TA/TL/2024/1875

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DAN KANDUNGAN LOGAM BERATNYA PADA TANAH PERTANIAN DI SEKITAR TPA PIYUNGAN

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

MUHAMMAD FARID BAIHAQI
20513180

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

2024

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DAN KANDUNGAN LOGAM BERATNYA PADA TANAH PERTANIAN DI SEKITAR TPA PIYUNGAN

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

MUHAMMAD FARID BAIHAQI
20513180

Disetujui,

Pembimbing

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., PhD
NIK. 155130112
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D
NIK. 045130401
Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DAN KANDUNGAN LOGAM BERATNYA PADA TANAH PERTANIAN DI SEKITAR TPA PIYUNGAN

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis

Tanggal : 17 Oktober 2024

Disusun Oleh:

MUHAMMAD FARID BAIHAQI

20513180

Tim Penguji :

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D. ( )

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

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

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 22 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Farid Baihaqi

NIM: 20513180

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas Rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis memiliki kesempatan untuk menyelesaikan penelitian Tugas Akhir yang berjudul "Identifikasi Mikroplastik dan Kandungan Logam Beratnya pada Tanah Pertanian di Sekitar TPA Piyungan" dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun dengan maksud dan tujuan agar pembaca dapat menerima wawasan pengetahuan mengenai keberadaan mikroplastik dan logam berat pada tanah pertanian di sekitar TPA Piyungan. 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 penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan semangat, dukungan dan juga bantuan dari berbagai pihak. Sehingga, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing dan memberikan arahan dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji yang memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang memberikan saran dan masukan dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen, Pengajar dan Staf Program Studi Teknik Lingkungan yang selama ini telah memberikan ilmu maupun fasilitas yang sangat bermanfaat untuk penulis selama proses menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

6. Seluruh Laboran di Laboratorium Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan yang banyak membantu penelitian di laboratorium.
7. Teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Angkatan 2020 yang telah memberikan bantuan selama masa perkuliahan.
8. Pihak-pihak lain yang telah membantu penulis selama menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan penelitian. Semoga laporan Tugas Akhir yang telah disusun oleh penulis dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Yogyakarta, 22 Oktober 2024

Muhammad Farid Baihaqi

ABSTRAK

Kondisi landfill TPA Piyungan yang dekat dengan pertanian berpotensi mencemari tanah khususnya oleh mikroplastik dan logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan mikroplastik serta logam berat Pb dan Cd pada tanah sawah di sekitar TPA Piyungan. Selain itu, kandungan Pb dan Cd pada partikel mikroplastik juga dianalisis. Sampel tanah diambil dari 4 titik yang berada pada jarak bervariasi dari TPA dan 1 sampel sebagai tanah referensi. analisis mikroplastik diawali dengan *wet peroxide oxidation* (WPO) menggunakan H_2O_2 dan *density separation* menggunakan NaCl. Kandungan mikroplastik diidentifikasi menggunakan mikroskop, polimer mikroplastik diidentifikasi menggunakan instrument spektrofotometri inframerah (FTIR), dan kandungan logam berat diidentifikasi menggunakan intrumen spektrofotometri serapan atom (AAS). Kelimpahan mikroplastik sebesar 3450 – 5110 partikel/kg dengan bentuk *fragmen, film, foam, fiber, dan pellet* dan variasi warna hitam, merah, transparan, biru, hijau, kuning, dan oranye. Polimer yang teridentifikasi pada setiap sampel yaitu *Polypropylene* (PP). Kandungan Pb pada tanah sebesar 5,1 – 8,4 mg/kg, sedangkan kandungan Cd sebesar 0,59 – 1,43 mg/kg. Konsentrasi Pb pada mikroplastik berkisar 2,75 – 246,28 mg/kg, sedangkan untuk Cd berkisar 1,45 – 15,14 mg/kg. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi upaya mitigasi dan pengelolaan lingkungan yang lebih baik di sekitar TPA Piyungan terutama terkait pencemar mikroplastik dan logam berat.

Kata Kunci: Logam Berat, Mikroplastik, Tanah sawah, TPA Piyungan

ABSTRACT

The condition of the Piyungan landfill, which is close to agriculture area, has the potential to contaminate the soil, particularly with microplastics and heavy metals. This study aims to identify the content of microplastics and the heavy metals Pb (lead) and Cd (cadmium) in paddy soil around the Piyungan landfill. Additionally, the Pb and Cd content in the microplastic particles found was also analyzed. Soil samples were taken from four points at varying distances from the landfill and one reference soil sample. Microplastic analysis began with wet peroxide oxidation (WPO) using H2O2 and density separation using NaCl. The microplastic content was analyzed using a microscope, microplastic polymers were analyzed using a Fourier-transform infrared (FTIR) spectrophotometer, and heavy metal content was analyzed using an atomic absorption spectrophotometer (AAS). The abundance of microplastics ranged from 3,450 to 5,110 particles/kg, with shapes including fragments, films, foam, fibers, and pellets, and colors such as black, red, transparent, blue, green, yellow, and orange. The polymer identified in each sample was Polypropylene (PP). The Pb content in the soil ranged from 5.1 to 8.4 mg/kg, while the Cd content ranged from 0.59 to 1.43 mg/kg. The Pb concentration in microplastics ranged from 2.75 to 246.28 mg/kg, while Cd ranged from 1.45 to 15.14 mg/kg. The results of this study can serve as a basis for better environmental mitigation and management efforts around the Piyungan landfill, particularly concerning microplastic and heavy metal contaminants.

Keyword: *Heavy metals, Microplastic, Rice Field Soil, Piyungan Landfill*

DAFTAR ISI

PRAKATA iv
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 4
BAB II 5
TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Mikroplastik 5
2.2 Mikroplastik Pada Lahan Pertanian 6
2.3 Logam Berat 7
2.4 TPA Piyungan 9
2.5 Penelitian Terdahulu 10
BAB III 14
METODE PENELITIAN 14
3.1 Prosedur Penelitian 14
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 15
3.3 Alat dan Bahan 16
3.4 Pengumpulan Data 17
3.5 Pengambilan Sampel 17
3.6 Pengujian Sampel 18
3.7 Analisis Data 24
BAB IV 26
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA 26

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian 26
4.2 Identifikasi Mikroplastik pada Tanah Pertanian di Sekitar TPA Piyungan Berdasarkan Jumlah, Bentuk, dan Warna 29
4.3 Identifikasi Mikroplastik Pada Tanah Pertanian di Sekitar TPA Piyungan Berdasarkan Polimer 42
4.4 Identifikasi Polimer Makroplastik Pada Tanah Pertanian di Sekitar TPA Piyungan 44
4.5 Analisis Logam Berat pada Tanah dan Mikroplastik 46
BAB V 50
KESIMPULAN DAN SARAN 50
5.1 Kesimpulan 50
5.2 Saran 50
DAFTAR PUSTAKA 51
LAMPIRAN 59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis dan Karakteristik Fisik Mikroplastik..... 6
Tabel 2.2 Referensi Penelitian Terdahulu 11
Tabel 4.1 Kondisi Masing-Masing Sampel..... 27
Tabel 4.2 Tabel Perbandingan Literatur 31
Tabel 4.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk 32
Tabel 4.4 Perbandingan Literatur..... 36
Tabel 4.5 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna..... 36
Tabel 4.6 Perbandingan literatur 42
Tabel 4.7 Ikatan dan Bilangan Gelombang pada PP 44
Tabel 4.8 Polimer Pada Makroplastik 46
Tabel 4.9 Hasil Uji Logam Timbal (Pb)..... 46
Tabel 4.10 Hasil Uji Logam Kadmium (Cd)..... 46
Tabel 4.11 Kandungan Logam Berat pada Mikroplastik 48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk dan Warna pada Mikroplastik 6
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Penelitian 14
Gambar 3.2 Titik Lokasi Pengambilan Sampel..... 16
Gambar 3.3 Pengujian Mikroplastik 19
Gambar 3.4 Pengujian Logam Berat pada Tanah..... 22
Gambar 3.5 Pengujian Logam Berat pada Mikroplastik..... 24
Gambar 4.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel 27
Gambar 4.2 Grafik Jumlah Mikroplastik 30
Gambar 4.3 Grafik Kelimpahan Mikroplastik 31
Gambar 4.4 Grafik Mikroplastik Berdasarkan Bentuk 32
Gambar 4.5 Bentuk Mikroplastik..... 33
Gambar 4.6 Grafik Mikroplastik Berdasarkan Warna 37
Gambar 4.7 Warna Mikroplastik..... 38
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Warna dan Bentuk pada Mikroplastik..... 41
Gambar 4.9 Hasil Uji FTIR Mikroplastik..... 43
Gambar 4.10 Hasil Uji FTIR Makroplastik. 45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Contoh Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik 59
Lampiran 2 Contoh Perhitungan Persentase pada Warna dan Bentuk Mikroplastik 59
Lampiran 3 Contoh Perhitungan Logam Berat pada Tanah dan Mikroplastik 59
Lampiran 4 Contoh Pengukuran Mikroplastik Menggunakan *Imageraster* 60
Lampiran 5 Hasil AAS Logam Berat Pb dan Cd pada Tanah 61
Lampiran 6 Hasil AAS Logam Berat Pb dan Cd pada Mikroplastik 63

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai salah satu negara dengan kepadatan penduduk tertinggi di dunia, mengalami dampak signifikan dari tingginya jumlah penduduknya terhadap berbagai aspek, termasuk tingkat konsumsi masyarakat, yang salah satunya termanifestasi dalam penggunaan plastik. Plastik dianggap sebagai produk yang praktis, mudah diperoleh, dan memiliki harga yang terjangkau, sehingga seringkali digunakan oleh masyarakat dalam berbagai kegiatan sehari-hari. Penggunaan plastik secara signifikan berperan dalam menciptakan masalah lingkungan, seperti penumpukan sampah plastik pada ekosistem alami. Hal ini disebabkan oleh peningkatan produksi plastik bersamaan dengan tingkat kemampuan degradasinya yang rendah, yang diperkirakan memakan waktu puluhan hingga ratusan tahun. Salah satu yang menjadi sorotan adalah Tempat Pemerosesan Akhir (TPA) Piyungan yang terletak di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), jumlah timbulan sampah di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2021 mencapai 325,02 ton/tahun dengan persentase sampah plastik sebesar 10,79%. Dengan bertambahnya volume sampah di TPA Piyungan, terdapat potensi pencemaran tanah melalui air lindi. Oleh karena itu, peluang terjadinya kontaminasi tanah di daerah TPA Piyungan semakin meningkat (Muyassar & Budianta, 2021). Salah satu bentuk pencemaran lingkungan akibat operasional TPA Piyungan adalah, terdapat kebocoran pada saluran pembuangan air lindi terhadap saluran irigasi, yang menyebabkan pencemaran pada saluran irigasi di sekitar TPA. Saluran irigasi ini berada di sepanjang lahan persawahan yang berdekatan dengan TPA Piyungan. Selain itu, banyak sampah yang menumpuk di sekitar lahan persawahan yang berasal dari aktivitas pengepul sampah maupun pembakaran yang dilakukan oleh warga sekitar (Wibisono, 2024). Beberapa jenis pencemaran tersebut berpotensi

menghasilkan mikroplastik di lahan persawahan. Sampah-sampah, terutama sampah plastik yang berada di permukaan tanah bagian atas, memiliki potensi besar menjadi sumber mikroplastik dalam tanah (Utami & Agustina, 2022).

