki kelimpahan lebih rendah (35,36 partikel/liter), karena partikel mikroplastik cenderung terakumulasi di sedimen dengan densitas tinggi, seperti polimer PVC atau PET, yang lebih berat daripada air. Pada tanah TPA langsung (Meitri Widya Pangestika, 2024), kelimpahan mikroplastik mencapai 13 partikel/gram, mencerminkan degradasi sampah plastik in situ dan rembesan air lindi. Sementara itu, tanah pertanian sekitar TPA (Anggito Putra Wibisono, 2024) menunjukkan variasi kelimpahan berdasarkan metode ekstraksi: 57,5 partikel/gram (NaCl) dan 48,7 partikel/gram (ZnCl₂), yang mengindikasikan pengaruh kepadatan polimer dan efisiensi pemisahan dalam preparasi sampel.

Penelitian (Amalia Hardiyanti Putri, 2024) mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik di badan air Sungai Opak sebesar 6,14 partikel/mL (atau 6.140 partikel/liter), nilai yang lebih rendah dibandingkan air sumur/drainase TPA tetapi lebih tinggi daripada sedimen. Hal ini konsisten dengan karakteristik aliran sungai yang membawa partikel mikroplastik dari berbagai sumber, termasuk TPA, pemukiman, dan aktivitas pertanian. Perbedaan ini juga dipengaruhi oleh metode analisis: penelitian air sungai menggunakan filtrasi dengan kertas saring 0,45 µm, sementara penelitian sedimen dan tanah melibatkan densitas separasi yang mungkin menangkap partikel lebih kecil. Selain itu, faktor hidrodinamika sungai seperti kecepatan aliran dan turbulensi berperan dalam distribusi partikel, di mana mikroplastik densitas rendah (seperti PE dan PP) lebih dominan di kolom air.

Perbedaan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, perbedaan jenis sampel (air sumur, drainase, sedimen, atau tanah) serta metode ekstraksi dan filtrasi yang digunakan sangat mempengaruhi efektivitas isolasi mikroplastik sehingga menghasilkan variasi data yang signifikan. Kedua, lokasi pengambilan sampel juga memegang peranan penting. Contohnya, air sumur atau drainase di dekat TPA cenderung memiliki kelimpahan lebih tinggi akibat langsung terpapar sumber limbah plastik, sedangkan sampel tanah atau sedimen bisa menunjukkan hasil berbeda tergantung karakteristik tanah maupun larutan pemisah yang dipakai. Ketiga, volume sampel dan teknik identifikasi (mikroskopis atau FT-IR) dapat menentukan sensitivitas deteksi, sehingga jumlah partikel yang terhitung bisa berbeda antara penelitian satu dengan lain.

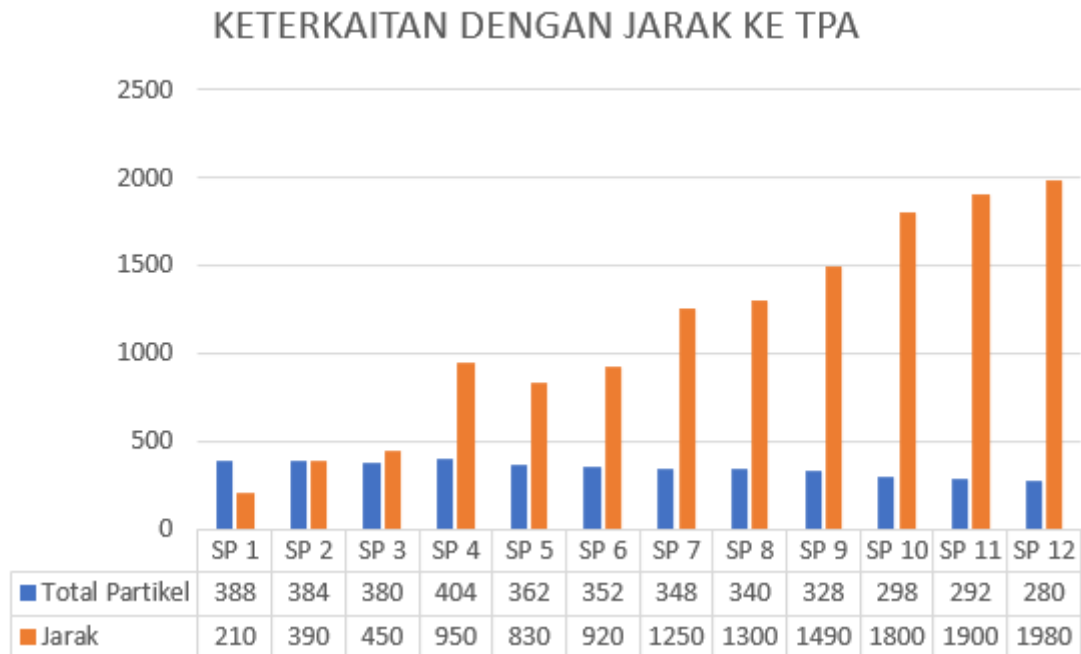
Dengan demikian, rata-rata kelimpahan mikroplastik yang diperoleh dari penelitian Anda cenderung berada di tengah rentang temuan studi lain, dipengaruhi oleh kombinasi faktor lingkungan sekitar lokasi sampel, jenis media yang diuji, serta detail metodologi laboratorium yang digunakan. Data ini mengindikasikan bahwa mikroplastik di wilayah TPA Piyungan dan sekitarnya memang telah menyebar dalam jumlah signifikan, meskipun prevalensinya sangat bergantung pada kondisi spesifik tiap lokasi dan teknik uji yang dilakukan.

Tabel 4. 4 Pembagian Titik Sesuai Radius

Bagian	Titik Sampel	Jumlah Mikroplastik	Rerata
Radius 1	SP 1	392	385,33
	SP 2	384	
	SP 3	380	
Radius 2	SP 4	404	372,67
	SP 5	362	
	SP 6	352	
Radius 3	SP 7	348	338,67
	SP 8	340	
	SP 9	328	
Radius 4	SP 10	298	290
	SP 11	292	
	SP 12	280	

Tabel tersebut menunjukkan pembagian titik sesuai dengan radius masing – masing. Radius 1 untuk titik sample dengan jarak radius 0 – 500 m dari TPA Piyungan. Radius 2 untuk titik sample dengan jarak radius 500 – 1000 m. Radius 3 untuk titik sample dengan jarak radius 1001 – 1500 m dari TPA Piyungan. Terakhir, radius 4 untuk titik sample dengan jarak radius 1501 m – 2000 m dari TPA Piyungan.

Nilai rerata dari jumlah mikroplastik cenderung semakin menurun seiring dengan bertambahnya jarak radius ke TPA. Nilai rerata jumlah mikroplastik tertinggi ada di radius 1 dengan 3763 partikel. Sedangkan nilai rerata jumlah mikroplastik terendah ada di radius 4 dengan 2840 partikel.

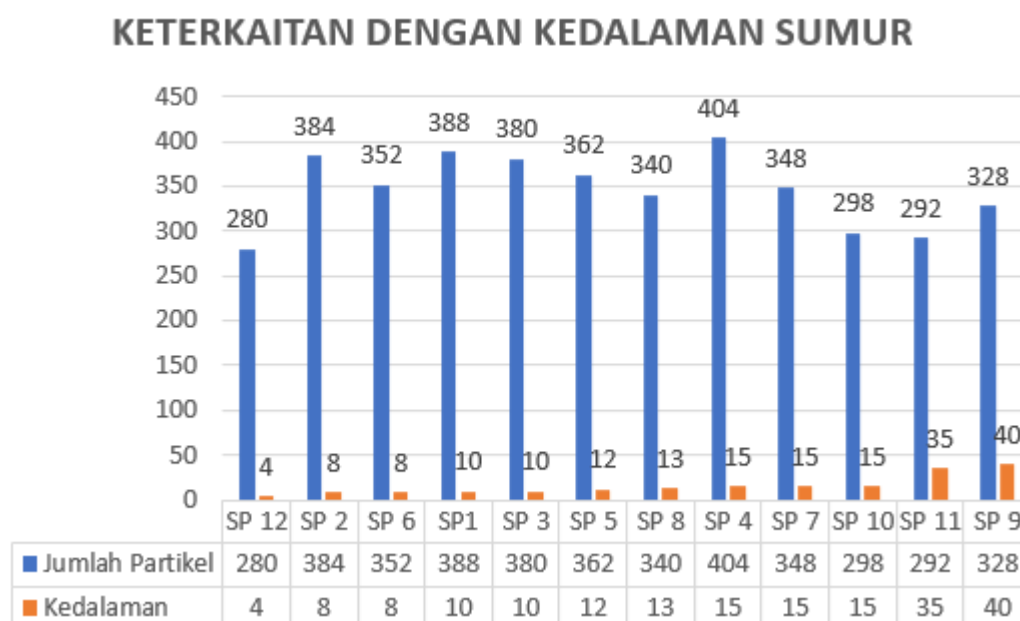


Gambar 4. 3 Keterkaitan dengan Jarak Sumur ke TPA

Gambar 4.3 menjelaskan penurunan jumlah mikroplastik yang ditemukan seiring dengan menjauhnya titik sampel dari TPA Piyungan. Pada titik sampel dengan jarak terjauh yaitu SP 12 dengan jarak 1980 m dari TPA Piyungan ditemukan 280 partikel mikroplastik. Kemudian pada titik sampel SP 1 dengan jarak terdekat yaitu 210 m ke TPA Piyungan ditemukan 388 mikroplastik. Kecenderungan penurunan mikroplastik seiring dengan menjauhnya titik sampel dari TPA Piyungan ini bisa disebabkan oleh faktor pertama, yaitu menjauhnya titik dari sumber utama pelepasan mikroplastik ke lingkungan yaitu TPA Piyungan. Mikroplastik yang berasal dari TPA berpotensi terakumulasi di permukaan tanah dan terdorong menuju lapisan bawah melalui proses infiltrasi air hujan maupun peresapan air lindi, sehingga dapat menyebabkan pencemaran pada air tanah di area sekitarnya (Utami & Liani, 2021).

Kedua, seiring bertambahnya jarak dari TPA, konsentrasi mikroplastik yang terbawa ke lingkungan sekitar semakin berkurang karena proses transportasi di tanah dan air tanah bersifat terbatas. Mikroplastik yang bergerak menjauh dari sumber utama akan mengalami penurunan kelimpahan akibat penyaringan alami oleh lapisan tanah, pengendapan, serta degradasi lebih lanjut selama pergerakan (Suharto et al., 2024b). Selain itu, semakin jauh dari TPA, kemungkinan adanya sumber mikroplastik lain yang signifikan juga menurun, sehingga kontaminasi yang terdeteksi lebih rendah. Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan Microsoft Excel, diperoleh nilai koefisien korelasi Pearson sebesar -0,91. Nilai ini mengindikasikan adanya hubungan negatif yang sangat kuat antara kedua variabel yang dianalisis. Artinya, terdapat korelasi negatif yang signifikan antara jarak sumur terhadap TPA

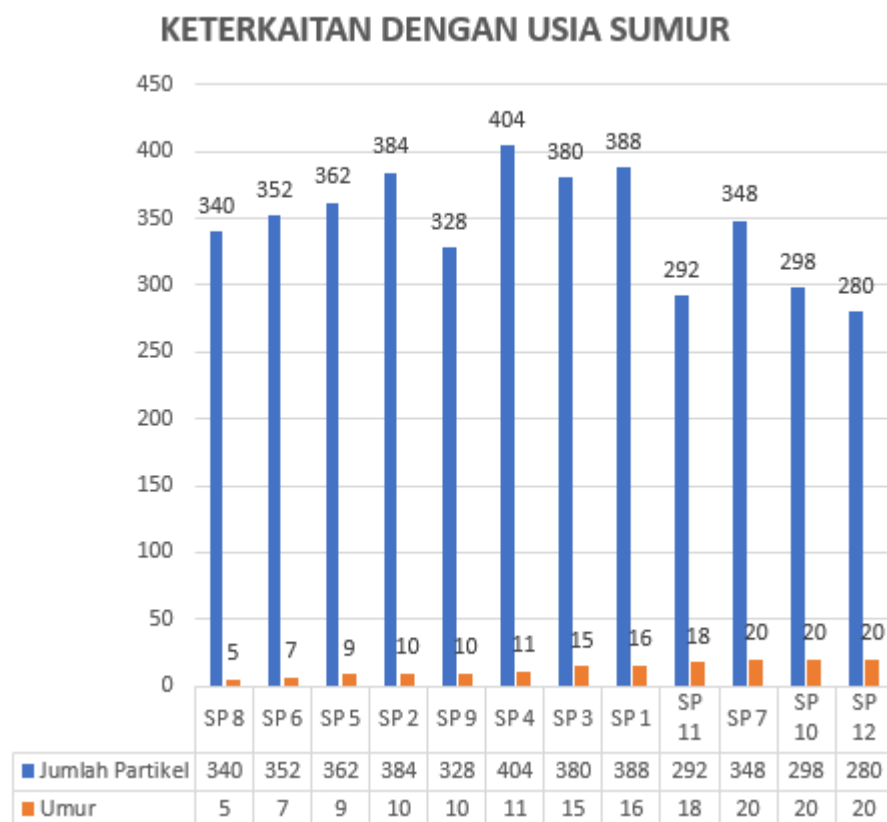
dengan jumlah mikroplastik yang ditemukan dalam air sumur milik penduduk semakin dekat jarak sumur ke TPA, maka jumlah mikroplastik cenderung lebih tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh (Utami & Liani, 2021) menunjukkan bahwa kelimpahan mikroplastik tertinggi ditemukan pada sumur yang berada dalam radius 0–1 km dari TPA Piyungan, dengan jumlah sebesar 146 ± 109 partikel/L. Jumlah tersebut menurun pada sumur yang berjarak 1–2 km dan 2–3 km, masing-masing sebesar 116 ± 31 dan 77 ± 23 partikel/L. Analisis statistik dengan uji Kruskal-Wallis mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan dalam kelimpahan mikroplastik berdasarkan jarak sumur dari TPA. Temuan ini mengindikasikan bahwa TPA berperan sebagai sumber utama pencemaran, dengan distribusi mikroplastik yang cenderung menurun seiring bertambahnya jarak dari sumber pencemar (Utami & Liani, 2021). Maka bisa diambil kesimpulan, semakin dekat sumur ke TPA, jumlah mikroplastik semakin tinggi, dan sebaliknya.



Gambar 4. 4 Keterkaitan dengan Kedalaman Sumur

Gambar 4.4 menggambarkan hubungan antara jumlah mikroplastik yang terdeteksi dengan kedalaman sumur milik penduduk, yang menunjukkan hasil bervariasi. Tidak terlihat adanya tren yang jelas berupa peningkatan maupun penurunan jumlah mikroplastik secara signifikan seiring bertambahnya kedalaman sumur. Korelasi antara jumlah mikroplastik dengan kedalaman sumur penduduk menunjukkan hubungan yang dapat bervariasi tergantung kondisi lingkungan dan konstruksi sumur. Berdasarkan hasil analisis statistik data microsoft excel, ditemukan nilai koefisien pearson -0,31 yang menunjukkan adanya korelasi negatif lemah antara kedalaman sumur dan jumlah mikroplastik. Secara umum memang ada

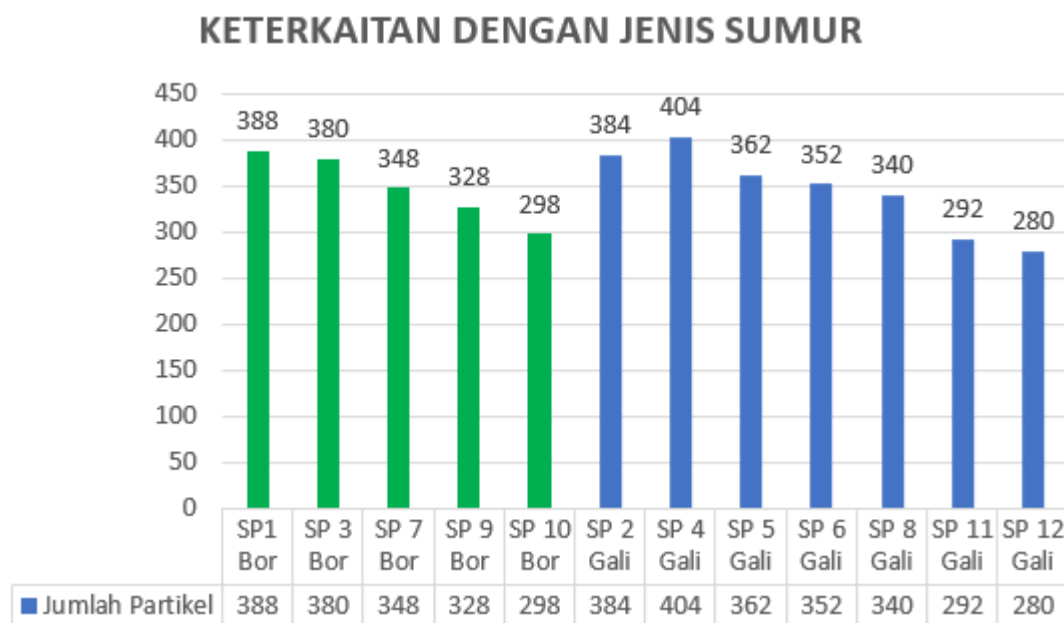
kecenderungan bahwa semakin dalam sumur, jumlah mikroplastik yang ditemukan cenderung menurun, namun hubungan ini tidak kuat (tidak linear secara signifikan). Hal ini berarti, meskipun sumur yang lebih dalam cenderung memiliki jumlah mikroplastik lebih sedikit, faktor lain di luar kedalaman juga sangat berpengaruh terhadap tingkat kontaminasi mikroplastik pada air sumur penduduk. Beberapa penelitian lain yang dilakukan di wilayah pesisir Jember dan kawasan industri Sleman oleh (Arwikana et al., 2025) dan (Utami & Liani, 2021) menunjukkan bahwa kedalaman sumur tidak selalu berpengaruh signifikan terhadap kelimpahan mikroplastik dalam air sumur. Hal ini karena mikroplastik dapat masuk ke air tanah melalui berbagai jalur, termasuk infiltrasi air permukaan yang membawa partikel mikroplastik ke lapisan tanah atas, sehingga sumur yang relatif dangkal maupun dalam masih berpotensi terkontaminasi mikroplastik.



Gambar 4. 5 Keterkaitan dengan Usia Sumur

Gambar 4.5 menunjukkan keterkaitan jumlah mikroplastik dengan usia sumur. Berdasarkan grafik dan hasil analisis statistik menggunakan Microsoft Excel, ditemukan bahwa hubungan antara jumlah mikroplastik dan umur sumur bersifat negatif, dengan nilai koefisien korelasi Pearson sebesar -0,45. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, sumur yang lebih tua cenderung mengandung mikroplastik dalam jumlah lebih sedikit. Namun, nilai p-value sebesar 0,138 mengindikasikan bahwa korelasi tersebut tidak signifikan secara statistik.

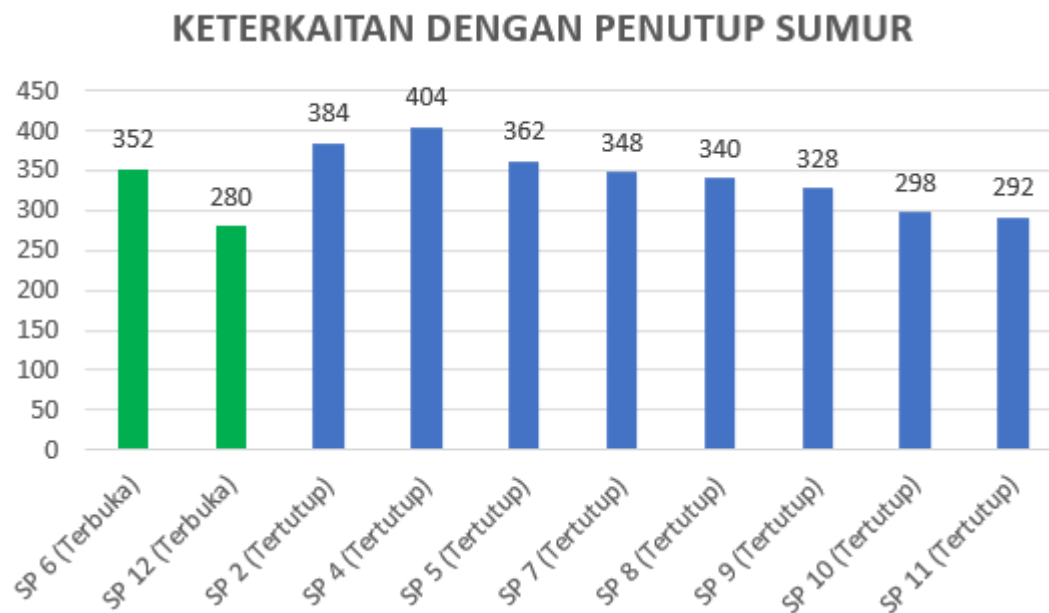
pada tingkat kepercayaan 95% ($p > 0,05$). Jumlah Mikroplastik tertinggi ada di SP 4 dengan usia sumur 11 tahun, padahal SP 4 bukanlah sumur dengan usia tertua atau termuda dari total 12 titik sampel. SP 12 dan 10 dengan usia sumur tertua dengan usia 20 tahun memiliki jumlah mikroplastik 298 dan 280 partikel. Sedangkan SP 8 yaitu titik sample dengan usia sumur termuda yaitu 5 tahun memiliki jumlah mikroplastik sebanyak 340 partikel, yang berarti bukan jumlah mikroplastik terbesar atau terendah. Belum banyak penelitian yang secara spesifik mengkaji pengaruh usia sumur terhadap kelimpahan mikroplastik di air sumur. Namun, secara umum, sumur yang lebih tua dapat mengalami kerusakan struktur atau kebocoran yang memungkinkan masuknya kontaminan dari permukaan, termasuk mikroplastik. Diperlukan studi lanjutan guna memverifikasi hubungan ini secara lebih kuantitatif. Dapat disimpulkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan penurunan jumlah mikroplastik pada sumur dengan usia yang lebih lama, hubungan tersebut tidak memiliki kekuatan yang memadai untuk dinyatakan signifikan secara ilmiah berdasarkan data dan grafik yang telah dianalisis.