Mikroplastik sendiri merupakan partikel plastik berukuran ≤ 5 mm. Mikroplastik dapat diklasifikasikan atas 2 jenis, yaitu mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer merupakan partikel kecil yang sengaja dilepaskan langsung ke lingkungan, biasanya berasal dari bahan yang digunakan pada produk kosmetik dan peralatan mandi. Sedangkan, mikroplastik sekunder terbentuk melalui proses degradasi plastik yang awalnya berukuran besar menjadi partikel yang lebih kecil (Boucher & Friot, 2017). Mikroplastik memiliki dampak buruk apabila tercemar didalam tanah terutama pada lahan pertanian. Mikroplastik diketahui berbahaya bagi biota tanah karena menyebabkan penurunan biomassa, peningkatan kematian biota tanah, serta mempengaruhi berbagai fungsi dan sifat tanah (Huerta Lwanga et al., 2016). Menurut Cramer (2022), mikroplastik dalam jumlah yang partikel yang tinggi juga dapat membuat tanah pada lahan pertanian menjadi kedap terhadap air, Hal ini mengakibatkan distribusi air menjadi tidak merata di berbagai kedalaman tanah. Akibatnya, keadaan ini dapat memengaruhi struktur akar pada tanaman.

Mikroplastik juga dapat menyerap atau teradsorpsi dengan logam berat. Jumlah logam berat pada permukaan mikroplastik berkaitan langsung dengan konsentrasi logam di sekitarnya (Luo et al., 2018). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ayuningtyas & Marwadini, 2024), terdapat kandungan logam berat Pb sebesar 3,24 – 4,34 mg/kg dan Cd sebesar 0,12 – 0,34 mg/kg pada mikroplastik di lahan pertanian. Penggunaan kendaraan bermotor untuk membajak sawah atau lahan pertanian menjadi sumber logam berat seperti Pb, Cd, Ni, Zn, dan Fe (Khalid et al., 2018). Selain itu, pupuk atau pestisida yang digunakan seringkali mengandung logam berat yang berpotensi toksik, seperti Cd, Pb, As, dan Cu (Alves, 2016). Mikroplastik dan logam berat ini dapat terakumulasi pada tanaman di sekitarnya, sehingga tanaman tersebut akan mengandung senyawa toksik yang berbahaya bagi manusia jika dikonsumsi terus-menerus. Berdasarkan penelitian oleh (Rahayu, 2018), terdapat kandungan logam berat Pb dengan nilai 0,37 – 1,55 mg/kg dan Cd

dengan nilai 0,01 – 0,16 mg/kg pada beras di area persawahan yang tercemar oleh air lindi dan pupuk yang digunakan. Tanaman mampu menyerap mikroplastik dan logam berat melalui akarnya. Oleh karena itu, keberadaan mikroplastik dan logam berat perlu diperhatikan karena dapat mengancam kesehatan manusia dan lingkungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis memandang pentingnya melakukan penelitian untuk mengidentifikasi kandungan mikroplastik dan logam berat pada tanah pertanian di sekitar TPA Piyungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik mikroplastik pada tanah pertanian di sekitar TPA Piyungan berdasarkan jumlah, jenis, dan warna?
2. Bagaimana kelimpahan mikroplastik pada tanah pertanian di sekitar TPA Piyungan?
3. Bagaimana konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada mikroplastik dan tanah pertanian di sekitar TPA Piyungan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi karakteristik mikroplastik pada tanah pertanian di sekitar TPA Piyungan berdasarkan jumlah, jenis, dan warna.
2. Untuk mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik pada tanah pertanian di sekitar TPA Piyungan.
3. Untuk mengidentifikasi kandungan logam berat Pb dan Cd pada mikroplastik dan tanah pertanian di sekitar TPA Piyungan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan pengetahuan dan informasi kepada masyarakat umum mengenai mikroplastik pada tanah pertanian.

2. Sebagai referensi dari hasil penelitian untuk mengembangkan ilmu pengetahuan di masa mendatang.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ruang Lingkup Metode Penelitian

   Penelitian ini membahas keberadaan, karakteristik mikroplastik, dan kandungan logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada tanah sawah dan mikroplastik. Penentuan titik lokasi sampling menggunakan metode purposive sampling. Pengolahan sampel tanah dan analisis sampel untuk identifikasi mikroplastik menggunakan modifikasi dari metode NOAA (*National Oceanic and Atmopheric Administration*). Sedangkan untuk mengidentifikasi kandungan logam berat menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

2. Ruang Lingkup Lokasi Penelitian

   Lokasi Penelitian dilakukan pada lahan pertanian tepatnya pada lahan sawah di sekitar TPA Piyungan, Bantul, D.I. Yogyakarta. Radius lahan sawah dengan area landfill kurang lebih 200 meter.

3. Ruang Lingkup Lokasi Penelitian

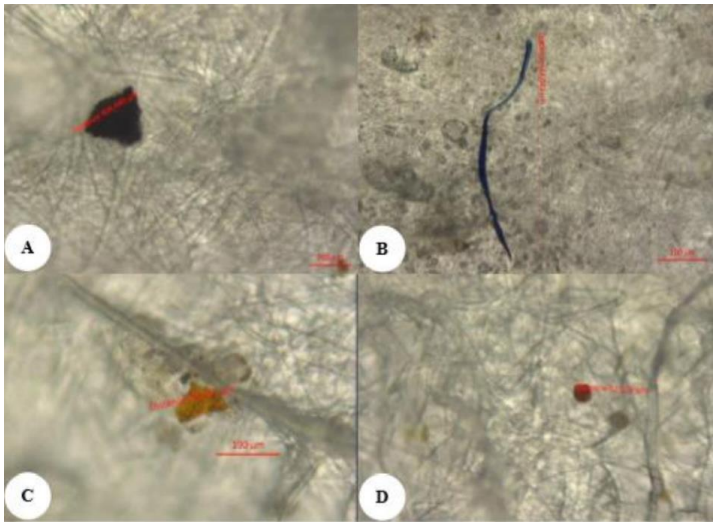
   Waktu penelitian dilakukan selama 6 bulan terhitung dari bulan Maret 2024 – Agustus 2024 (Musim kemarau).

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroplastik

Mikroplastik merupakan pecahan dari materi plastik yang mengalami degradasi, dengan ukuran partikel kurang dari 5 mm. Mikroplastik cenderung mengumpul dalam jumlah besar di perairan dan endapan sedimen (Hildago *et al.,* 2012). Mikroplastik dapat diklasifikasikan atas 2 jenis, yaitu mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer merupakan partikel kecil yang sengaja dilepaskan langsung ke lingkungan, biasanya berasal dari bahan yang digunakan pada produk kosmetik dan peralatan mandi. Sedangkan, mikroplastik sekunder terbentuk melalui proses degradasi plastik yang awalnya berukuran besar menjadi partikel yang lebih kecil (Boucher & Friot, 2017).

Karakteristik morfologi mikroplastik dapat dikategorikan menjadi tiga aspek, yaitu ukuran, warna, dan bentuk. Ukuran mikroplastik menjadi faktor krusial yang mempengaruhi dampaknya terhadap organisme, karena mikroplastik memiliki potensi pelepasan yang lebih cepat jika memiliki permukaan yang lebih luas dibandingkan dengan volume rasio partikel kecil (Lusher & Peter, 2017). Bentuk mikroplastik sangat bervariasi, yaitu dapat berupa pelet, fragmen, fiber, film, filament, dan foam, selain itu juga mikroplastik memiliki berbagai macam warna seperti hitam, biru, putih, transparan, merah dan berbagai macam warna lainnya (Juao Frias *et al.,* 2018) Gambar 2.1 mengilustrasikan contoh dari bentuk dan warna pada mikroplastik.



Gambar 2.1 Bentuk dan Warna pada Mikroplastik: A. Fragmen (hitam), B. Fiber (biru), C. Film (Kuning), D. Pelet (Merah)

Sumber: (Hiwari, 2019)

Sedangkan untuk klasifikasi mikroplastik berdasarkan jenis plastik dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis dan Karakteristik Fisik Mikroplastik

Jenis Plastik	**Karakteristik Fisik Mikroplastik**
Polipropilena (PP)	Licin dan elastis
Polietilena (PE)	Kaku, keras, dan kekuatan rendah
Polivinil Klorida (PVC)	Kaku, sangat keras, dan sangat padat
Polistirena (PS)	Kaku, transparan, dan terlihat seperti kaca
Polietilena Tereftalat (PET)	Transparan, kuat, ringan, dan tahan pecah

2.2 Mikroplastik Pada Lahan Pertanian

Penggunaan plastik dalam sektor pertanian telah mengalami peningkatan pesat dalam beberapa tahun terakhir. Kehadiran mikroplastik di lahan pertanian memiliki dampak yang luas, mencakup aspek lingkungan, pertanian, dan kesehatan. Paparan mikroplastik pada tanah pertanian dapat menyebabkan penurunan kualitas hasil pertanian. Jenis mikroplastik yang sering ditemukan di lahan pertanian adalah fragmen dan film plastik (Sutanhaji *et al.,* 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Wibisono (2024), menunjukan kelimpahan mikroplastik pada lahan pertanian di

sekitar TPA Piyungan sebesar 2875 partikel/kg. Hal ini diakibatkan dengan adanya pencemaran air lindi yang terhadap saluran irigasi. Selain itu, kondisi lahan sawah juga terdapat tumpukan sampah plastik akibat aktivitas warga sekitar TPA Piyungan.

Sumber mikroplastik dibedakan menjadi dua yaitu primer dan sekunder. Mikroplastik primer adalah plastik yang diproduksi dalam ukuran yang sangat kecil, sementara mikroplastik sekunder berasal dari degradasi plastik berukuran besar menjadi partikel-partikel kecil (Jiang *et al.,* 2018). Plastik memasuki tanah pertanian dalam berbagai ukuran dengan melalui beragam jalur yang dipengaruhi oleh praktik pertanian, aktivitas perkotaan, dan faktor hidrometeorologi. Penambahan mikroplastik bisa terjadi secara sengaja atau tidak sengaja. Mikroplastik yang tidak sengaja biasanya berasal dari pecahan plastik yang lebih besar, seperti penggunaan produk-produk berkemasan plastik (Moeck *et al.,* 2023). Mikroplastik juga dapat masuk ke tanah sawah melalui penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang diproduksi secara industri, yang sering kali dikemas dalam cangkang polimer (Wang *et al.,* 2019). Keausan peralatan pertanian juga dapat menjadi sumber mikroplastik di tanah pertanian. Ini mencakup keausan pada ban dan komponen mesin yang terbuat dari plastik selama penggunaan mesin atau peralatan. Selain itu, mikroplastik juga dapat berasal dari aliran irigasi yang tercemar akibat adanya kegiatan industri maupun rumah tangga di sekitarnya.

2.3 Logam Berat

Logam berat adalah logam berat jenis besar dari 5 g/cm3. Unsur yang termasuk logam berat adalah Cd, Cr, Cu, H, Ni, Pb dan Zn (Connell, 2006). Keberadaan logam berat esensial dalam jumlah tertentu sangat penting bagi organisme hidup, namun jika berlebihan dapat menjadi racun. Berbagai sumber pencemaran logam berat dapat berasal dari aktivitas pertanian dan non-pertanian. Zat-zat ini bisa ditemukan sebagai unsur pengotor (impurities) dalam pupuk anorganik (Cd, Cr, Pb); limbah cair (sewage sludge) (Cd, Ni, Cu, Pb); peternakan (Cu, Zn, As); pestisida (Cu, As, Hg, Pb); serta kompos (Cd, Cu, Ni, Pb) (Mulyadi, 2013). Logam

berat dapat membahayakan kesehatan manusia melalui konsumsi makanan yang berasal dari tanaman yang ditanam di tanah yang tercemar oleh logam berat (Setyoningrum., 2014). Bahkan dalam dosis kecil, logam berat dapat memiliki konsekuensi serius. Aktivitas manusia telah menyebabkan peningkatan kadar kontaminan di lingkungan (Singh, 2018). Penelitian ini memilih logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang termasuk dalam logam berat dengan tingkat toksisitas kelas 1. Keberadaan logam berat di tanah, air, dan tanaman perlu diperhatikan dikarenakan sifatnya yang beracun dan potensi karsinogeniknya, mobilitasnya di dalam tanah yang mudah berubah, dan kecenderungannya untuk terakumulasi dalam tubuh manusia (Notodarmojo, 2004).

2.3.1 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) adalah logam berbentuk kristal putih keperakan. Dalam konsentrasi tinggi, kadmium biasanya berasal dari emisi industri, proses peleburan seng dan timbal. Sumber lainnya adalah dari penggunaan lumpur kotor sebagai pupuk tanaman (Widowati, 2008). Kadmium (Cd) memiliki sifat-sifat seperti berwarna putih keperakan seperti logam aluminium, tahan terhadap panas dan korosi, tidak larut dalam basa, dan bereaksi dengan mudah, membentuk kadmium oksida ketika dipanaskan. Beberapa faktor yang memengaruhi penyerapan kadmium dalam tanah termasuk kandungan bahan organik tanah, pH tanah, ukuran partikel tanah, kemampuan pertukaran ion, dan suhu tanah (Setyoningrum, 2014).

Kadmium memiliki dampak yang unik pada perkembangan otak anak-anak, yang dapat membantu dalam proses tersebut. Namun, sebaliknya kadmium juga memiliki efek berbahaya pada manusia dan hewan, termasuk peningkatan risiko kanker payudara, penyakit paru-paru, dan penyakit jantung (Istarani, 2014). Paparan kadmium yang berlebihan juga dapat menyebabkan kerapuhan pada pekerja industri yang terpapar kadmium, sebuah kondisi yang dikenal sebagai "itai-itai". Bahkan paparan kecil kadmium dapat menyebabkan efek kronis pada hewan dan manusia. Mayoritas asupan kadmium dalam tubuh manusia berasal dari konsumsi sayuran (Mahajan, 2018).

2.3.2 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah logam berat yang secara alami terdapat di dalam kerak bumi. Pencemaran oleh Pb berasal dari sumber alami maupun limbah hasil aktivitas manusia, dengan jumlah yang terus meningkat, baik di lingkungan, udara, maupun tanah (Widowati *et al.*, 2008). Tanah biasanya mengakumulasi kadar timbal terutama dari pipa, cat berbahan timbal, dan emisi residu dari kendaraan bermotor (Wani, 2015). Timbal sebagian besar terakumulasi di bagian-bagian organ tanaman seperti daun, batang, akar, dan akar umbi-umbian seperti bawang merah. Tanaman mampu menyerap timbal terutama pada kondisi tanah yang subur dengan kandungan bahan organik rendah dan nilai kejenuhan dasar tanah (KTK) yang rendah (Charlena, 2004). Logam beracun timbal dapat mengakibatkan berbagai dampak kesehatan seperti anemia, gangguan pada sistem saraf pusat, dan gejala gangguan saraf perifer. Timbal juga dapat menyebabkan aminoasiduria, fosfaturia, glukosuria, nefropati, fibrosis, dan atrofi glomerular (Darmono, 2001).

2.4 TPA Piyungan

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan berlokasi di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. TPA Piyungan melayani pengelolaan sampah yang berasal dari wilayah Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul. TPA ini memiliki luas sekitar 13 hektar dengan kapasitas penampungan sampah mencapai 2,7 m3. Setiap harinya, rata-rata terdapat 450 ton sampah yang masuk ke TPA Piyungan. Jenis sampah yang paling dominan adalah sampah organik, mencapai 72% dari total sampah yang dikelola. Metode pengelolaan sampah yang diterapkan di TPA Piyungan menggunakan *Sanitary Landfil*. Dalam metode ini, tumpukan sampah disusun dengan dilapisi tanah, dilengkapi dengan kolam untuk mengolah leachate (lindi), sistem pipa pengendali gas buang, sistem drainase, dan lapisan kedap air. TPA Piyungan memberikan layanan pengelolaan sampah untuk wilayah perkotaan Yogyakarta, mencakup Kota Yogyakarta, bagian selatan Kabupaten Sleman, dan bagian utara Kabupaten Bantul yang termasuk dalam kawasan perkotaan (Kasam, 2011).

Saluran drainase di TPA Piyungan menunjukkan keberadaan yang kurang terawat karena tertutupi oleh tanaman liar. Selain itu, situasi ini dapat menyebabkan pencampuran air lindi dengan air hujan. Kriteria yang mencakup saluran pengumpul lindi, saluran pelindung tanggul, fasilitas pengolahan lindi, sumur uji, bangunan komposter, tanah penutup, dan excavator dianggap memadai dan layak dalam kondisi tersebut, sesuai dengan penilaian oleh (Ariyani, 2018).

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dijadikan sebagai referensi dan pembanding terhadap penelitian yang dilakukan. Berikut ini daftar penelitian terdahulu yang dijadikan referensi dan pembanding.

Tabel 2. 2 Referensi Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil
1	Oz *et al.,*	2019	Investigation of Heavy Metals Adsorbtion on Microplastics	Logam berat Timbal (Pb) II dan Aluminium (Al) III dapat teradsorpi oleh tiga jenis mikroplastik seperti PET (Polyethylene terephthalate), PA (Polyamide) dan EVA (Etilen vinil asetat).
2	Moeck *et al.,*	2023	Microplastics and Nanoplastics in Agriculture-A Potential Source of Soil and Groundwater Contamination	Penelitian ini menunjukan bahwa adanya resiko kontaminasi pada akuifer dan pasokan air minum di bawah area pertanian yang akan membutuhkan tindakan regulasi yang lebih baik terhadap penggunaan plastik di bidang pertanian.
3	Corradini *et al.,*	2019	Evidence Of Microplastic Accumulation In Agricultural Soils From Sewage Sludge Disposal	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kontaminasi mikroplastik di tanah akibat pembuangan lumpur dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Tujuh sampel lumpur dikumpulkan dari lahan yang telah menerima aplikasi lumpur selama periode penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan mikroplastik dalam lumpur berkisar antara 18 hingga 41 partikel per gram. Mayoritas

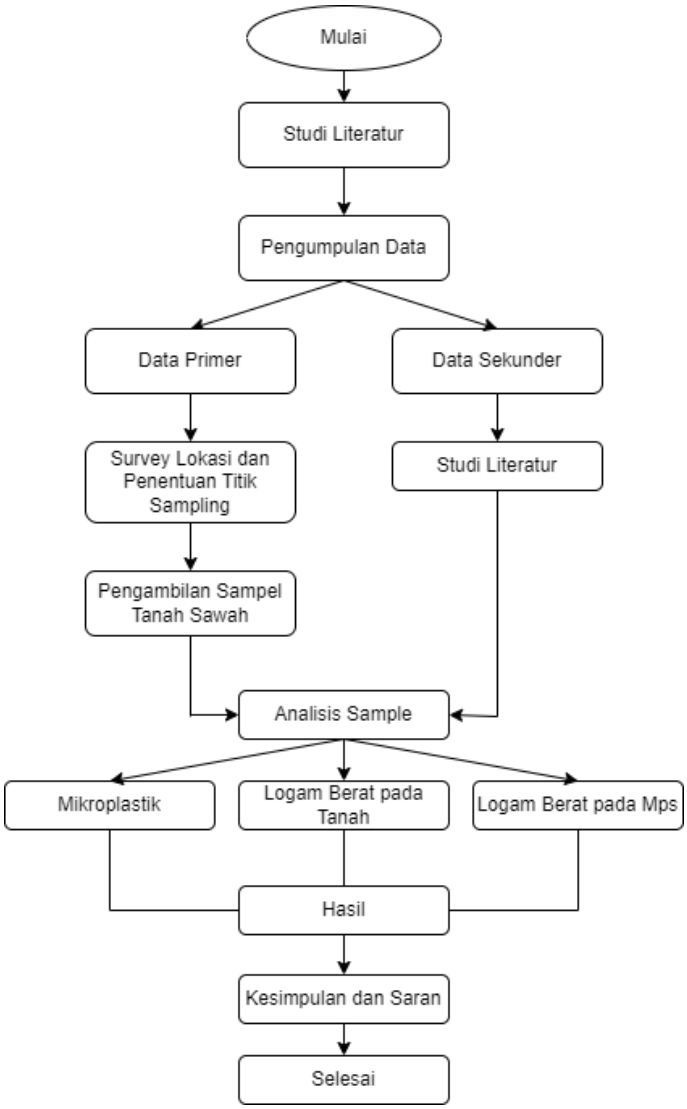
No.	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil
				mikroplastik yang diamati adalah serat, dengan persentase 90% dalam lumpur dan 97% dalam tanah. Temuan ini menunjukkan bahwa jumlah mikroplastik meningkat seiring waktu, dan aplikasi lumpur dari IPAL pada tanah menyebabkan peningkatan jumlah mikroplastik.
4	Sutanhaji *et al.*,	2021	Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang	Jenis mikroplastik yang ditemukan yaitu fiber, film dan fragmen dengan jumlah yang paling banyak yaitu pada titik 3 (hilir). Warna mikroplastik yang didapatkan yaitu bening, biru, merah, dll. Ukuran mikroplastik paling banyak yaitu pada saringan 177 µm. Kelimpahan dan beban pencemar mikroplastik didapatkan paling tinggi yaitu jenis fiber pada titik 3 (hilir). Mikroplastik diketahui bersumber dari adanya penggunaan plastik pada lahan pertanian dan pemukiman yang menjadi tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Metro Malang.
5	Fakour *et al.*,	2021	Quantification and Analysis of	Hasil penelitian menunjukkan bahwa MP ditemukan di semua

No.	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil
			Microplastics in Farmland Soils: Characterization, Sources, and Pathways	sampel tanah pada kedalaman berbeda yang berkisar antara 12–117 item/m2 dan kelimpahan MP di lahan pertanian yang berdekatan dengan jalan pinggiran kota sekitar tiga kali lebih banyak dibandingkan di lahan pertanian tertutup yang terpisah dari jalan raya.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Berikut adalah diagram alir tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



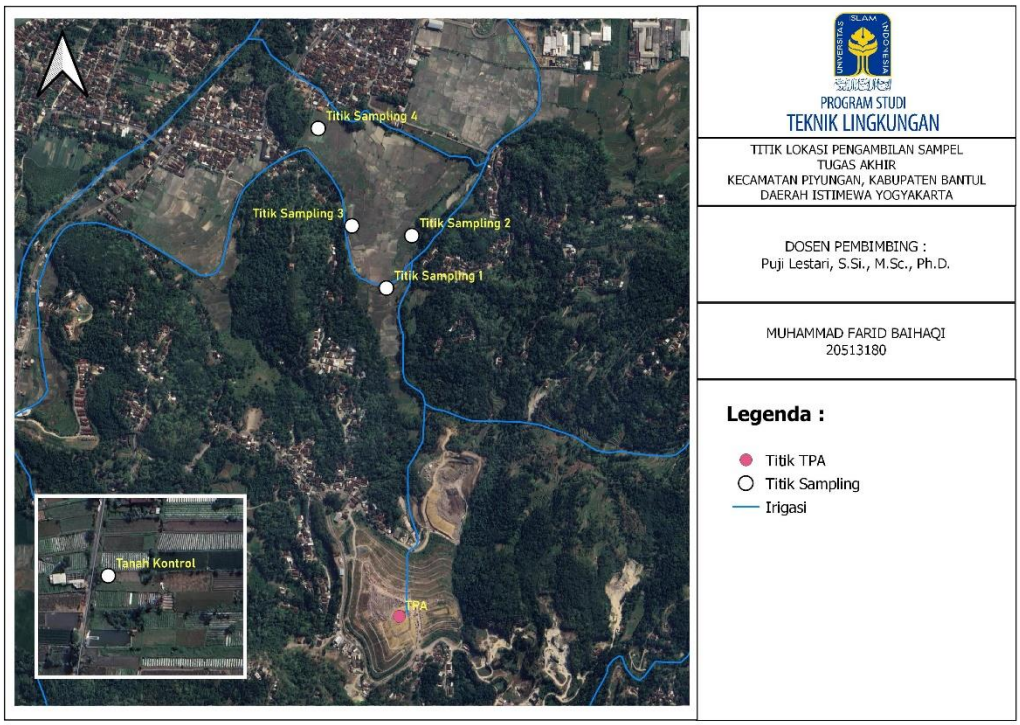
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Penelitian