Gambar 4. 6 Keterkaitan dengan Jenis Sumur

Berdasarkan gambar 4.6, terlihat bahwa jumlah mikroplastik pada sumur gali umumnya lebih tinggi dibandingkan sumur bor. Rata-rata jumlah partikel mikroplastik pada sumur gali (SP2, SP4, SP5, SP6, SP8, SP11, SP12) berkisar antara 280 hingga 404 partikel, dengan beberapa sumur gali mencapai puncak tertinggi (404 partikel di SP4 Gali). Sementara itu, jumlah mikroplastik pada sumur bor (SP1, SP3, SP7, SP9, SP10) berkisar antara 298 hingga 388 partikel, dengan nilai tertinggi 388 partikel (SP1 Bor). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh konstruksi sumur gali yang umumnya lebih dangkal dan lebih terbuka, sehingga lebih

rentan terhadap kontaminasi mikroplastik dari permukaan tanah, air hujan, dan aktivitas domestik di sekitar sumur. Sebaliknya, sumur bor biasanya lebih dalam dan konstruksinya lebih tertutup, sehingga relatif lebih terlindungi dari pencemaran permukaan. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode chi-square, diperoleh nilai chi-square sebesar 0,0 dan p-value sebesar 1,0, yang jauh melebihi ambang signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara jenis sumur (gali atau bor) dengan tingkat kelimpahan mikroplastik (kategori tinggi maupun rendah). Pada penelitian (Utami & Liani, 2021) sumur gali yang digunakan dalam penelitian memiliki kedalaman dangkal dan lebih rentan terhadap pencemaran mikroplastik dibanding sumur bor yang lebih dalam dan biasanya dilengkapi dengan pelindung yang lebih baik. Namun, penelitian di sekitar TPA Piyungan fokus pada sumur gali sehingga perbandingan langsung antara sumur bor dan gali belum banyak dianalisis secara mendalam. Dengan kata lain, berdasarkan grafik dan data di atas bisa disimpulkan bahwa jenis sumur tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah mikroplastik yang ditemukan.



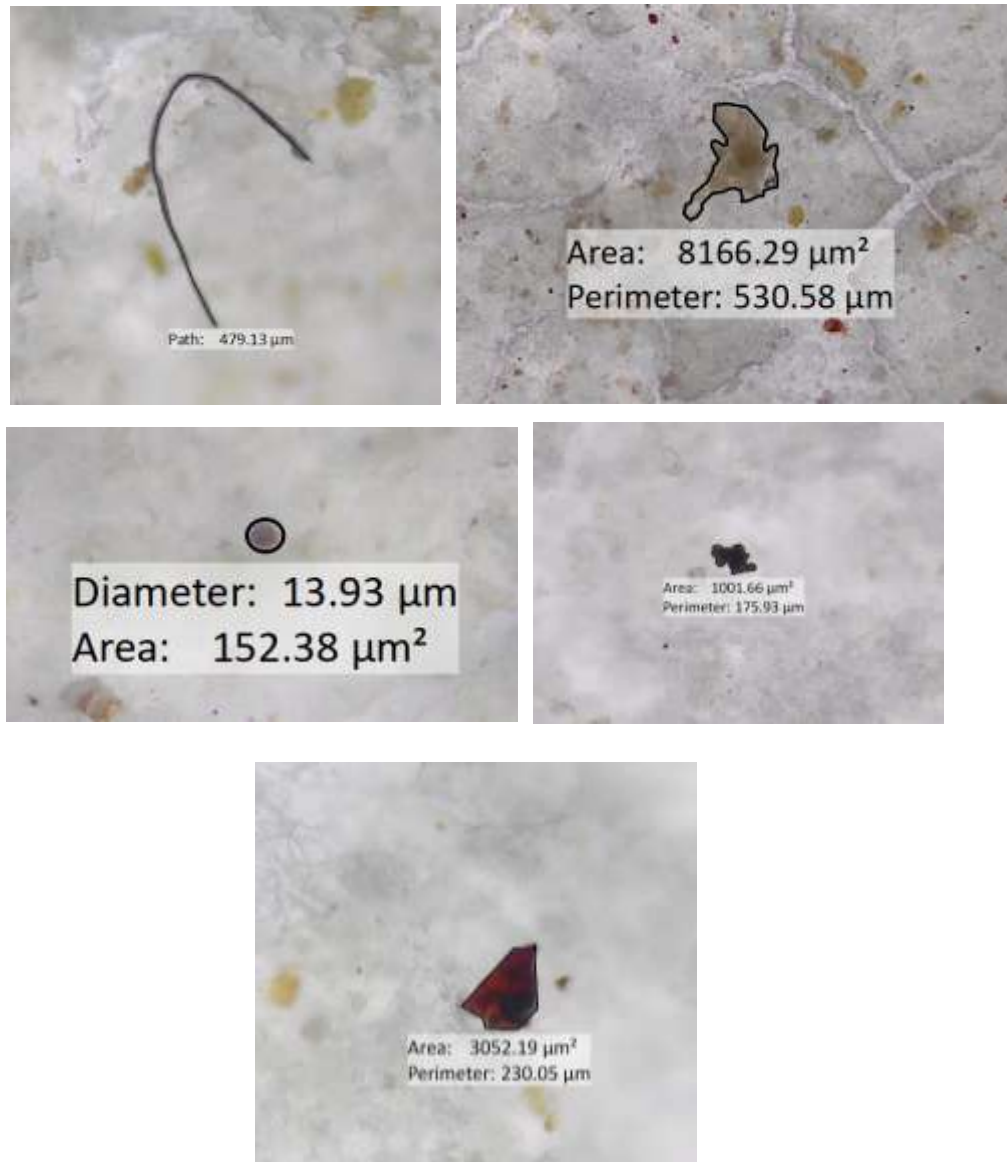
Gambar 4. 7 Keterkaitan dengan Penutup Sumur

Gambar 4.7 menyajikan hubungan antara jumlah mikroplastik yang terdeteksi dengan jenis penutup sumur, yakni sumur yang memiliki penutup dan sumur yang terbuka. Berdasarkan grafik, dan data tidak tampak adanya korelasi atau keterkaitan yang signifikan antara jumlah mikroplastik dengan jenis penutup sumur terbuka atau tertutup. Pada grafik, sumur dengan penutup terbuka (SP 6 dan SP 12) memiliki jumlah mikroplastik yang bervariasi (352 dan 280 partikel), sementara sumur dengan penutup tertutup juga menunjukkan variasi jumlah mikroplastik yang cukup lebar, mulai dari 292 hingga 404 partikel. Hasil uji chi-square

menunjukkan bahwa nilai chi-square yang diperoleh adalah 0 dengan p-value sebesar 1, yang mengindikasikan tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara jenis penutup sumur (terbuka atau tertutup) terhadap jumlah mikroplastik yang ditemukan. Pada penelitian (Utami & Liani, 2021) kondisi sumur juga berpotensi memengaruhi kontaminasi mikroplastik. Sumur terbuka lebih rentan terhadap masuknya partikel mikroplastik dari permukaan, sedangkan sumur tertutup dapat mengurangi risiko tersebut. Namun, pada penelitian ini tidak ditemukan perbedaan yang signifikan dalam kelimpahan mikroplastik antara sumur yang tertutup dan yang terbuka, sehingga faktor penutup sumur kemungkinan memiliki pengaruh yang lebih kecil dibandingkan faktor lain seperti jarak dan kedalaman sumur. Hasil serupa juga ditemukan dalam studi lain di wilayah industri Kecamatan Gamping, Kalasan, dan Tempel, di mana rata-rata kelimpahan mikroplastik jenis pellet pada sumur tertutup sedikit lebih tinggi (163 partikel/L) dibandingkan dengan sumur terbuka (150 partikel/L), meskipun selisih tersebut tidak menunjukkan signifikansi secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa sumur tertutup tidak selalu menjamin perlindungan lebih baik terhadap kontaminasi mikroplastik dibanding sumur terbuka. Maka, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan grafik di atas, perbedaan penutup sumur (terbuka atau tertutup) tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah mikroplastik yang ditemukan di sumur-sumur penduduk sekitar TPA.

4.2.2 Identifikasi Berdasarkan Jenis

Hasil identifikasi mikroplastik pada air tanah dari sumur warga di sekitar TPA Piyungan melalui analisis mikroskopis menunjukkan keberadaan berbagai bentuk mikroplastik, seperti fiber, fragmen, film, foam, dan pellet. Klasifikasi masing-masing jenis mikroplastik ini telah diuraikan sebelumnya pada Bab 2.1. Proses biodegradasi plastik terjadi ketika mikroorganisme seperti bakteri, jamur, atau alga memecah polimer plastik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses degradasi ini dapat berlangsung dalam kondisi aerobik (dengan oksigen) maupun anaerobik (tanpa oksigen), tergantung pada kondisi lingkungan tempat mikroorganisme tersebut hidup. Dalam kondisi aerobik, mikroorganisme memanfaatkan oksigen untuk memecah rantai polimer plastik menjadi air, karbon dioksida, dan biomassa mikroba. Sebaliknya, dalam kondisi anaerobik, hasil degradasi plastik meliputi metana sebagai produk sampingan. Struktur molekul plastik yang padat dan tahan terhadap penguraian menyebabkan proses biodegradasi berlangsung lambat serta menghasilkan fragmen-fragmen plastik yang lebih kecil sebelum akhirnya terdegradasi secara menyeluruh (Fachrul & Rinanti, 2018). Gambar-gambar berikut memperlihatkan masing-masing bentuk mikroplastik yang teramati melalui mikroskop;



Gambar 4. 8 Bentuk Mikroplastik yang Terlihat di Mikroskop

(a) Fiber, (b) foam, (c) pellet, (d) fragment, dan (e) film

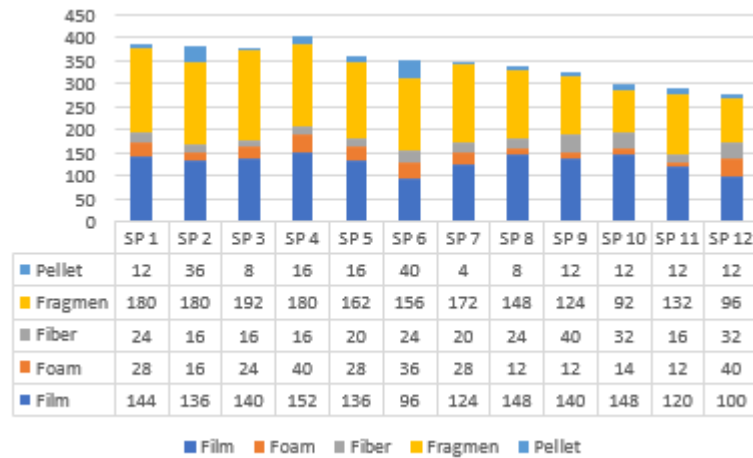
Hasil identifikasi bentuk mikroplastik dengan mikroskop menunjukkan variasi yang signifikan dalam jumlah partikel berdasarkan jenisnya. Bentuk mikroplastik yang beragam berasal dari berbagai sumber dan proses degradasi plastik di lingkungan. Mikroplastik jenis fiber (serat) umumnya berasal dari hasil degradasi material tekstil, limbah cucian pakaian, serta peralatan seperti tali pancing (Imanuel et al., 2022a). Mikroplastik berbentuk film berasal dari proses degradasi limbah plastik tipis, seperti kantong plastik, yang cenderung mudah terurai dan mengapung di lapisan permukaan air (Komunikasi et al., 2021). Fragmen merupakan pecahan plastik yang lebih besar yang terpecah menjadi partikel kecil akibat pengaruh sinar UV, gelombang, dan proses oksidatif (Beck et al., n.d.). Selain itu, pellet atau pelet adalah bentuk mikroplastik bulat sempurna yang merupakan bahan baku plastik industri (Imanuel et

al., 2022a). Mikroplastik busa atau foam berasal dari produk plastik berbusa yang terdegradasi (Fitriyah et al., 2022). Untuk memberi Gambaran yang lebih jelas untuk menunjukkan distribusi mikroplastik, bisa dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4. 9 Persentase Persebaran Bentuk Mikroplastik

Berdasarkan Gambar 4.9, dapat disimpulkan bahwa fragmen merupakan bentuk mikroplastik yang paling dominan ditemukan, dengan persentase sebesar 43,65%. Bentuk film juga ditemukan dalam jumlah yang cukup tinggi, yaitu 38,11%. Sementara itu, bentuk fiber, foam, dan pellet memiliki persentase yang jauh lebih kecil, masing-masing sebesar 6,98%, 6,74%, dan 4,52%. Temuan ini menunjukkan bahwa proses fragmentasi plastik di lingkungan kemungkinan besar menjadi sumber utama mikroplastik, diikuti oleh degradasi plastik tipis seperti kantong plastik (film). Rendahnya persentase fiber, foam, dan pellet mengindikasikan bahwa sumber mikroplastik dari bahan tekstil, busa, dan pelet plastik lebih sedikit dibandingkan sumber dari plastik lembaran dan pecahan plastik yang lebih besar. Secara keseluruhan, distribusi bentuk mikroplastik ini mencerminkan karakteristik limbah plastik yang paling banyak terdegradasi di lingkungan penelitian.



Gambar 4. 10 Jumlah Mikroplastik Tiap Sampel Berdasarkan Bentuk

Berdasarkan ilustrasi pada Gambar 4.10, dapat disimpulkan bahwa jenis mikroplastik berbentuk fragmen dan film adalah yang paling dominan ditemukan di semua lokasi pengambilan sampel. Pada hampir semua titik sampel, jumlah fragmen mendominasi, dengan angka tertinggi mencapai 192 partikel pada SP3 dan angka terendah 96 partikel pada SP12. Bentuk film juga ditemukan dalam jumlah yang signifikan di setiap sampel, berkisar antara 100 hingga 152 partikel. Sementara itu, bentuk fiber, foam, dan pellet ditemukan dalam jumlah yang jauh lebih sedikit. Bentuk fiber umumnya ditemukan berkisar antara 24 hingga 36 partikel per titik, foam antara 16 hingga 40 partikel, dan pellet merupakan bentuk dengan jumlah paling sedikit, hanya sekitar 8 hingga 16 partikel di setiap titik. Pola ini menunjukkan bahwa proses fragmentasi plastik besar dan plastik tipis (film) menjadi sumber utama mikroplastik di area penelitian, sedangkan kontribusi dari bahan tekstil (fiber), busa (foam), dan pelet plastik (pellet) relatif kecil. Secara keseluruhan, distribusi bentuk mikroplastik di setiap titik sampel menggambarkan bahwa limbah plastik yang terfragmentasi dan plastik lembaran lebih mudah terdegradasi dan terdistribusi di lingkungan dibandingkan bentuk lainnya.

Tabel 4. 5 Perbandingan Jenis Dominan Mikroplastik Pada Penelitian TPA Piyungan

Jenis Mikroplastik Dominan Peneliti	Nama Penelitian	Jenis Mikroplastik Dominan
Fragmen: 1814 partikel (43, 65 %)	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Sumur Pantau dan Drainase TPA Piyungan (Muhammad Salman Saputra, 2024)	Fragmen: 1.815 partikel (84,39 %)
	Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Sedimen di Badan Air Sekitar TPA Piyungan (Nadhifah Wafir Zahra, 2024)	Fragmen: 5.201 partikel (61 %)
	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah TPA Piyungan (Meitri Widya Pangestika, 2024)	Fragmen: 1.276 partikel (60,3 %)
	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah Pertanian Sekitar TPA Piyungan (Anggito Putra Wibisono, 2024)	Larutan Pemisah: - NaCl: Fragmen 9.942 partikel / 20 gram (78,54 %) - ZnCl ₂ : Fragmen 8.359 / 20 gram (77,99 %)
	Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Badan Air Sungai Opak di Sekitar TPA Piyungan, Bantul (Amalia Hardiyanti Putri, 2024)	Film: 3.831 Partikel (58,8 %)

Berdasarkan tabel di atas, terdapat variasi dominansi jenis mikroplastik tergantung pada lokasi dan media yang diteliti. Pada penelitian Muhammad Salman Saputra (2024) yang mengidentifikasi mikroplastik di sumur pantai dan drainase TPA Piyungan, jenis fragment mendominasi dengan 1.815 partikel (84,39%). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh degradasi sampah plastik besar yang hancur menjadi serpihan kecil akibat aktivitas fisik atau kimia di lingkungan tersebut.

Penelitian Nadhifah Wafir Zahra (2024) pada sedimen badan air sekitar TPA Piyungan juga menemukan dominasi fragment sebanyak 5.201 partikel (61%). Tingginya jumlah fragment di sedimen dapat dijelaskan oleh sifat partikel ini yang lebih padat sehingga mudah mengendap di dasar perairan.

Sementara itu, penelitian Meitri Widya Pangestika (2024) dan Anggito Putra Wibisono (2024) pada tanah TPA dan tanah pertanian sekitar TPA masing-masing menemukan dominasi fragment dengan persentase 60,3% dan 78,54% (NaCl) serta 77,99% (ZnCl₂). Hal ini menunjukkan bahwa fragment cenderung terakumulasi di tanah karena ukurannya yang kecil dan densitasnya yang tinggi, membuatnya sulit terbawa aliran air.

Berbeda dengan penelitian-penelitian di atas, penelitian Amalia Hardiyanti Putri (2024) pada badan air Sungai Opak menemukan dominasi jenis film sebanyak 3.831 partikel (58,8%). Jenis ini lebih ringan dan fleksibel, sehingga mudah terbawa aliran sungai dan mengapung di permukaan air.

Kesimpulannya, fragmen adalah bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada beragam media di lingkungan sekitar TPA Piyungan. Dominasi ini disebabkan oleh proses fragmentasi limbah plastik besar akibat paparan lingkungan dan aktivitas TPA. Sementara pellet mendominasi hanya di area dan metode tertentu, mendukung pandangan bahwa pellet berasal dari sumber primer tertentu. Variasi jenis bentuk mikroplastik ini menggambarkan sumber, mekanisme penyebaran, dan efektivitas metode pemisahan yang digunakan dalam penelitian.

4.2.3 Identifikasi Berdasarkan Warna

Mikroplastik yang terdapat dalam lingkungan perairan dapat dikategorikan berdasarkan warna, yang merupakan salah satu karakteristik penting dalam menentukan asal usul serta potensi dampak ekologisnya. Warna mikroplastik sering kali mencerminkan asal-usulnya, di mana warna-warna tertentu, seperti hitam dan merah, biasanya berasal dari produk konsumen atau limbah industri, sedangkan warna-warna lain seperti transparan bisa berasal dari bahan kemasan sekali pakai (Fitriyah et al., 2022). Berikut adalah hasil identifikasi warna mikroplastik dengan pengamatan mikroskop;



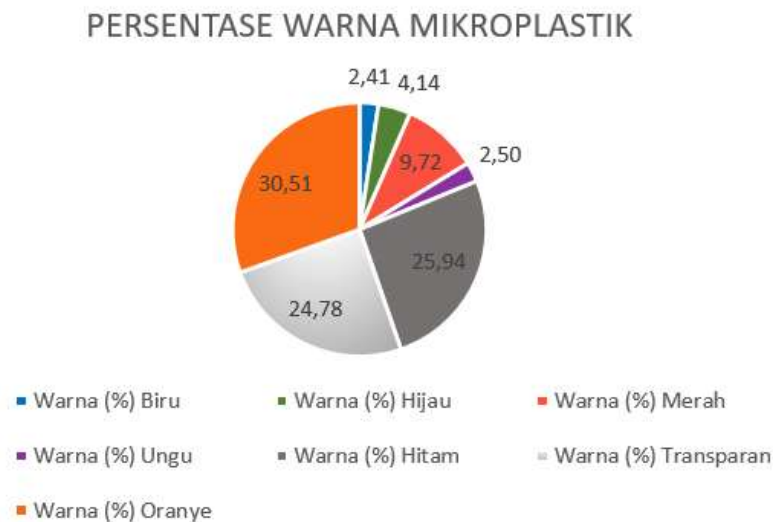


Gambar 4. 11 Warna Mikroplastik yang Teridentifikasi

(a) Oranye, (b) Hitam, (c) Hijau, (d) Ungu, (e) Merah, (f) Transparan, (g) Biru

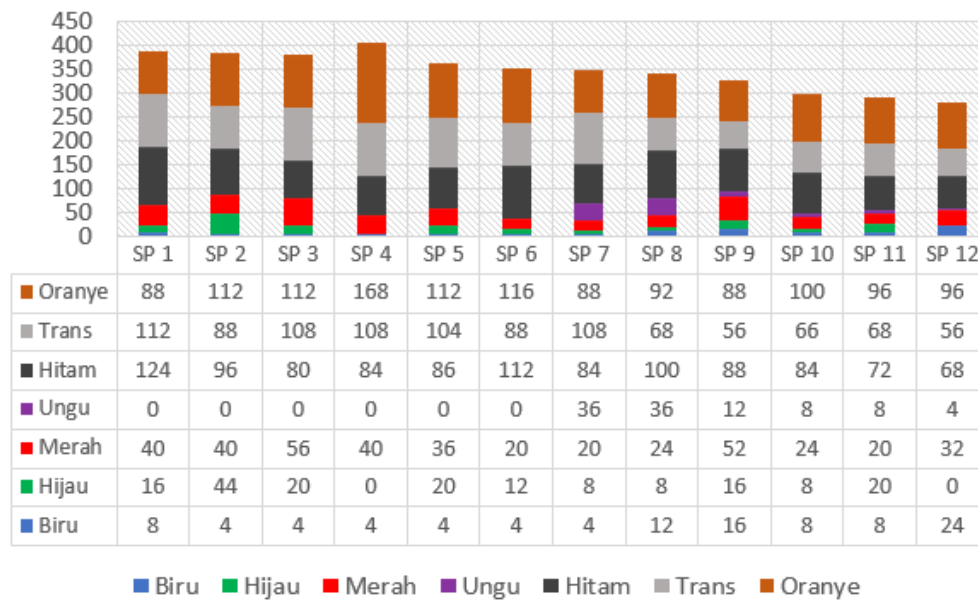
Warna pada mikroplastik dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang berkaitan dengan komposisi material dan penggunaannya. Mikroplastik berwarna oranye, misalnya, umumnya berasal dari limbah plastik yang telah mengalami degradasi secara fotokimia akibat paparan sinar ultraviolet (UV) dalam jangka waktu lama. Selain itu, mikroplastik oranye juga dapat berasal dari produk-produk rumah tangga berwarna serupa, seperti kantong plastik dan mainan (Imanuel et al., 2022b). Mikroplastik hitam sering kali berasal dari limbah plastik konsumen dan industri seperti kantong kresek, kabel, dan wadah plastik hitam yang belum mengalami perubahan warna signifikan (Pratiwi et al., 2024). Warna transparan pada mikroplastik biasanya berasal dari plastik polipropilena (PP) dan polyethylene (PE) yang digunakan dalam kemasan sekali pakai seperti kantong plastik bening dan botol air mineral (Pratiwi et al., 2024). Mikroplastik merah berasal dari limbah plastik berwarna cerah seperti mainan dan peralatan rumah tangga yang menggunakan pigmen merah, yang juga dapat menyerupai alga merah sehingga berpotensi disalahartikan sebagai makanan oleh organisme laut (Penetapan Baku Mutu Mikroplastik Pada Air et al., 2024). Warna ungu biasanya berasal dari serat pakaian sintetis, benang, atau kemasan plastik yang menggunakan pigmen ungu (Imanuel et al., 2022b). Sedangkan mikroplastik biru banyak berasal dari serat tekstil sintetis, jaring ikan, tali, dan kantong plastik berwarna biru yang umum ditemukan sebagai limbah rumah tangga dan industri (Komunikasi et al., n.d.). Dengan demikian, warna mikroplastik mencerminkan sumber limbah plastik aslinya serta proses degradasi yang dialami di lingkungan, yang penting untuk mengidentifikasi sumber pencemaran dan potensi dampak ekologisnya.