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lahan pertanian tepatnya pada area persawahan yang terletak di sekitar TPA Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian dilakukan dengan rentang waktu Maret 2024 sampai dengan Agustus 2024. Sampel uji yang diambil merupakan tanah sawah, dan kegiatan uji laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Penentuan lokasi sampling dilakukan dengan teknik *purposive sampling* melibatkan 4 titik dan 1 titik sebagai tanah kontrol yang. Sementara itu, lokasi pengambilan sampel tanah kontrol dipilih di pertanian sekitar Kampus UII Yogyakarta. Sebelum melakukan pengambilan sampel, dilakukan survei terlebih dahulu pada tanggal 5 Mei 2024. Kemudian, pengambilan sampel dilaksanakan pada tanggal 13 Mei 2024 (Musim kemarau). Penentuan titik lokasi sampling dilakukan dengan mengikuti aliran irigasi pada sawah. Sedangkan untuk pemilihan titik tanah kontrol ditentukan pada lokasi yang letaknya jauh dari kawasan industri atau daerah yang tidak berpotensi melakukan pencemaran.

Proses pengambilan sampel tanah sawah dilakukan dengan metode *grab sampling*, dengan pertimbangan kondisi tanah dan lingkungan sekitar lahan, serta pada kedalaman 0-20 cm yang merupakan tanah lapisan atas, hal ini bertujuan untuk memeriksa polusi mikroplastik pada tanah (Chia et al., 2024). Berikut pada Gambar 3.2 merupakan peta lokasi pengambilan sampel.



Gambar 3.2 Titik Lokasi Pengambilan Sampel

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sekop atau bor pengambilan sampel tanah, wadah dari alumunium atau bahan non-plastik, spidol, ayakan dengan ukuran 0,3 mm dan 1 mm, erlenmeyer berkapasitas 250 mL, gelas beaker berkapasitas 500 mL dan 100 mL, labu ukur 100 ml, magnetic stirrer, timbangan analitik, batang kaca, pipet tetes, corong kaca, mikroskop, pompa vakum, kertas label, tisu, sarung tangan latex, FTIR, dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup sampel tanah sawah, sampel tanah kontrol, larutan NaCl, larutan Hidrogen Peroxida (H_2O_2) 30%, HNO_3, aquades, dan kertas saring glass microfiber (GF/B) Whatman CAT No. 1821-047 dan kertas saring 8µm, dan kertas saring MiliPore.

3.4 Pengumpulan Data

3.4.1 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan melalui survey dan observasi langsung di lokasi penelitian, termasuk pengambilan sampel. Observasi mencakup pemantauan kondisi topografi, hubungan geografis antara lahan persawahan dan area landfill, serta aktivitas masyarakat di sekitar lokasi penelitian. Selain itu, data yang diperoleh di lapangan juga mencakup sampel tanah dari lahan persawahan.

3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan dari jurnal ilmiah dan sumber berita yang berkaitan dengan kegiatan di TPA Piyungan dan sekitarnya. Penelitian sebelumnya juga digunakan sebagai data sekunder untuk mengembangkan kerangka teoritis. Wawancara dengan warga lokal atau petani di area penelitian dapat memberikan informasi tentang kondisi yang terjadi di sekitar lokasi penelitian.

3.5 Pengambilan Sampel

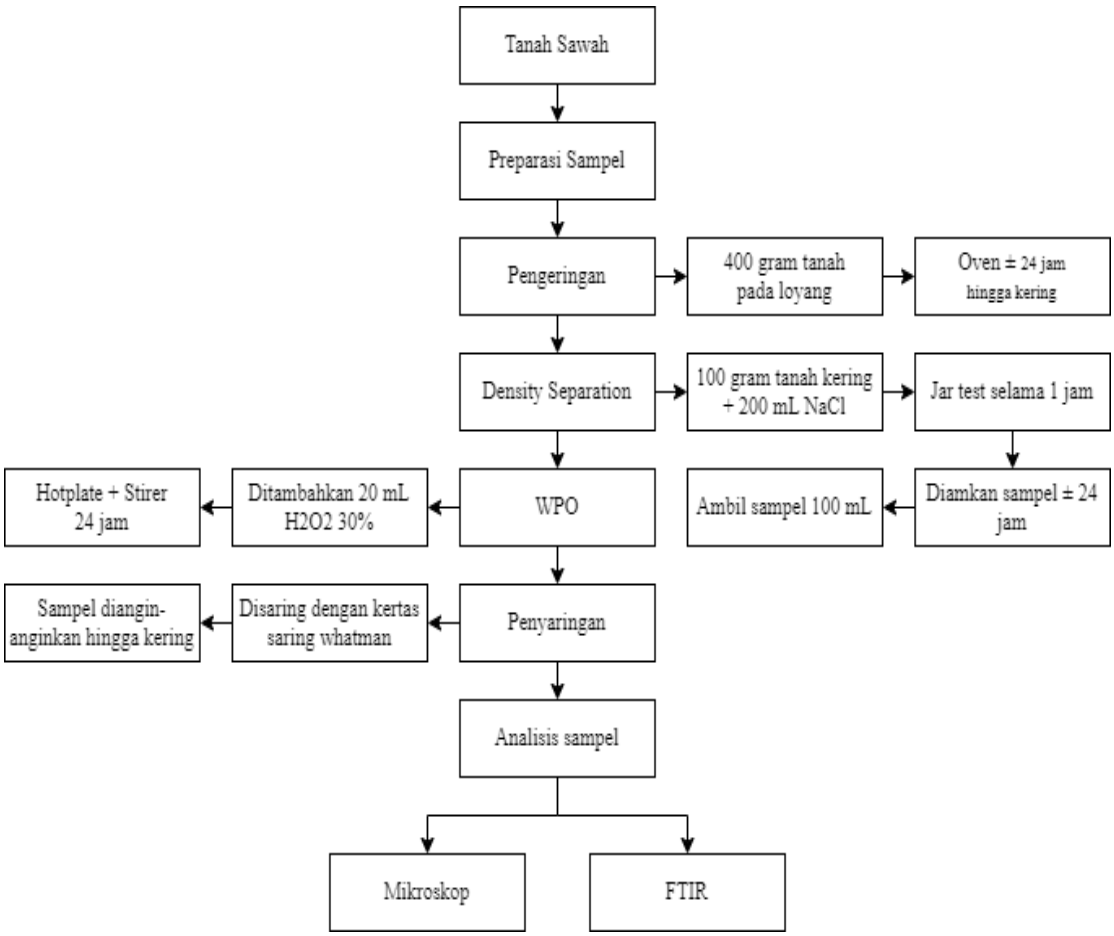
Pengambilan sampel tanah sawah menggunakan metode grab sampling dengan menggunakan alat bor tanah. Alat bor tersebut memiliki struktur yang kokoh dan ujung yang tajam, memungkinkan penetrasi ke dalam tanah dan menampung tanah yang diambil. Setelah tanah tertampung di ujung bor, alat bor ditarik dan tanah tersebut ditransfer ke wadah non-plastik.

Sampel tanah sawah diambil sebanyak 2 kali. Kedua sampel yang diambil dikompositkan agar dapat mempresentasikan tanah sawah pada titik pengambilan tersebut. Total sampel yang diambil adalah 5 sampel, dengan 4 pada lahan sawah disekitar TPA Piyungan dan 1 sampel tanah kontrol. Tidak dilakukan pengawetan pada sampel karena sifat mikroplastik yang memerlukan waktu lama untuk terdegradasi.

3.6 Pengujian Sampel

Setelah mendapatkan sampel, langkah selanjutnya melibatkan pengujian di Laboratorium Lingkungan FTSP UII. Proses pengujian sampel mengikuti metode modifikasi NOAA. Metode NOAA melibatkan serangkaian tahapan, termasuk pengeringan, pemisahan zat organik, penyaringan, dan identifikasi sampel (Ayuningtyas, 2019). Setelah sampel dikeringkan, dilakukan proses pengayakan menggunakan mesin pengayak grinder dengan ukuran mesh yang sesuai.

Selanjutnya, sampel mengalami tahap Density Separation atau pengapungan mikroplastik dengan menggunakan larutan NaCl dan diaduk menggunakan Jar Test untuk menghomogenkan NaCl dan sampel, memastikan bahwa pemisahan mikroplastik berlangsung secara optimal. Langkah berikutnya adalah tahap WPO (Wet Peroxide Oxidation) menggunakan H_2O_2 30% untuk menghilangkan zat organik pada sampel, di mana sampel dipanaskan di atas Hot Plate Magnetic Stirrer selama 24 jam. Tahapan pengujian sampel dapat dilihat pada Gambar 3. 3 berikut.



Gambar 3.3 Pengujian Mikroplastik

3.6.1 Pengeringan

Proses pengeringan sampel dilakukan menggunakan oven. Sebelum proses pengeringan dimulai, sampel tanah yang sudah dihomogenkan ditimbang terlebih dahulu seberat 500 gram dan ditempatkan ke dalam loyang. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan selama 24 jam hingga sampel benar-benar kering. Selanjutnya, dari sampel tanah sawah yang telah kering, diambil sebanyak 100 gram untuk mewakili tanah yang telah dihomogenkan dan akan digunakan dalam pengujian sampel. Tujuan dari proses pengeringan adalah untuk menghilangkan kandungan air dalam sampel uji dan mempermudah pengayakan sampel agar tidak membentuk gumpalan pada mesin pengayak.

3.6.2 Density Separation

Dalam tahap ini, mikroplastik pada tanah dipisahkan dengan memanfaatkan perbedaan densitas atau berat jenis. Proses ini dimulai dengan mengambil 100 gram sampel tanah yang telah dikeringkan dan menyalurkannya melalui ayakan berukuran 40 mesh. Selanjutnya, ditambahkan larutan NaCl sebanyak 200 mL ke dalam gelas beaker berkapasitas 500 mL. Sampel yang telah dicampur dengan larutan NaCl kemudian diaduk menggunakan *stirer* selama satu jam.

3.6.3 *Wet Peroxide Oxidation* (WPO)

Tahap WPO ini bertujuan untuk merusak kandungan organik dalam sampel. Pada tahapan ini, H_2O_2 dengan konsentrasi 30% ditambahkan ke dalam sampel yang telah disiapkan dalam Erlenmeyer. Selanjutnya, sampel diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 24 jam.

3.6.4 Penyaringan

Tujuan dari tahap penyaringan adalah untuk memisahkan mikroplastik yang terdapat dalam sampel uji. Proses penyaringan dilaksanakan menggunakan kertas saring glass microfiber (GF/B) Whatman CAT No. 1821-047. Penyaringan dibantu oleh alat vakum, di mana kertas saring ditempatkan di atas vakum. Setelah proses penyaringan selesai, kertas saring dikeringkan dengan dibiarkan di dalam cawan petri hingga benar-benar kering.