Ditemukan bahwa mikroplastik berwarna oranye dan hitam sering mendominasi dalam sampel, mengindikasikan tingginya kontribusi dari limbah plastik yang telah terdegradasi di lingkungan. Warna mikroplastik pada air tanah juga dapat mempengaruhi daya tarik mikroplastik bagi organisme, dengan warna yang lebih cerah seperti merah dan oranye lebih mungkin disalahartikan sebagai makanan.



Gambar 4. 12 Persentase Warna Mikroplastik

Berdasarkan distribusi persentase warna mikroplastik, diketahui bahwa mikroplastik berwarna oranye paling dominan ditemukan di area penelitian dengan proporsi sebesar 30,51%. Mikroplastik berwarna transparan dan hitam juga teridentifikasi dalam jumlah besar, masing-masing sebesar 25,94% dan 24,78%. Warna merah menempati posisi selanjutnya dengan 9,72%, diikuti oleh warna hijau sebesar 4,14%, ungu 2,50%, dan biru 2,41%. Dominasi warna oranye, transparan, dan hitam mengindikasikan bahwa sebagian besar mikroplastik kemungkinan berasal dari limbah plastik konsumen, terutama produk sekali pakai yang telah terdegradasi di lingkungan. Variasi warna ini juga dapat memengaruhi interaksi mikroplastik dengan organisme perairan, karena warna-warna mencolok seperti oranye dan merah cenderung lebih menarik bagi biota akuatik dan meningkatkan risiko konsumsi tidak sengaja. Oleh sebab itu, pengelolaan limbah plastik berwarna perlu menjadi perhatian dalam upaya mitigasi dampak lingkungan di ekosistem perairan.



Gambar 4. 13 Persebaran Warna di Tiap Titik Sampel

Berdasarkan persebaran warna mikroplastik ini, dapat disimpulkan bahwa mikroplastik warna oranye merupakan jenis yang paling dominan ditemukan di sebagian besar titik sampel, terutama pada SP1 hingga SP3. Hal ini mengindikasikan adanya sumber utama pencemaran yang kemungkinan besar berasal dari aktivitas di TPA Piyungan. Mikroplastik berwarna hitam dan transparan juga terdistribusi secara merata di seluruh dua belas titik sampel, menunjukkan bahwa kedua jenis ini telah menyebar luas ke dalam sistem air tanah di wilayah tersebut. Selain itu, mikroplastik berwarna ungu hanya ditemukan mulai dari titik SP7 ke atas, yang dapat menandakan adanya sumber pencemar lokal atau jalur pergerakan air tanah tertentu di area tersebut. Secara umum, konsentrasi total mikroplastik cenderung menurun dari titik awal sampel di SP1 menuju titik akhir sampel di SP12, yang mungkin menunjukkan adanya penurunan kadar pencemaran seiring bertambahnya jarak dari sumber utama. Keberagaman warna mikroplastik (terdapat tujuh jenis warna) pada seluruh titik sampel mencerminkan kompleksitas limbah plastik yang masuk ke lingkungan, serta proses degradasi yang terjadi di TPA Piyungan. Pola persebaran ini menunjukkan bahwa polusi mikroplastik telah menyebar secara luas di air tanah sekitar TPA, sehingga berpotensi memengaruhi kualitas air sumur dan kesehatan masyarakat di wilayah terdampak.

Tabel 4. 6 Perbandingan Warna Dominan Mikroplastik Pada TPA Piyungan

Warna Mikroplastik Dominan Peneliti	Nama Penelitian	Warna Mikroplastik Dominan
Oranye/Merah (43, 65 %)	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Sumur Pantau dan Drainase TPA Piyungan (Muhammad Salman Saputra, 2024)	- Sumur Pantau: Hitam 539 partikel (50,99 %) - Drainase: Merah 360 partikel (34,06 %)
	Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Sedimen di Badan Air Sekitar TPA Piyungan (Nadhifah Wafir Zahra, 2024)	Hitam: 2.757 partikel (33 %)
	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah TPA Piyungan (Meitri Widya Pangestika, 2024)	Hitam: 9.227 partikel (47 %)
	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah Pertanian Sekitar TPA Piyungan (Anggito Putra Wibisono, 2024)	Larutan Pemisah: - NaCl: Hitam 9.227 partikel (72,89 %) - ZnCl ₂ : Hitam 5.856 partikel (54,64 %)
	Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Badan Air Sungai Opak di Sekitar TPA Piyungan, Bantul (Amalia Hardiyanti Putri, 2024)	Hitam: 3.436 partikel (59,2 %)

Berdasarkan hasil-hasil penelitian di sekitar TPA Piyungan, warna hitam konsisten menempati posisi dominan di berbagai media lingkungan, meskipun dengan rentang persentase yang bervariasi. Pada sumur pantau, warna hitam ditemukan sebanyak 539 partikel (50,99 %); pada drainase TPA, meskipun tidak menjadi dominan, warna merah justru lebih unggul dengan 360 partikel (34,06 %). Namun, pada sedimen badan air, warna hitam kembali mendominasi dengan 2.757 partikel (33 %), begitu pula pada tanah TPA dengan 9.227 partikel (47,96 %). Pada tanah pertanian sekitar TPA, dominasi warna hitam semakin nyata, terutama dalam

larutan pemisah NaCl yang menunjukkan 9.227 partikel (72,89 %). Sementara itu, pada badan air Sungai Opak, warna hitam juga mendominasi dengan 3.436 partikel (59,2 %).

Dominasi warna hitam pada mikroplastik di sebagian besar lokasi penelitian, seperti sumur pantau, sedimen, dan tanah TPA, dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, sumber utama mikroplastik hitam berasal dari degradasi plastik berwarna gelap, seperti kantong kresek, ban kendaraan, atau kemasan produk yang banyak digunakan dalam aktivitas domestik dan industri. Kedua, proses degradasi lingkungan seperti paparan sinar UV, oksidasi, dan abrasi fisik menyebabkan plastik berwarna cerah kehilangan pigmennya secara bertahap, sehingga berubah menjadi lebih gelap atau hitam. Ketiga, mikroplastik hitam memiliki kemampuan tinggi untuk mengadsorpsi polutan seperti logam berat dan senyawa organik, yang dapat memperkuat warna gelapnya melalui pembentukan lapisan permukaan yang kompleks.

Sementara itu, dominasi warna merah pada sampel drainase, seperti yang ditemukan dalam penelitian Muhammad Salman Saputra (2024), kemungkinan besar berasal dari sumber yang berbeda. Warna merah sering dikaitkan dengan limbah tekstil sintetis (misalnya serat pakaian), kemasan makanan berwarna cerah, atau produk plastik dengan pigmen merah yang belum mengalami degradasi intensif. Berbeda dengan lokasi lain, drainase mungkin menerima input limbah segar dari aktivitas industri atau rumah tangga yang mengandung plastik berwarna terang, sehingga warnanya belum berubah signifikan. Selain itu, kondisi lingkungan di drainase, seperti aliran air yang konstan dan minim paparan sinar matahari langsung, dapat memperlambat proses degradasi yang menyebabkan perubahan warna.

Perbedaan warna ini mencerminkan variasi sumber polusi plastik dan dinamika degradasi di setiap lokasi. Mikroplastik hitam menunjukkan fase degradasi lanjut dan akumulasi polutan, sedangkan merah mengindikasikan kontaminasi baru atau sumber spesifik yang belum terurai secara masif. Pemahaman ini penting untuk merancang strategi mitigasi yang tepat berdasarkan karakteristik mikroplastik di setiap lingkungan.

4.3 Identifikasi Mikroplastik Dengan FTIR

Setelah dilakukan identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk, dan warna melalui pengamatan mikroskopis, tahap selanjutnya adalah analisis menggunakan FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) untuk menentukan jenis polimer pada masing-masing sampel atau kertas saring. Dalam penelitian ini, alat FTIR tipe SHIMADZU IRTracer-100 digunakan untuk proses analisis. Identifikasi dilakukan terhadap sampel yang telah dipilih, dan hasilnya menunjukkan bahwa bentuk mikroplastik yang paling dominan adalah film, fragmen, dan fiber, baik pada sampel dari sumur pantau maupun drainase. Jenis polimer yang terdeteksi diduga berasal dari ketiga bentuk mikroplastik tersebut. Spektrum FTIR dibaca dalam rentang panjang gelombang $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$.

Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa jenis polimer mikroplastik yang paling banyak teridentifikasi adalah Polystyrene (PS) dan Polyvinyl Chloride (PVC). Kedua jenis polimer ini menunjukkan kontribusi signifikan dalam kontaminasi mikroplastik di air tanah sekitar lokasi penelitian. Temuan ini mengindikasikan bahwa limbah plastik yang berasal dari produk konsumen dan industri yang mengandung PS dan PVC menjadi sumber utama pencemaran mikroplastik di wilayah tersebut. Selain itu, kelimpahan mikroplastik cenderung menurun seiring dengan bertambahnya jarak sumur dari TPA, yang memperkuat dugaan bahwa TPA merupakan sumber utama pencemaran mikroplastik. Hasil ini penting sebagai dasar pengelolaan limbah plastik dan perlindungan kualitas air tanah di sekitar TPA Piyungan.

Tabel 4. 7 Jenis Polymer Setiap Titik Sampel

sampel	Peak (cm ⁻¹)	Characteristic Peaks (cm ⁻¹)	Polymer		sampel	Peak (cm ⁻¹)	Characteristic Peaks (cm ⁻¹)	Polymer
SP 1	1056,99	1099	PVC		SP 7	1064,71	1099	PVC
	462,92	537	PS			439,77	537	PS
	443,63	509	PTFE			428,2	509	PTFE
SP 2	3379,29	2950	PP		SP 8	945,12	972	PP
	1068,56	1099	PVC			470,63	509	PTFE
	462,92	509	PTFE			462,92	537	PS
SP 3	1080,14	1158	PC		SP 9	1060,85	1099	PVC
	443,63	509	PTFE			443,63	537	PS
	424,34	537	PS					
SP 4	1076,28	1094	PET		SP 10	459,06	537	PS
	443,3	509	PTFE			447,49	509	PTFE
						435,91	537	PS
SP 5	1060,85	1099	PVC		SP 11	466,77	537	PS
	432,05	537	PS			439,77	509	PTFE
						424,34	537	PS
SP 6	1068,56	1099	PVC		SP 12	1053,13	1099	PVC
	462,92	509	PTFE			451,34	537	PS
	451,34	537	PS			439,77	509	PTFE

Berdasarkan Tabel 4.7, dapat disimpulkan bahwa seluruh sampel air sumur yang dianalisis mengandung mikroplastik dengan berbagai jenis polimer yang berhasil diidentifikasi, antara lain Polyvinyl Chloride (PVC), Polystyrene (PS), Polytetrafluoroethylene (PTFE), Polypropylene (PP), dan Polycarbonate (PC). Dari hasil identifikasi tersebut, PVC dan PS merupakan polimer yang paling dominan ditemukan di hampir seluruh titik pengambilan sampel, yang mengindikasikan bahwa limbah plastik dari aktivitas domestik maupun industri di sekitar TPA Piyungan memberikan kontribusi besar terhadap pencemaran mikroplastik di air tanah kawasan tersebut. Temuan ini searah dengan penelitian (Utami & Liani, 2021), yang juga melaporkan bahwa mikroplastik jenis PS dan PVC mendominasi air sumur di sekitar TPA Piyungan, serta kelimpahan mikroplastik tertinggi ditemukan pada sumur yang berjarak paling dekat dengan TPA dan menurun seiring bertambahnya jarak (Utami & Liani, 2021). Ditemukannya berbagai jenis polimer mikroplastik mencerminkan terjadinya fragmentasi limbah plastik yang beragam di lingkungan sekitar TPA. Hal ini mengindikasikan perlunya peningkatan sistem pengelolaan limbah plastik yang lebih efektif guna menjaga kualitas air tanah serta melindungi kesehatan masyarakat di area sekitar TPA Piyungan.

4.3.1 Jenis Polymer

Polymer hasil uji FTIR jenisnya beragam, berikut adalah polymer – polymer yang ditemukan;

A. Polyvinyl Chloride (PVC)

PVC adalah polimer termoplastik yang banyak digunakan dalam pipa, kabel, dan bahan konstruksi. PVC memiliki sifat tahan lama dan tahan terhadap bahan kimia, sehingga sulit terurai secara alami. Dalam konteks mikroplastik, PVC sering ditemukan sebagai partikel kecil yang berasal dari degradasi limbah plastik konsumen dan industri, berkontribusi pada pencemaran lingkungan perairan dan tanah (Afra Nisa et al., n.d.).

B. Polystyrene (PS)

PS adalah plastik keras dan rapuh yang biasa digunakan untuk kemasan makanan, gelas sekali pakai, dan isolasi. PS mudah pecah menjadi fragmen kecil yang menjadi mikroplastik. Karena sifatnya yang ringan dan mudah pecah, PS sering terdistribusi luas di lingkungan perairan dan menjadi salah satu polimer mikroplastik yang sering terdeteksi (Hidayati et al., 2023) .

C. Poliprolin (PP)

Poliprolin adalah polimer termoplastik yang ringan, kuat, dan tahan kimia, banyak digunakan dalam kemasan, tekstil, dan komponen industri. Mikroplastik PP sering ditemukan sebagai serpihan dari produk kemasan dan barang konsumsi sehari-hari yang terdegradasi di lingkungan (Hidayati et al., 2023).

D. Polytetrafluoroethylene (PTFE)

PTFE, dikenal juga sebagai Teflon, adalah polimer fluorokarbon yang memiliki ketahanan kimia dan suhu yang sangat tinggi. PTFE digunakan pada peralatan masak anti lengket, isolator listrik, dan peralatan laboratorium. Mikroplastik PTFE berasal dari degradasi produk-produk ini dan memiliki daya tahan yang tinggi sehingga sulit terurai di lingkungan (Hidayati et al., 2023).

E. Polycarbonate (PC)

PC adalah polimer termoplastik yang kuat dan tahan panas, digunakan dalam pembuatan botol, galon air, dan produk kemasan multilayer. PC mudah dibentuk dan memiliki ketahanan mekanik yang baik, namun juga dapat terdegradasi menjadi mikroplastik yang mencemari lingkungan perairan dan tanah (Hidayati et al., 2023).

F. Polyethylene terephthalate (PET)

Polyethylene terephthalate (PET) merupakan polimer termoplastik semikristalin yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri, seperti produksi botol minuman, serat

tekstil sintetis, film, dan kemasan makanan. PET disintesis melalui proses polikondensasi antara etilen glikol dan asam tereftalat, membentuk rantai polimer dengan ikatan ester yang kuat. Material ini dikenal memiliki karakteristik unggul seperti kekuatan tarik tinggi, tahan benturan, transparansi yang baik, serta kestabilan terhadap panas dan bahan kimia. Selain ringan, PET juga resisten terhadap serangan mikroorganisme, sehingga tidak mudah terurai secara alami.

Tabel 4. 8 Perbandingan Jenis Polymer Peak Tertinggi Pada Penelitian TPA Piyungan

Jenis Polymer Peak Tertinggi Peneliti	Nama Penelitian	Jenis Polymer Peak Tertinggi
PVC (6 Sampel)	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Sumur Pantau dan Drainase TPA Piyungan (Muhammad Salman Saputra, 2024)	- Sumur Pantau: PC (3 Sampel) - Drainase: PP (5 Sampel)
	Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Sedimen di Badan Air Sekitar TPA Piyungan (Nadhifah Wafir Zahra, 2024)	PC (5 Sampel)
	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah TPA Piyungan (Meitri Widya Pangestika, 2024)	Tencel
	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah Pertanian Sekitar TPA Piyungan (Anggito Putra Wibisono, 2024)	Nylon (10 Sampel)
	Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Badan Air Sungai Opak di Sekitar TPA Piyungan, Bantul (Amalia Hardiyanti Putri, 2024)	PC (6 Sampel)

Berdasarkan data yang diperoleh dari berbagai penelitian di sekitar TPA Piyungan, teridentifikasi beberapa jenis polimer dominan yang menjadi penyumbang utama mikroplastik di lingkungan tersebut. Pada penelitian Muhammad Salman Saputra (2024) yang menganalisis sumur pantau dan drainase, ditemukan bahwa polikarbonat (PC) dominan di sumur pantau (3 sampel), sedangkan polipropilena (PP) mendominasi di drainase (5 sampel). Hal ini menunjukkan bahwa sumber kontaminasi mungkin berbeda antara kedua lokasi; PC sering digunakan dalam produk seperti botol minuman dan peralatan laboratorium, sedangkan PP umumnya berasal dari kemasan makanan dan tekstil. Dominasi PP di drainase dapat dikaitkan dengan aliran air yang membawa partikel dari limbah domestik atau industri.

Sementara itu, penelitian Nadhifah Wafir Zahra (2024) pada sedimen badan air sekitar TPA Piyungan menemukan PC sebagai polimer dominan (5 sampel). Temuan ini konsisten dengan hasil sumur pantau pada penelitian sebelumnya, mengindikasikan bahwa PC mungkin telah terakumulasi dalam lingkungan perairan akibat sifatnya yang tahan lama dan sulit terdegradasi. Pada penelitian Meitri Widya Pangestika (2024) yang menganalisis tanah di TPA Piyungan, Tencel teridentifikasi sebagai polimer dominan. Tencel merupakan serat selulosa yang umumnya digunakan dalam tekstil, dan keberadaannya di tanah TPA mungkin berasal dari limbah tekstil yang dibuang ke tempat tersebut.

Penelitian oleh Anggito Putra Wibisono (2024) pada tanah pertanian sekitar TPA Piyungan menemukan nilon sebagai polimer dominan (10 sampel). Nilon banyak digunakan dalam pertanian untuk tali, jaring, atau bahan penutup tanah, sehingga dominasinya di lokasi ini dapat dijelaskan oleh aktivitas pertanian yang intensif di sekitarnya. Perbedaan jenis polimer dominan di setiap lokasi penelitian mencerminkan variasi sumber kontaminasi dan penggunaan lahan, serta menggarisbawahi kompleksitas distribusi mikroplastik di lingkungan.

Terakhir, penelitian Amalia Hardiyanti Putri (2024) di badan air Sungai Opak kembali menemukan dominasi PC (6 sampel). Polimer ini mungkin berasal dari sampah plastik keras yang hanyut di sungai, seperti galon air atau peralatan rumah tangga.

Perbedaan jenis polimer dominan dipengaruhi oleh sumber kontaminasi dan karakteristik lingkungan. PC banyak ditemukan di air (sumur, sedimen, sungai) karena sifatnya yang tahan lama dan densitas sedang, sementara PP dan Nylon lebih terkait dengan aktivitas spesifik (drainase dan pertanian). Tencel menunjukkan peran limbah tekstil dalam pencemaran mikroplastik di TPA. Faktor penggunaan produk plastik, proses degradasi, dan dinamika lingkungan menjadi penentu utama distribusi polimer ini.

4.3 Mitigasi Untuk Mengurangi Kelimpahan Mikroplastik

Untuk menurunkan kelimpahan mikroplastik dalam air sumur yang digunakan warga sebagai sumber air sehari-hari, beberapa mitigasi praktis dapat diterapkan, salah satunya adalah penggunaan filter karbon aktif yang biayanya relatif murah dan efektif dalam menyaring partikel mikroplastik serta bahan kimia berbahaya.

Filter karbon aktif bekerja dengan prinsip adsorpsi, yaitu partikel mikroplastik dan zat pencemar lain akan menempel pada permukaan pori-pori karbon aktif yang sangat banyak dan berukuran mikro. Selain menyaring partikel padat, karbon aktif juga mampu menghilangkan bau, rasa, dan beberapa senyawa kimia berbahaya yang larut dalam air.

Contoh filter karbon aktif yang terjangkau dan mudah diaplikasikan di rumah antara lain adalah filter berbasis karbon aktif granular (GAC) atau karbon aktif serbuk (PAC) yang bisa dipasang pada sistem penyaringan air sederhana seperti filter keran atau filter botol air minum. Produk filter karbon aktif ini banyak tersedia di pasaran dengan harga mulai dari puluhan ribu hingga ratusan ribu rupiah, tergantung kapasitas dan merek.

Selain penggunaan filter karbon aktif, langkah mitigasi lain yang direkomendasikan adalah merebus air sebelum diminum, karena proses perebusan dapat mengurangi mikroplastik hingga hampir 90% dengan mengendapkan partikel-partikel tersebut sehingga lebih mudah disaring. Kemudian bisa dengan melakukan filtrasi bertahap, misalnya menggunakan kain saring halus sebelum karbon aktif untuk menangkap partikel lebih besar terlebih dahulu. Terakhir adalah dengan mengurangi sumber pencemaran mikroplastik di sekitar sumur, seperti menjaga kebersihan lingkungan, mengelola limbah plastik dengan baik, dan menutup sumur agar tidak terkontaminasi dari permukaan.