3.6.5 Pengamatan Sampel Menggunakan Mikroskop

Penggunaan mikroskop dimaksudkan untuk mengamati kelimpahan mikroplastik dalam sampel berdasarkan jumlahnya, jenis atau bentuk, serta warnanya. Saat melakukan operasi mikroskop, dilakukan peningkatan perbesaran hingga mencapai 10 kali.

3.6.6 Pengujian Sampel Menggunakan FTIR

Penggunaan FTIR untuk pengamatan bertujuan untuk mengetahui unsur kimia yang terkandung dalam mikroplastik. Sampel akan diuji pada FTIR, yang

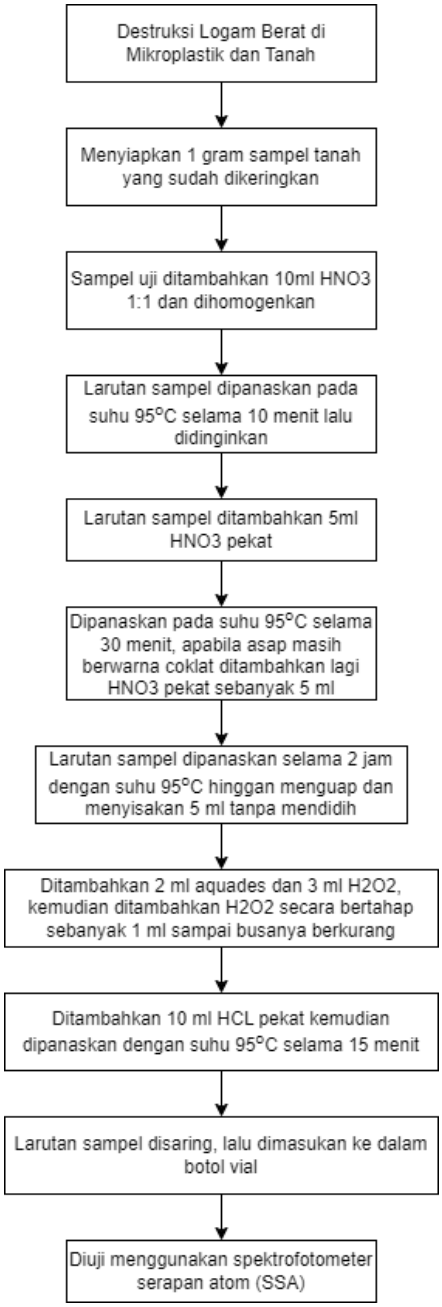
nantinya akan menghasilkan data yang dapat disimpan dalam bentuk spektrum grafik dan identifikasi gugus fungsi pada *software* komputer.

3.6.7 Pengujian Logam Berat pada Tanah

Pengujian logam berat dilakukan terhadap 2 jenis logam berat pada tanah sawah di sekitar TPA Piyungan yaitu logam cadium (Cd), dan Timbal (Pb). Preparasi sampel sedimen untuk pengujian kandungan logam berat pada tanah sawah dilakukan menggunakan acuan dan metode dari Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang pengujian logam berat secara destruksi asam menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom atau SSA. Sampel dikeringkan dengan oven pada suhu 105 − 120°C selama 2 jam hingga sampel tanah kering lalu kemudian dilakukan penggerusan.

Selanjutnya untuk menghomogenkan ukuran sampel, dilakukan proses pengayakan menggunakan shaker dengan ukuran 40 mesh. Sampel ditimbang seberat 1 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL lalu ditambahkan 10 mL asam nitrat 1:1 (HNO_3) lalu diaduk hingga tercampur rata. Erlenmeyer diletakkan diatas hot plate dengan suhu 95°C selama 10 menit lalu diangkat dan didinginkan. Selanjutnya ditambahkan asam nitrat pekat (HNO_3) hingga larutan jernih atau asap coklat menghilang. Langkah selanjutnya ditambahkan 2 ml aquades dan 3 ml H_2O_2 kemudian ditambahkan 1 ml H_2O_2 secara bertahap hingga busa pada larutan sampel berkurang.

Langkah berikutnya menambahkan asam perklorat (HCl) sebanyak 10 mL dan dipanaskan kembali selama ± 15 menit dan larutan contoh uji menjadi jernih. Volume sampel diukur menggunakan gelas ukur sebanyak 10 mL lalu disaring menggunakan kertas saring kuantitatif dengan ukuran pori 8 μm lalu ditempatkan filtrat contoh uji pada botol vial. Filtrat contoh uji siap untuk diukur ke dalam SSA. Gambar 3.4 menunjukan diagram alir pengujian logam berat pada tanah berdasarkan SNI 8910-2021.



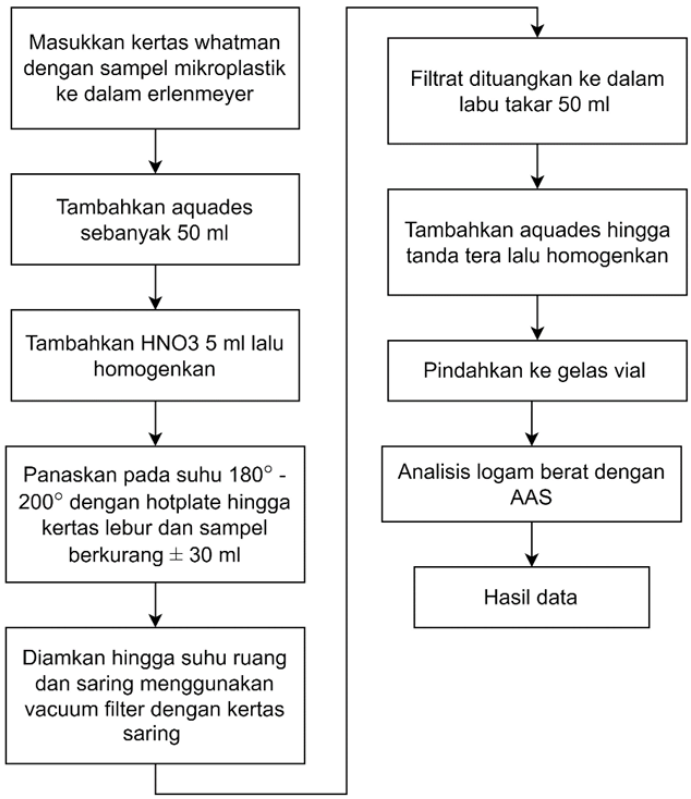
Gambar 3.4 Pengujian Logam Berat pada Tanah

(SNI 8910-2021)

3.6.8 Pengujian Logam Berat pada Mikroplastik

Sampel kertas Whatman yang digunakan untuk pengujian mikroplastik dimasukkan ke dalam erlenmeyer untuk proses destruksi. Destruksi ini bertujuan

untuk memutuskan ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis (Pb dan Cd). Proses ini bertujuan mengubah logam menjadi bentuk anorganik atau memecah senyawa menjadi unsur-unsurnya, sehingga analisis dapat dilakukan (Kristianingrum, 2012). Setelah kertas Whatman dimasukkan, ditambahkan aquades sebanyak 50 ml dan HNO_3 sebanyak 5 ml, kemudian dihomogenkan. Sampel kemudian dipanaskan pada suhu 180° - 200°C menggunakan hotplate hingga kertas meleleh dan volume sampel berkurang menjadi sekitar 20 ml. Proses ini dilakukan agar logam berat (Pb dan Cd) dalam sampel bereaksi dengan HNO_3, sementara aquades menguap, menyisakan larutan yang terdiri dari HNO_3 dan logam berat. Setelah pemanasan selesai, sampel didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Setelah mencapai suhu ruang, sampel disaring menggunakan kertas saring dan vacum filter. Filtrat hasil penyaringan dimasukkan ke dalam labu takar 50 ml, kemudian ditambahkan aquades hingga volume mencapai 50 ml dan dihomogenkan. Larutan ini kemudian dipindahkan ke dalam gelas vial untuk analisis logam berat (Pb dan Cd) menggunakan AAS, guna menentukan konsentrasi logam berat tersebut. Gambar 3.5 menunjukkan diagram alir proses pengujian logam berat (Pb dan Cd) dalam mikroplastik dari air lindi TPA Piyungan.



Gambar 3.5 Pengujian Logam Berat pada Mikroplastik

3.7 Analisis Data

3.7.1 Analisis Data Mikroplastik

Data yang yang dianalisis berasal dari hasil pengamatan menggunakan mikroskop dengan ukuran mikroplastik berkisar 1 – 400 µm. Analisis dilakukan secara deskriptif dalam penelitian ini dengan tujuan untuk mendeskripsikam keberadaan dan kelimpahan mikroplastik per 100 gram tanah kering, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah mikroplastik} \left(\frac{\text{partikel}}{\text{100 gram tanah kering}}\right) = \frac{\text{jumlah mikroplastik pada tanah (partikel)}}{\text{100 gram tanah kering (gram)} \times 1/1000 \text{ kg/gram}}$$

Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap jenis dan warna pada setiap lokasi sampling atau setiap sampel tanah sawah di sekitar TPA Piyungan. Dalam analisis

jenis dan warna mikroplastik, perhitungan dapat berupa jumlah dan presentase. Perhitungan presentase jenis dan warna menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Presentase } (\%) = \frac{\text{jumlah partikel jenis atau warna (partikel)}}{\text{jumlah keseluruhan partikel jenis atau warna (partikel)}}$$

Analisis dengan menggunakan FTIR akan menghasilkan informasi mengenai gugus fungsi sennyawa dan polimer. Data ini akan disesuaikan dengan referensi untuk mengidentifikasi turunan senyawa, sehingga dapat ditentukan asal-usul mikroplastik tersebut atau sumber pencemaran mikroplastik.

3.7.2 Analisis Data Logam Berat

Analisis ini dilakukan secara kuantitatif dengan mengidentifikasi konsentrasi logam berat pada mikroplastik. Proses analisis dimulai dengan penggunaan AAS untuk menentukan kadar logam berat pada mikroplastik, yang menghasilkan konsentrasi dalam satuan (mg/l). Konsentrasi logam berat yang diperoleh dari sampel mikroplastik kemudian dibagi dengan selisih berat antara sampel mikroplastik pada kertas Whatman dan berat kertas Whatman kosong. Untuk menghitung kandungan logam berat per gram mikroplastik, digunakan rumus berikut:

$$\text{Kandungan Logam Berat } (\text{mg/kg}) = \frac{\text{kandungan logam berat (mg/l) x volume akhir sampel (ml)}}{\text{berat mikroplastik (g)}}$$

Sedangkan untuk perhitungan logam berat pada tanah dilakukan berdasarkan SNI 8910-2021 dengan rumus sebagai berikut:

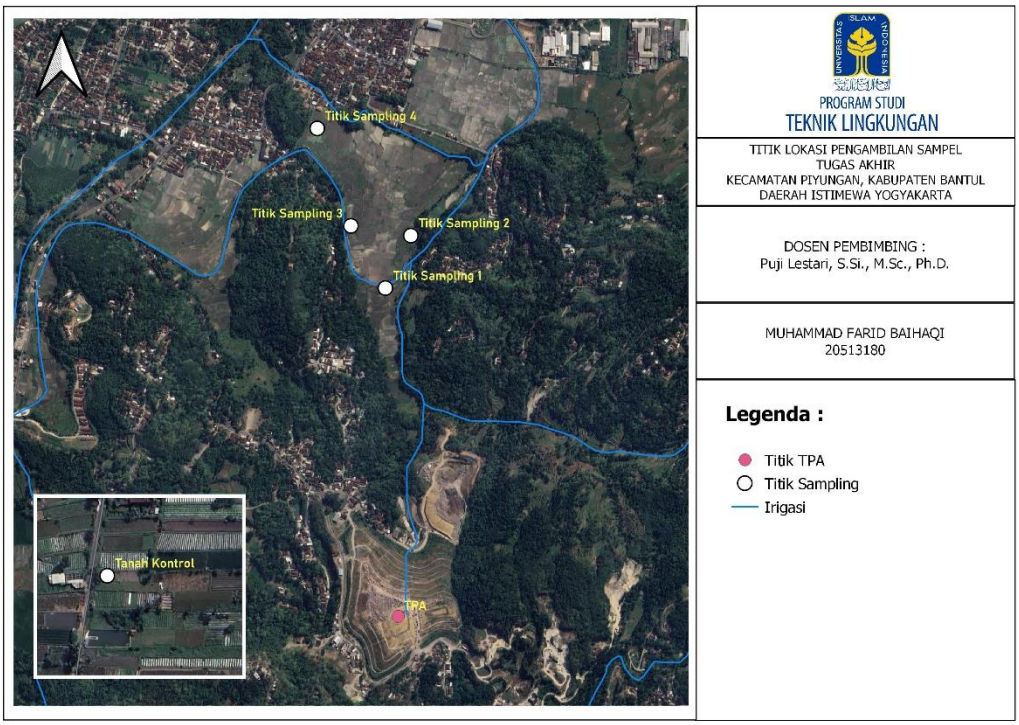
$$\text{Kandungan Logam Berat pada Tanah (mg/kg)} = \frac{\text{kandungan logam berat (mg/l) x volume akhir sampel (ml)}}{\text{berat sampel tanah (g)}}$$

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian analisis mikroplastik dan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada tanah sawah berlokasi pada lahan persawahan di sekitar TPA Piyungan, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta. Lahan sawah yang menjadi tempat pengambilan sampel berjarak sekitar 200m dari *landfill* TPA Piyungan. Pengambilan sampel dilakukan pada 4 titik dan 1 titik tanah kontrol. Pada setiap titiknya, lahan sawah dibagi lagi menjadi 2 titik dalam satu petak sawah. Kemudian, kedua sampel tanah tersebut dikompositkan menjadi satu. Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan dengan mengikuti aliran irigasi yang masuk kedalam sawah, hal ini dilakukan karena berdasarkan hasil observasi aliran irigasi pada lahan sawah tercemar oleh saluran air lindi dari Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) TPA Piyungan. Sedangkan untuk titik tanah kontrol ditentukan pada area yang jauh dari kawasan industri atau tidak berpotensi tercemar.

Lahan sawah yang menjadi lokasi penelitian termasuk lahan basah, seluruh lahan sawah ditanami oleh tanaman padi dengan umur padi sekitar satu minggu sebelum masa panen pada saat pengambilan sampel. Menurut informasi dari warga sekitar lokasi penelitian, pernah terjadi banjir pada lahan sawah yang menyebabkan terjadinya penumpukan sampah plastik yang terbawa dari area *landfill* TPA Piyungan. Hal ini berkaitan dengan banyaknya makroplastik yang ditemukan pada setiap sampel.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Berikut pada Tabel 4.1 merupakan kondisi masing-masing sampel tanah yang diambil pada lahan sawah di sekitar TPA Piyungan dan sampel tanah kontrol.

Tabel 4.1 Kondisi Masing-Masing Sampel

Sampel	Titik Kordinat	Keterangan	Gambar
Titik 1	-7.862556, +110.42976	Kondisi tanah basah, tekstur sangat lengket seperti *clay* Warna: Coklat gelap	

Sampel	Titik Kordinat	Keterangan	Gambar
Titik 2	-7.861738, +110.430335	Kondisi tanah cenderung kering, tekstur lembut sedikit basah Warna: Coklat gelap	
Titik 3	-7.861180, +110.428947	Kondisi tanah cenderung kering, tekstur lembut Warna: Coklat gelap	
Titik 4	-7.859188, +110.428002	Kondisi tanah basah, tekstur sedikit lengket Warna: Coklat gelap	
Tanah Kontrol	-7.704658, +110.405168	Kondisi tanah kering, tekstur lembut Warna: Coklat gelap	

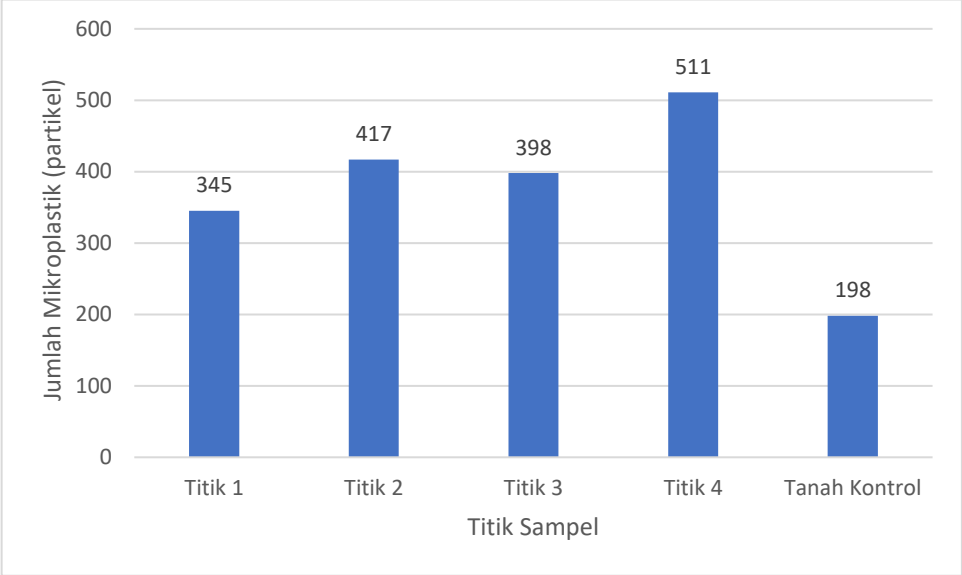
4.2 Identifikasi Mikroplastik pada Tanah Pertanian di Sekitar TPA Piyungan Berdasarkan Jumlah, Bentuk, dan Warna

Dalam penelitian ini, analisis dilakukan dengan mengamati jumlah, bentuk, dan warna dari setiap sampel mikroplastik yang telah melalui tahap persiapan sampel. Hasil analisis ini akan disajikan secara ringkas menggunakan grafik dan tabel pengamatan.

4.2.1 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Pengamatan jumlah mikroplastik di setiap titik sampel dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Dalam penelitian ini, Mikroskop Binokuler XSZ-107BN digunakan untuk menghitung jumlah mikroplastik pada setiap sampel yang telah disaring menggunakan kertas saring *Glass Micro Fiber* (GF/B) Whatman CAT No. 1821-047. Sebelum pengamatan, kertas saring dibagi menjadi empat kuadran untuk memudahkan observasi di setiap area. Observasi dilakukan pada perbesaran 10x.

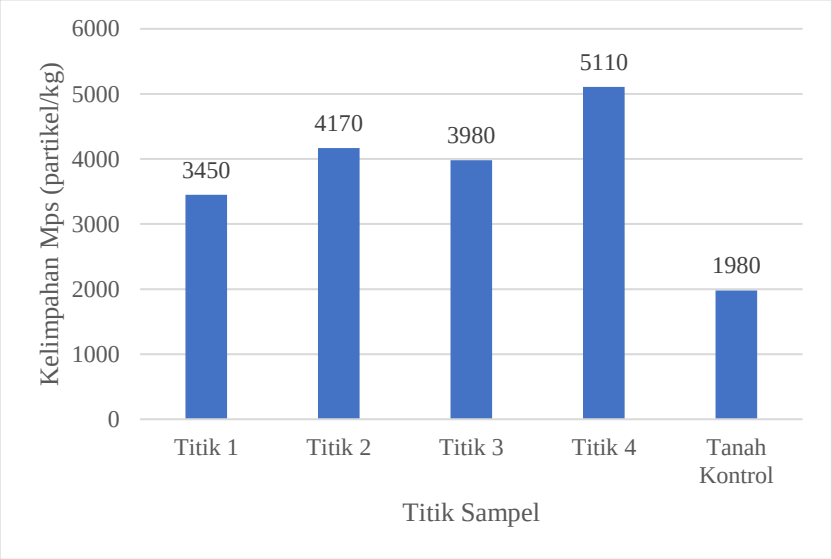
Berdasarkan data pengamatan jumlah mikroplastik sesuai dengan lokasi pengambilan sampel yang telah melalui proses perhitungan partikel mikroplastik, hasil perhitungan akan disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 4.2). Grafik hasil observasi dikategorikan berdasarkan lokasi pengambilan sampel dan jumlah partikel mikroplastik.



Gambar 4.2 Grafik Jumlah Mikroplastik

Berdasarkan hasil identifikasi di atas, rata-rata jumlah mikroplastik pada tanah sawah di sekitar TPA Piyungan lebih banyak dibandingkan tanah kontrol dengan titik 4 memiliki jumlah mikroplastik sebanyak 511 partikel. Hal ini disebabkan saluran irigasi disekitar TPA Piyungan tercemar dengan aliran Instalasi Pengolahan Lindi TPA Piyungan. Penelitian yang dilakukan oleh Yoon *et al.,* (2024) menyebutkan bahwa bahan pembenah tanah dan irigasi membuat mikroplastik yang ada di dalam tanah meningkat dan semakin banyak terakumulasi pada tanah lahan pertanian.

Selain mengidentifikasi jumlah, dilakukan juga analisis kelimpahan mikroplastik pada setiap sampel. Dalam perhitungan ini, jumlah mikroplastik yang telah dihitung sebelumnya dibandingkan dengan berat sampel tanah. Berat tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah 100 gram. Berat tanah tersebut merupakan jumlah tanah yang digunakan pada tahap preparasi sampel. Berdasarkan data perhitungan kelimpahan mikroplastik di setiap lokasi sampel, dilakukan representasi data dalam bentuk grafik (Gambar 4.3). Berikut grafik perhitungan kelimpahan mikroplastik pada penelitian ini.



Gambar 4.3 Grafik Kelimpahan Mikroplastik

Berdasarkan Gambar 4.3 merupakan data kelimpahan mikroplastik pada tanah sawah di sekitar TPA Piyungan, dimana pada titik 4 memiliki kelimpahan mikroplastik yang paling tinggi dibandingkan dengan titik yang lainnya, sebesar 5110 partikel/kg dan kelimpahan mikroplastik paling rendah terdapat pada sampel tanah kontrol dengan nilai sebesar 1980 partikel/kg. Kelimpahan mikroplastik juga disebabkan oleh kondisi lahan persawahan yang tercemar oleh aliran drainase Instalasi Pengolahan Lindi pada TPA Piyungan dan aktivitas pertanian. Selain itu, potensi pencemaran juga dapat berasal dari aliran irigasi yang berasal dari sungai opak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Kumalasari, 2023), terdapat 154 – 48 partikel/50 gram sampel sedimen dengan kondisi sungai yang tercemar sampah plastik akibat aktivitas warga disekitar badan sungai maupun industri disekitarnya.