Implementasi mitigasi ini sangat penting karena penelitian di berbagai daerah menunjukkan bahwa mikroplastik dalam air sumur gali dapat mencapai ratusan partikel per liter, yang jika dikonsumsi terus-menerus berisiko menimbulkan gangguan kesehatan serius. Dengan demikian, penggunaan filter karbon aktif yang terjangkau, dikombinasikan dengan perebusan dan filtrasi bertahap, merupakan solusi praktis dan efektif yang dapat diterapkan masyarakat untuk menurunkan paparan mikroplastik dari air sumur sehari-hari.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan identifikasi kelimpahan mikroplastik melalui analisis terhadap 12 sampel air tanah dari sumur milik warga di sekitar TPA Piyungan yang tersebar pada empat zona radius, yaitu radius 1 (0–500 meter), radius 2 (500–1000 meter), radius 3 (1000–1500 meter), dan radius 4 (1500–2000 meter), maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Jumlah kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel paling banyak ditemukan di titik SP dengan 404 partikel mikroplastik dan kelimpahan sebesar 4,04 partikel/100 ml. Kemudian, titik sampel SP 12 memiliki konsentrasi terendah dengan 280 partikel mikroplastik dan kelimpahan sebesar 2,8 partikel/100 ml. Radius 1 memiliki rata – rata jumlah mikroplastik sebesar 385,33 partikel, sementara pada radius 2 terdapat rata - rata 372,67 partikel mikroplastik, kemudian terdapat rata rata 338,67 partikel mikroplastik pada radius 3, dan rata – rata 290 partikel mikroplastik yang teridentifikasi pada radius 4.
2. Sebanyak lima jenis mikroplastik terdeteksi dalam sampel, yakni fiber, fragmen, film, pellet, dan foam. Dengan bentuk dominan adalah fragmen sebanyak 1814 partikel (43,65%), diikuti dengan film sebanyak 1584 partikel (38,11%), foam sebanyak 290 partikel (6,98%), dan terakhir fiber sebanyak 280 partikel (6,74%). Warna oranye mendominasi di mikroplastik yang teridentifikasi, mencakup 30,51% (1268 partikel), diikuti warna hitam 25,94% (1078 partikel), kemudian warna transparan dengan 24,78% (1030 partikel). Warna merah menyumbang 9,72% (404 partikel), lalu warna hijau 4,14% (172 partikel), dan warna ungu mencakup 2,50% (104 partikel). Terakhir warna dengan persentase terendah, yaitu warna biru dengan 2,41% (100 partikel). Jenis polimer yang ditemukan adalah polyvinyl chlorida (PVC), polystyrene (PS), polytetrafluoroethylene (PTFE), Poliprolin (PP), dan polycarbonate (PC).
3. Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif yang sangat kuat antara jarak sumur dengan TPA Piyungan terhadap jumlah mikroplastik, dengan nilai koefisien Pearson sebesar -0,91. Artinya, semakin dekat lokasi sumur ke TPA, semakin tinggi jumlah mikroplastik yang terdeteksi, dan sebaliknya. Untuk variabel usia sumur, diperoleh nilai koefisien Pearson sebesar

-0,44, yang menunjukkan adanya korelasi negatif sedang, di mana secara umum sumur yang lebih tua cenderung mengandung mikroplastik dalam jumlah lebih sedikit. Namun, nilai p-value sebesar 0,138 menunjukkan bahwa hubungan ini tidak signifikan secara statistik pada tingkat kepercayaan 95% ($p > 0,05$). Sementara itu, korelasi antara kedalaman sumur dan jumlah mikroplastik menunjukkan nilai Pearson sebesar -0,31, yang mengindikasikan hubungan negatif yang lemah. Meskipun ada kecenderungan bahwa mikroplastik lebih sedikit ditemukan pada sumur yang lebih dalam, hubungan ini tidak cukup kuat untuk dikatakan signifikan secara linear. Selain itu, uji chi-square yang dilakukan terhadap jenis penutup sumur (terbuka dan tertutup) serta jenis sumur (bor dan gali) menunjukkan nilai chi-square sebesar 0 dengan p-value 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara kategori-kategori tersebut terhadap jumlah mikroplastik yang ditemukan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian sejenis di waktu yang akan datang:

1. Diperlukan studi lanjutan terkait kelimpahan mikroplastik dalam air tanah di sekitar TPA Piyungan, disertai dengan penambahan parameter pendukung untuk memperkuat analisis hubungan antara potensi sumber pencemar dari TPA Piyungan terhadap jumlah mikroplastik yang ditemukan dalam air tanah.
2. Dalam melakukan uji mikroskop diperlakukan ketelitian yang tinggi, sehingga tidak terjadi kekeliruan antara pengotor dan mikroplastik.
3. Saat menyaring sampel ke kertas filter agar berhati – hati sehingga tidak membuat kertas filter menjadi kotor atau rusak dikarenakan vacuum filter yang kurang steril.
4. Pada uji FT-IR perlu dilakukan ketelitian saat penentuan titik pada kertas saring sebelum dilakukan pembacaan sehingga dapat ditemukan jenis polimer yang pasti, atau dapat memisahkan terlebih dahulu mikroplastik yang tampak dengan kasat mata menggunakan pinset.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., Amelia, D., Sabdi Sembiring, A., Putri Ananda, N., & Mahardika, M. (2022). Pengaruh kombinasi antara fotodegradasi dan H₂O₂ terhadap karakteristik mikroplastik dari limbah disposable face mask. *Jurnal Rekayasa Proses*, 16(2), 45. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.76141>
- Afra Nisa, F., Islam, I., & Dewata, I. (n.d.). Identifikasi Mikroplastik Polivinil Klorida (PVC) dengan Optimasi Konsentrasi H₂O₂ Pada Metode Wet Peroxide Oxidation (WPO).
- Ardiyanta, I., Rahmawati, S., Abdull, N. B., Jannah, B. R., & Pradana, N. F. (n.d.). KELIMPAHAN DAN KARAKTERISTIK MIKROPLASTIK DI UDARA AMBIEN TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) PIYUNGAN, YOGYAKARTA. *Jurnal Reka Lingkungan ISSN*, 2(2), 145–157. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v12i2.145-157>
- Arwikana, A. A., Ma'rufi, I., & Nurika, G. (2025). MICROPLASTIC CONTAMINATION IN WELL WATER IN COASTAL AREA OF JEMBER REGENCY: STUDY OF CHARACTERISTICS, ABUNDANCE AND POTENTIAL CAUSAL FACTORS. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.20473/jkl.v17i1.2025.1-11>
- Astuti, F. A., Syafrudin, S., & Susilowati, I. (2023). Kajian Status Mutu Air Sungai Akibat Buangan Air Lindi TPA Piyungan di Kabupaten Bantul. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), 881–887. <https://doi.org/10.14710/jil.21.4.881-887>
- Beck, A., Brandt, L., Regoli, F., Sempéré, R., Vollertsen, J., Ziveri, P., De Moor, W., & Pomarico, L. G. (n.d.). *Microplastics in the marine environment Microplastics in the marine environment Publication editing*. www.jpi-oceans.eu
- Bermúdez, J. R., & Swarzenski, P. W. (2021). A microplastic size classification scheme aligned with universal plankton survey methods. *MethodsX*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2021.101516>
- Dwi Cahyo, Y., Ummah, N., & Ikbali, M. (2020). ANALISIS KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA BEBEK (*Anas platyrhynchos domesticus*) STUDI KAJIAN TINGKAT PENCEMARAN PLASTIK DI TERNAK UNGGAS AIR (Vol. 2, Issue 2).
- Fachrul, M. F., & Rinanti, A. (2018). Bioremediasi Pencemar Mikroplastik di Ekosistem Perairan Menggunakan Bakteri Indigenous (Bioremediation of Microplastic Pollutant in Aquatic Ecosystem by Indigenous Bacteria). *Seminar Nasional Kota Berkelanjutan*, 302–312. <https://doi.org/10.25105/psnkb.v1i1.2910>
- Falakdin, P., Lopez-Rosales, A., Andrade, J., Terzaghi, E., Di Guardo, A., & Muniategui-Lorenzo, S. (2024). Comparison of microplastic type, size, and composition in atmospheric and foliage samples in an urban scenario. *Environmental Pollution*, 349. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123911>
- Fitriyah, A., Syafrudin, S., & Sudarno, S. (2022). Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 350–357. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.350-357>
- He, Y. Q., McDonough, L. K., Zainab, S. M., Guo, Z. F., Chen, C., & Xu, Y. Y. (2024). Microplastic accumulation in groundwater: Data-scaled insights and future research. *Water Research*, 258. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121808>
- Hidayati, N. V., Hotijah, S., Hudawi, M. N., Andriyono, S., Sanjayasari, D., Hastuti, D. W. B., & Hendrayana, H. (2023). Kontaminasi Mikroplastik pada Ikan Kiper (*Scatophagus argus*)

- dari Laguna Segara Anakan, Cilacap. *Rekayasa*, 16(3), 283–294.
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i3.19543>
- Immanuel, T., Pelle, W. E., Schadu, J. N. W., Paulus, J. J. H., Rumampuk, N. D. C., & Sangari, J. R. R. (2022a). The form and distribution of microplastic in sediment and water columns of Manado Bay, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2), 336.
<https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.42085>
- Immanuel, T., Pelle, W. E., Schadu, J. N. W., Paulus, J. J. H., Rumampuk, N. D. C., & Sangari, J. R. R. (2022b). The form and distribution of microplastic in sediment and water columns of Manado Bay, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2), 336.
<https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.42085>
- Jahan Rakib, M. R., Mohiuddin, M., Al Masud, M. A., Murshed, M. F., Senapathi, V., Islam, M. A., & Jakariya, M. (2025). Exploring the impact of microplastics in groundwater on human health: A comprehensive review. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 44, 100605. <https://doi.org/10.1016/J.COESH.2025.100605>
- Jeong, E., Kim, Y. I., Lee, J. Y., & Raza, M. (2023). Microplastic contamination in groundwater of rural area, eastern part of Korea. *Science of the Total Environment*, 895.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165006>
- Komunikasi, M., Pengembangan, D., Lingkungan, T., Cahya Alam, F., & Rachmawati, M. (n.d.). *Jurnal Presipitasi Perkembangan Penelitian Mikroplastik di Indonesia Development of Microplastic Research in Indonesia*. 17(3), 344–352.
- Komunikasi, M., Pengembangan, D., Lingkungan, T., Wulandari, M., Prasaningtyas, A., Ma'arij Harfadli, M., Handayani, A. M., Kalimantan, T., Soekarno, J., Km, H., & Joang, K. (2021). *Jurnal Presipitasi Distribution of Microplastic at Sediment on Balikpapan Coastal Area*. 18(1), 153–160.
- Mu, H., Wang, Y., Zhang, H., Guo, F., Li, A., Zhang, S., Liu, S., & Liu, T. (2022). High abundance of microplastics in groundwater in Jiaodong Peninsula, China. *Science of The Total Environment*, 839, 156318. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.156318>
- Mukaka, M. M. (2012). Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. In *Malawi Medical Journal* (Vol. 24, Issue 3). www.mmj.medcol.mw
- Naga Kumar, Kc., C. J. K., B. B. M., Mohan, M., S. H. P., & Samuel, M. P. (n.d.). *Microplastic Contamination in Urban Groundwater: Risk Assessment, Citizen perception and Policy Imperatives-a case study of Kozhikode City, Kerala state, India*.
<https://ssrn.com/abstract=5079003>
- Octarianita, E., Widiastuti, E. L., & Tugiyono, T. (2022). Analisis Mikroplastik Pada Air Dan Sedimen Di Pantai Teluk Lampung Dengan Metode Ft-Ir (Fourier Transform Infrared). *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(2), 165–172. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2022.vol.6.no.2.177>
- Pamungkas, N. A. G., Hartati, R., Redjeki, S., Riniatsih, I., Suprijanto, J., Supriyo, E., & Widianingsih, W. (2022). Karakteristik Mikroplastik pada Sedimen dan Air laut di Muara Sungai Wulan Demak. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 421–431.
<https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14923>
- Patuwo, N. C., Pelle S, W. E., Si, M., Hermanto Manengkey, I. W., Schadu, J. N., M Si, S. I., Manembu, I. S., Edwin A Ngangi, I. L., Studi Ilmu Kelautan FPIK Unsrat Manado, P., & Studi Budidaya Perairan FPIK Unsrat Manado, P. (n.d.). *KARAKTERISTIK SAMPAH LAUT DI PANTAI TUMPAAN DESA TATELI DUA KECAMATAN MANDOLANG KABUPATEN MINAHASA*.

- Penetapan Baku Mutu Mikroplastik Pada Air, K., Air, B., & Manusia, T. (2024). *INDONESIA DARURAT MIKROPLASTIK*.
- Pratiwi, A. I., Umroh, U., & Hudatwi, M. (2024). ANALISIS KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA IKAN YANG DIDARATKAN DI PANTAI REBO KABUPATEN BANGKA. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(3), 621–633. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i3.601>
- Ramadhan, F., Prasasti D.R, F., Firizqy, F., & Nugroho Adji, T. (2019). Pendugaan Distribusi Air Lindi dengan Geolistrik Metode ERT di TPA Piyungan, Bantul, DIY. *Majalah Geografi Indonesia*, 33(1), 1. <https://doi.org/10.22146/mgi.38813>
- Samandra, S., Johnston, J. M., Jaeger, J. E., Symons, B., Xie, S., Currell, M., Ellis, A. V., & Clarke, B. O. (2022). Microplastic contamination of an unconfined groundwater aquifer in Victoria, Australia. *Science of the Total Environment*, 802. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149727>
- Sandra, S. W., & Radityaningrum, A. D. (2021). Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Biota Perairan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 638–648. <https://doi.org/10.14710/jil.19.3.638-648>
- Schober, P., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia and Analgesia*, 126(5), 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Seftianingrum, B., Hidayati, I., & Zummah, A. (2023). Identifikasi Mikroplastik pada Air, Sedimen, dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Jeumpa*, 10(1), 68–82. <https://doi.org/10.33059/jj.v10i1.7408>
- Suharto, T. E., Mahdi, I., Alfiyan, R. N., Permadi, A., Satar, I., & Dahlan JI Ahmad Yani Ring Road Selatan, A. (2024a). *Identification and Removal of Microplastics in Well Water Around the Landfill Piyungan Yogyakarta with Activated Carbon*.
- Suharto, T. E., Mahdi, I., Alfiyan, R. N., Permadi, A., Satar, I., & Dahlan JI Ahmad Yani Ring Road Selatan, A. (2024b). *Identification and Removal of Microplastics in Well Water Around the Landfill Piyungan Yogyakarta with Activated Carbon*.
- Sutanhaji, A. T., Rahadi, B., & Firdausi, N. T. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(2), 74–84. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2021.008.02.3>
- Tuhumury, N., & Ritonga, A. (2020). IDENTIFIKASI KEBERADAAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI PERAIRAN TANJUNG TIRAM, TELUK AMBON. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 16(1), 1–7. <https://doi.org/10.30598/tritonvol16issue1page1-7>
- Upadhyay, K., & Bajpai, S. (2021). Microplastics in Landfills: A Comprehensive Review on Occurrence, Characteristics and Pathways to the Aquatic Environment. In *Nature Environment and Pollution Technology* (Vol. 20, Issue 5, pp. 1935–1945). Technoscience Publications. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2021.V20I05.009>
- Utami, I., & Liani, M. (2021). Identifikasi Mikroplastik pada Air Sumur Gali di sekitar TPA Piyungan Yogyakarta. In *Jurnal Riset Daerah: Vol. XXI* (Issue 3).
- Viaroli, S., Lancia, M., & Re, V. (2022). Microplastics contamination of groundwater: Current evidence and future perspectives. A review. *Science of the Total Environment*, 824. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153851>
- Virgo, F., & Sailah, S. (n.d.). ANALISIS KUALITAS AIR TANAH WILAYAH SEKITAR TPA SUKAWINATAN PALEMBANG. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/PendidikanFisika>

- Vusvitasari, R., Nugroho, S., & Akbar, D. S. (n.d.). *Kajian Hubungan Koefisien Korelasi Pearson (ρ), Spearman-Rho (r), Kendall-Tau (τ), Gamma (G), dan Somers) (γ) d.*
- Wei, Y., & Chen, Y. (2023). The Urgent Need to Investigate Microplastic Contamination in Groundwater: Soil and Groundwater Interactions as Key Drivers. In *ACS ES and T Water* (Vol. 3, Issue 12, pp. 3736–3740). American Chemical Society.
<https://doi.org/10.1021/acsestwater.3c00645>
- Wu, B., Li, L. W., Zu, Y. X., Nan, J., Chen, X. Q., Sun, K., & Li, Z. L. (2022). Microplastics contamination in groundwater of a drinking-water source area, northern China. *Environmental Research*, 214, 114048. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114048>
- Yu, R. S., & Singh, S. (2023). Microplastic Pollution: Threats and Impacts on Global Marine Ecosystems. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 15, Issue 17). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/su151713252>

LAMPIRAN

Lampiran 1 - Pengambilan Sampel



Lampiran 2 - Proses di Laboratorium





Lampiran 3 - Pengujian FTIR



Lampiran 4 – Data Pengamatan Mikroskop

Sumur Penduduk											
Titik/ Nama Sampel	Total Partikel	Volume Sampel (ml)	Kelimpahan	Satuan	Kelimpahan	Satuan	Jarak ke TPA Piyungan (m)	Kedalaman sumur (m)	Usia Sumur (tahun)	Jenis Sumur	Penutup
SP 1	392	100	3,92	partikel/ml	3920	partikel/l	210	10	16	Bor	(Tertutup)
SP 2	384	100	3,84	partikel/ml	3840	partikel/l	390	8	10	Gali	(Tertutup)
SP 3	380	100	3,8	partikel/ml	3800	partikel/l	450	10	15	Bor	(Tertutup)
SP 4	404	100	4,04	partikel/ml	4040	partikel/l	950	15	11	Gali	(Tertutup)
SP 5	362	100	3,62	partikel/ml	3620	partikel/l	830	12	9	Gali	(Tertutup)
SP 6	352	100	3,52	partikel/ml	3520	partikel/l	920	8	7	Gali	(Terbuka)
SP 7	348	100	3,48	partikel/ml	3480	partikel/l	1250	15	20	Bor	(Tertutup)
SP 8	340	100	3,4	partikel/ml	3400	partikel/l	1300	13	5	Gali	(Tertutup)
SP 9	328	100	3,28	partikel/ml	3280	partikel/l	1490	40	10	Bor	(Tertutup)
SP 10	298	100	2,98	partikel/ml	2980	partikel/l	1800	15	20	Bor	(Tertutup)
SP 11	292	100	2,92	partikel/ml	2920	partikel/l	1900	35	18	Gali	(Tertutup)
SP 12	280	100	2,8	partikel/ml	2800	partikel/l	1980	4	20	Gali	(Terbuka)
TOTAL			41,6		41600						
RATA - RATA			3,46666667		3466,66667						

Sampel /Titik	Bentuk MPs					Jumlah Bentuk	Warna MPs							Jumlah Warna	Total Partikel
	Film	Foam	Fiber	Fragmen	Pellet		Biru	Hijau	Merah	Ungu	Hitam	Trans	Oranye		
SP 1	144	28	24	180	12	388	8	16	40	0	124	112	88	388	388
SP 2	136	16	16	180	36	384	4	44	40	0	96	88	112	384	384
SP 3	140	24	16	192	8	380	4	20	56	0	80	108	112	380	380
SP 4	152	40	16	180	16	404	4	0	40	0	84	108	168	404	404
SP 5	136	28	20	162	16	362	4	20	36	0	86	104	112	362	362
SP 6	96	36	24	156	40	352	4	12	20	0	112	88	116	352	352
SP 7	124	28	20	172	4	348	4	8	20	36	84	108	88	348	348
SP 8	148	12	24	148	8	340	12	8	24	36	100	68	92	340	340
SP 9	140	12	40	124	12	328	16	16	52	12	88	56	88	328	328
SP 10	148	14	32	92	12	298	8	8	24	8	84	66	100	298	298
SP 11	120	12	16	132	12	292	8	20	20	8	72	68	96	292	292
SP 12	100	40	32	96	12	280	24	0	32	4	68	56	96	280	280
Total	1584	290	280	1814	188	4156	100	172	404	104	1078	1030	1268	4156	4156
%	38,11	6,98	6,74	43,65	4,52	100,00	2,41	4,14	9,72	2,50	25,94	24,78	30,51	100	

Bagian	Titik Sampel	Jumlah Mikroplastik	Rerata
Ring 1	SP 1	392	385,33
	SP 2	384	
	SP 3	380	
Ring 2	SP 4	404	372,67
	SP 5	362	
Ring 3	SP 6	352	338,67
	SP 7	348	
	SP 8	340	
Ring 4	SP 9	328	290
	SP 10	298	
	SP 11	292	

Titik Sampel	Jumlah Partikel	Kedalaman	Pearson
SP 12	280	4	-0,317402
SP 2	384	8	
SP 6	352	8	
SP1	392	10	
SP 3	380	10	
SP 5	362	12	
SP 8	340	13	
SP 4	404	15	
SP 7	348	15	
SP 10	298	15	
SP 11	292	35	
SP 9	328	40	

Titik/ Nama Sampel	Total partikel	Jarak	Pearson
SP 1	392	210	-0,9178084
SP 2	384	390	
SP 3	380	450	
SP 4	404	950	
SP 5	362	830	
SP 6	352	920	
SP 7	348	1250	
SP 8	340	1300	
SP 9	328	1490	
SP 10	298	1800	
SP 11	292	1900	
SP 12	280	1980	

Titik Sampel	Jumlah Partikel	Usia	Pearson
SP 8	340	5	-0,445302
SP 6	352	7	
SP 5	362	9	
SP 2	384	10	
SP 9	328	10	
SP 4	404	11	
SP 3	380	15	
SP 1	392	16	
SP 11	292	18	
SP 7	348	20	
SP 10	298	20	
SP 12	280	20	

Lampiran 5 – Data FTIR