Tabel 4. 2 Tabel Perbandingan Literatur

Kelimpahan Mikroplastik					
Hasil Perhitungan	Penelitian 1	Penelitian 2	Penelitian 3	Penelitian 4	Penelitian 5
4178 partikel/kg	2875 partikel/kg	60111 partikel/kg	12990 partikel/kg	76513 Partikel/kg	1120 Partikel/kg

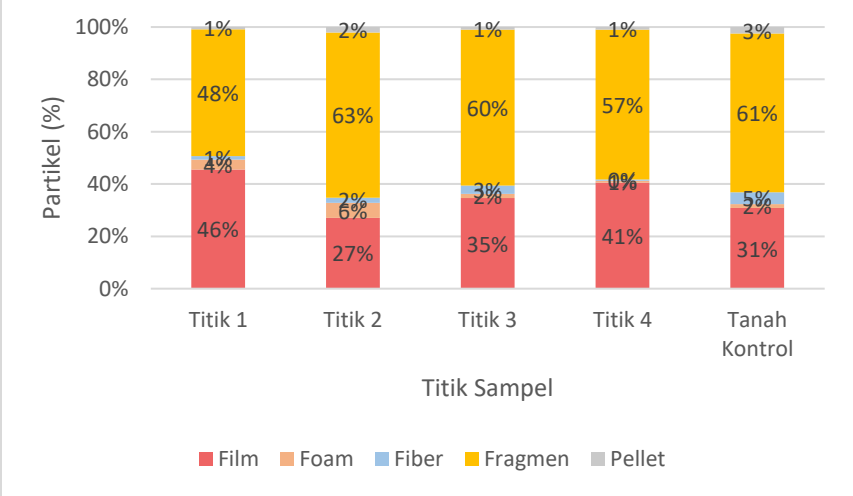
Sumber: [1]Wibisono, 2024; [2]Pratiwi *et al.*, 2024; [3]Pangestika, 2024. [4]Rahmani *et al.*, 2023, [5]Mahesh *et al.*, 2022.

4.2.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Berdasarkan pengamatan menggunakan mikroskop, didapatkan 5 bentuk mikroplastik pada setiap sampel yaitu *film, foam, fiber, fragment,* dan *pellet*. Berikut pada Tabel 4.3 merupakan hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan jenis pada setiap titik pengambilan sampel.

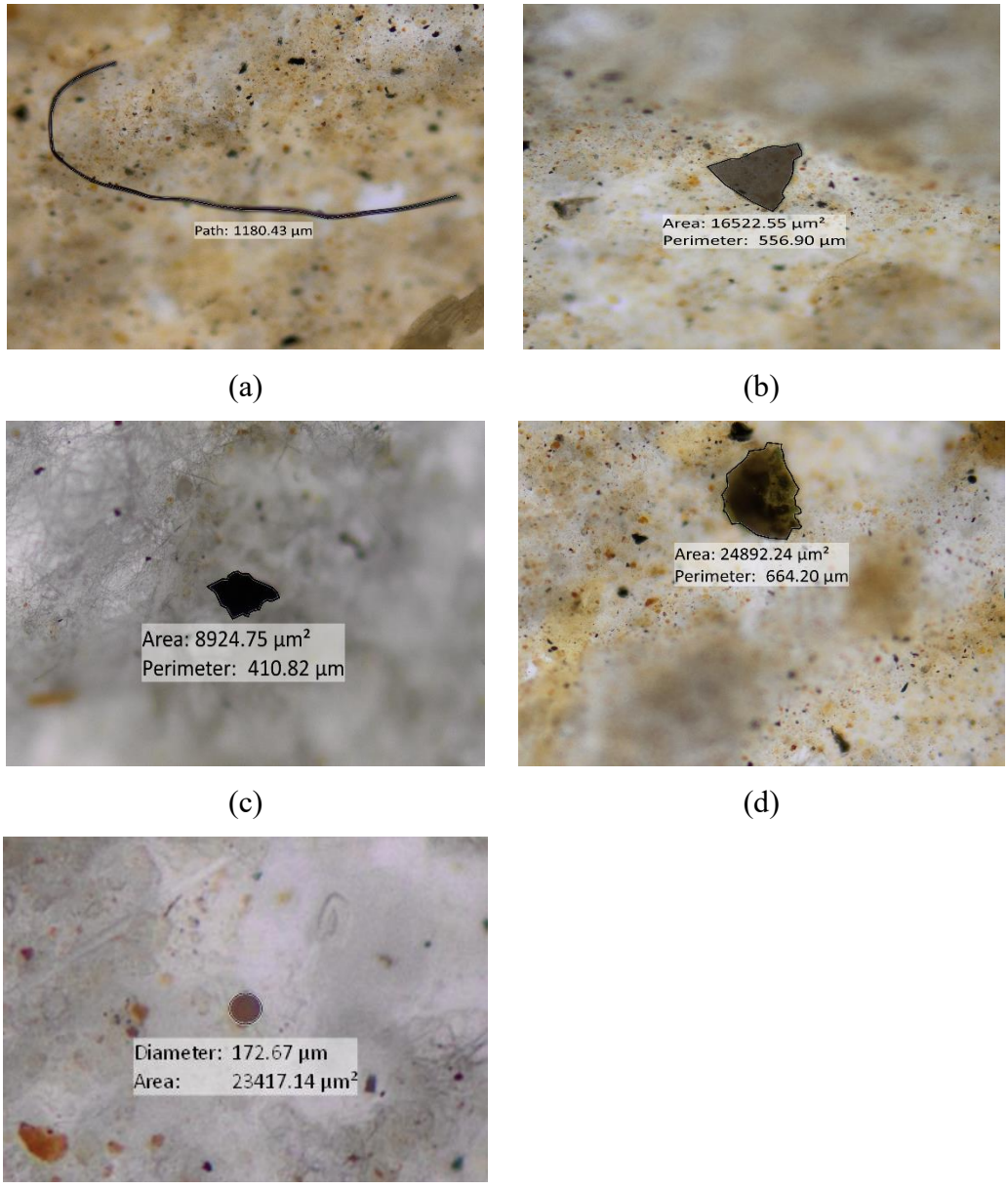
Tabel 4.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Jenis	Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 4		Tanah Kontrol	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
Film	157	46%	113	27%	138	35%	207	41%	61	31%
Foam	13	4%	24	6%	6	2%	4	1%	3	2%
Fiber	5	1%	8	2%	13	3%	2	0%	9	5%
Fragmen	167	48%	263	63%	237	60%	293	57%	120	61%
Pellet	3	1%	9	2%	4	1%	5	1%	5	3%



Gambar 4.4 Grafik Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Berikut contoh gambar bentuk mikroplastik yang didapatkan pada sampel tanah sawah di sekitar TPA Piyungan.



Gambar 4.5 Bentuk Mikroplastik: (a) Film; (b) Fiber; (c) Fragmen; (d) Foam; (e) Pellet

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat sampel Titik 1 didominasi oleh mikroplastik dengan bentuk *fragmen* dengan persentase 48% atau sebanyak 167 partikel/0,1 kg. Bentuk mikroplastik dengan jumlah paling banyak kedua yaitu *film* dengan

persentase 46% atau sebanyak 157 partikel/0,1 kg. Untuk bentuk mikroplastik *foam, fiber,* dan *pellet* ditemukan masing-masing sebanyak 4%, 1%, dan 1% atau sebanyak 13, 5, dan 3 partikel/0,1 kg sampel.

Selanjutnya untuk sampel Titik 2 didominasi dengan bentuk mikroplastik *fragmen* dengan persentase 63% atau sebanyak 263 partikel/0,1 kg. Kemudian bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan kedua yaitu *film* dengan persentase 27% atau sebanyak 113 partikel/0,1 kg. Untuk bentuk mikroplastik *foam, fiber,* dan *pellet* ditemukan masing-masing sebanyak 6%, 2%, dan 2% atau sebanyak 24, 8, dan 9 partikel/0,1 kg sampel.

Sampel selanjutnya yaitu sampel Titik 3 didominasi oleh bentuk mikroplastik *fragmen* dengan persentase 63% atau sebanyak 263 partikel/0,1 kg. *Film* merupakan bentuk mikroplastik yang paling sering ditemukan kedua pada sampel Titik 3 dengan persentase 35% atau sebanyak 138 partikel/0,1 kg. Untuk bentuk mikroplastik *foam, fiber,* dan *pellet* ditemukan masing-masing sebanyak 2%, 3%, dan 1% atau sebanyak 6, 13, dan 4 partikel/0,1 kg sampel.

Berikutnya sampel Titik 4 didominasi dengan bentuk mikroplastik *fragmen* dengan persentase 57% atau sebanyak 293 partikel/0,1 kg. Kemudian bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan kedua yaitu *film* dengan persentase 41% atau sebanyak 207 partikel/0,1 kg. Untuk bentuk mikroplastik *foam, fiber,* dan *pellet* ditemukan masing-masing sebanyak 1%, 0%, dan 1% atau sebanyak 4, 2, dan 5 partikel/0,1 kg sampel.

Dan sampel terakhir yaitu sampel Tanah Kontrol didominasi oleh bentuk mikroplastik *fragmen* dengan persentase 61% atau sebanyak 120 partikel/0,1 kg. Kemudian bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan kedua yaitu *film* dengan persentase 31% atau sebanyak 61 partikel/0,1 kg. Untuk bentuk mikroplastik *foam, fiber,* dan *pellet* ditemukan masing-masing sebanyak 2%, 5%, dan 3% atau sebanyak 3, 9, dan 5 partikel/0,1 kg sampel.

Dari penelitian ini, ditemukan bahwa bentuk mikroplastik terbanyak adalah *fragmen*. Menurut Syachbudi (2020), bentuk mikroplastik *fragmen* mempunyai karakteristik berbentuk gerigi, bersudut, dan terlihat seperti pecahan plastik. Bentuk mikroplastik *fragmen* berasal dari kantong plastik berukuran besar, botol plastik,

hingga potongan pipa paralon. Keberadaannya berasal dari limbah rumah tangga (Ayuningtyas, 2019). Dalam penelitian ini, banyak ditemukan fragmen karena lokasi penelitian yang ada saat ini tercemar oleh berbagai sampah rumah tangga. Sampah plastik yang terbenam di dalam tanah maupun yang berada di permukaan tanah dalam jangka waktu lama, ditambah dengan paparan sinar UV dan perubahan iklim, akan mengalami fragmentasi dan berubah menjadi mikroplastik (Azizah *et al.,* 2020). Gambar 4.4 (c) menunjukkan contoh fragmen mikroplastik dalam tanah sawah, dengan luas 8924,75 μm^2.

Film merupkan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan kedua pada penelitian ini. Mikroplastik dengan bentuk *film* adalah polimer plastik sekunder yang terbentuk dari pecahan kantong plastik atau kemasan plastik dan memiliki densitas yang rendah (Kingfisher, 2011). Kehadiran *film* yang melimpah dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang menggunakan kantong plastik atau kemasan makanan berbahan plastik dalam jumlah besar dan membuangnya sembarangan ke lingkungan (Azizah *et al.,* 2020). Sesuai dengan lokasi penelitian yang berdekatan dengan TPA, yang merupakan tempat akhir pemrosesan sampah, berbagai jenis sampah plastik ditemukan dalam jumlah besar, sehingga menghasilkan beragam bentuk mikroplastik, salah satunya yang melimpah adalah mikroplastik dengan bentuk *film*. Gambar 4.4 (b) menunjukkan contoh film mikroplastik dalam tanah sawah, dengan luas 16522,55 μm^2.

Mikroplastik dengan jumlah paling banyak ketiga adalah foam, Mikroplastik berbentuk foam berasal dari kemasan yang menggunakan polimer polistirena, atau dikenal sebagai styrofoam. Bentuk ini sering ditemukan dalam kemasan makanan seperti bungkus mi instan atau gelas sekali pakai. Mikroplastik foam memiliki densitas rendah (Erwinda Fitri & Fauzi, 2019). Umumnya, mikroplastik foam berbentuk bulat, berwarna kuning atau putih, dan memiliki tekstur yang lembut (Nainggolan *et al.,* 2022). Gambar 4.4 (d) menunjukkan contoh foam mikroplastik dalam tanah sawah, dengan luas 24892,24 μm^2.

Jenis mikroplastik lain yang terdeteksi dalam penelitian ini adalah *fiber*. *Fiber* memiliki variasi warna yang bergantung pada sumber penggunaannya dan berbentuk seperti tali atau serabut dengan panjang yang bervariasi. Di TPA

Piyungan, fiber dapat berasal dari limbah tekstil seperti pakaian sintetis yang terbuat dari bahan poliester atau nilon. Karena mengalami degradasi fisik atau kimiawi seperti oksidasi dalam jangka panjang di lingkungan, jenis mikroplastik ini memiliki permukaan yang kasar dan retak (Ling *et al.,* 2019). Gambar 4.4 (a) menunjukkan contoh fiber mikroplastik dalam sampel tanah sawah, dengan panjang 1180,43 µm.

Pellet merupakan bentuk mikroplastik yang ditemukan paling sedikit pada penelitian ini. Mikroplastik bentuk *pellet* memiliki ciri-ciri berbentuk bulat dengan permukaan yang halus. *Pellet* biasanya digunakan sebagai bahan baku dalam industri plastik (Azizah *et al.,* 2020). Selain berbentuk bulat, mikroplastik bentuk *pellet* umumnya ditemukan dalam warna hitam, putih, atau cokelat dan berukuran kecil (Ibrahim *et al.,* 2023). Menurut Ding *et al.,* (2019), selain menjadi bahan baku industri plastik, mikroplastik berbentuk pellet juga berasal dari produk kosmetik. Gambar 4.4 (e) menunjukkan contoh pellet mikroplastik dalam tanah sawah, dengan diameter 172,67 µm.

Tabel 4. 4 Perbandingan Literatur

Bentuk Mikroplastik	
Hasil Penelitian	Penelitian Terdahulu
Fragmen	Film

Sumber: Wibisono (2024).

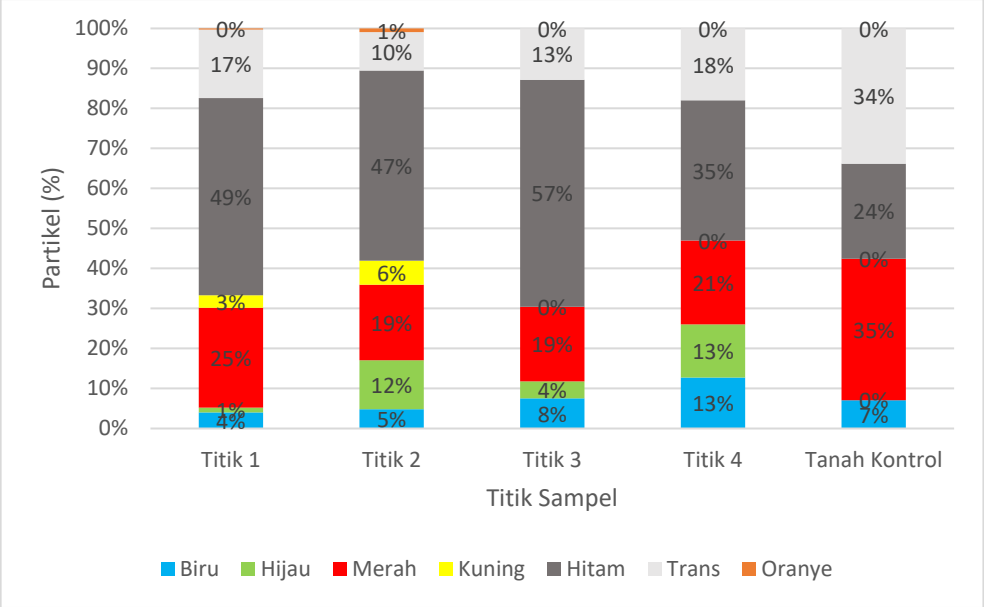
4.2.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna

Berikut pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.6 merupakan hasil identifikasi warna mikroplastik pada penelitian ini disetiap titik sampling.

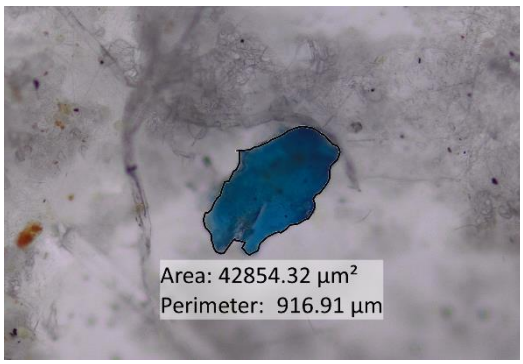
Tabel 4.5 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna

Warna	**Titik 1**		**Titik 2**		**Titik 3**		**Titik 4**		**Tanah Kontrol**	
	Jumlah	**%**	**Jumlah**	**%**	**Jumlah**	**%**	**Jumlah**	**%**	**Jumlah**	**%**
Biru	14	4%	20	5%	30	8%	65	13%	14	7%
Hijau	4	1%	51	12%	17	4%	68	13%	0	0%
Merah	86	25%	79	19%	74	19%	107	21%	70	35%
Kuning	11	3%	25	6%	0	0%	0	0%	0	0%
Hitam	170	49%	198	47%	226	57%	179	35%	47	24%

Warna	Titik 1		Titik 2		Titik 3		Titik 4		Tanah Kontrol	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
Trans	59	17%	40	10%	51	13%	92	18%	67	34%
Oranye	1	0%	4	1%	0	0%	0	0%	0	0%



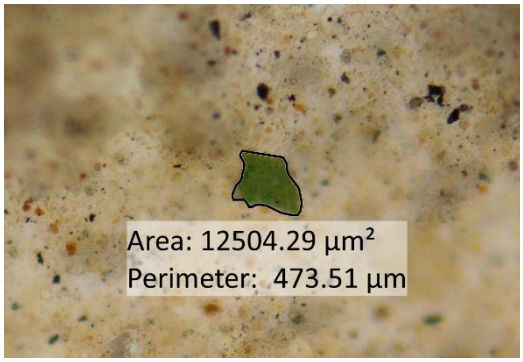
Gambar 4.6 Grafik Mikroplastik Berdasarkan Warna



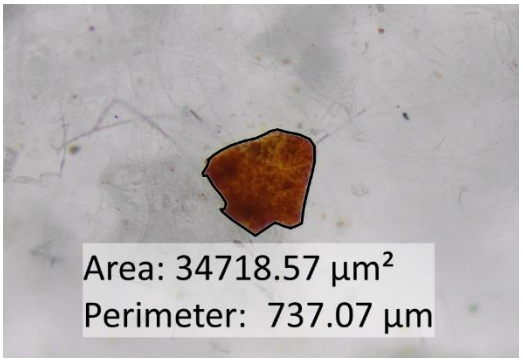
(a)



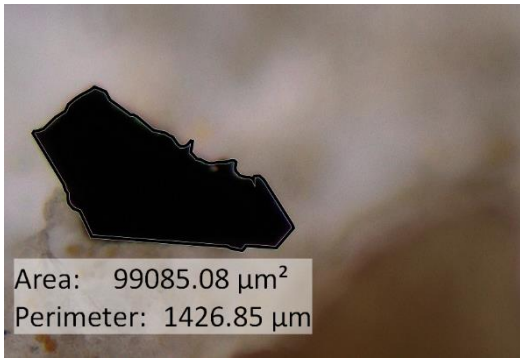
(b)



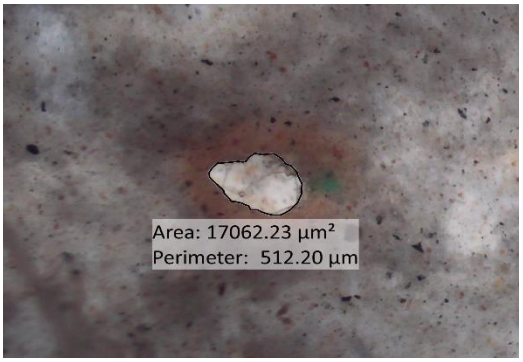
(c)



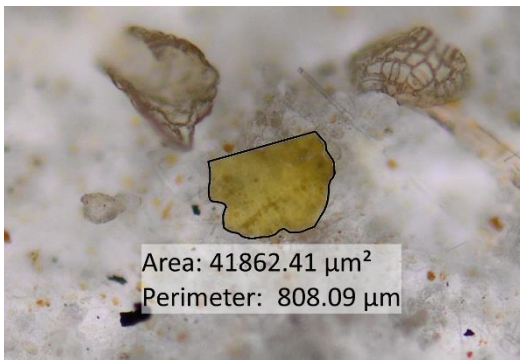
(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar 4.7 Warna Mikroplastik: (a) Biru; (b) Merah; (c) Hijau; (d) Oranye; (e) Hitam; (f) Transparan; (g) Kuning

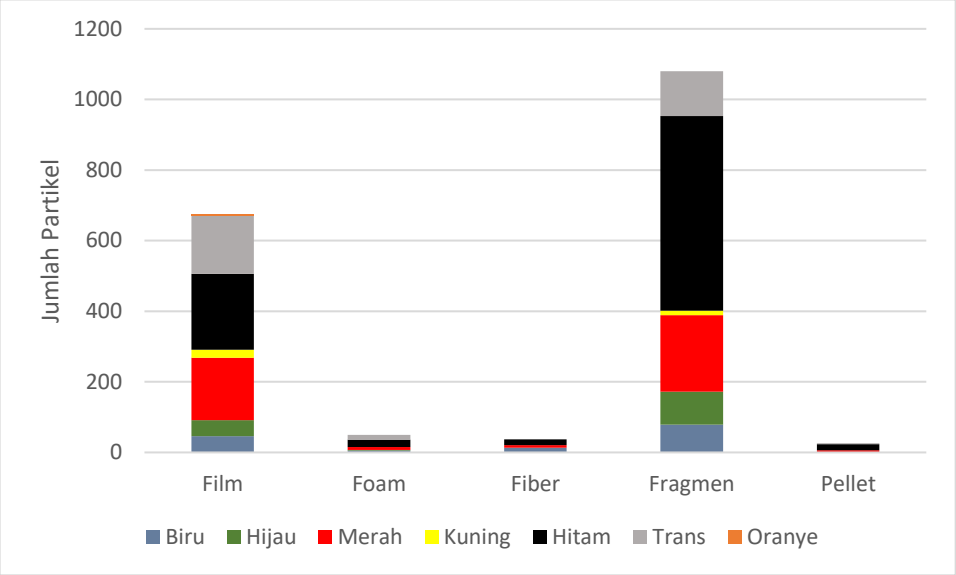
Berdasarkan hasil identifikasi pada setiap sampel ditemukan beberapa warna, yaitu hitam, biru, merah, hijau, oranye, kuning, dan transparan. Pada Gambar 4.6 dapat dilihat sampel Titik 1 didominasi oleh mikroplastik berwarna hitam dengan persentase 49% atau sebanyak 170 partikel/0,1 kg. Kemudian untuk warna mikroplastik yang ditemukan paling banyak kedua yaitu warna merah dengan persentase 25% atau sebanyak 86 partikel/0,1 kg. Sedangkan untuk warna mikroplastik lain, seperti biru, hijau, kuning, transparan, dan oranye ditemukan masing-masing sebesar 4%, 1%, 3%, 17%, dan 0% atau sebanyak 14, 4, 11, 59, dan 1 partikel/0,1 kg sampel.

Selanjutnya untuk sampel Titik 2 didominasi oleh mikroplastik berwarna hitam dengan persentase 47% atau sebanyak 198 partikel/0,1 kg. Kemudian untuk warna mikroplastik yang ditemukan paling banyak kedua yaitu warna merah dengan persentase 19% atau sebanyak 79 partikel/0,1 kg. Sedangkan untuk warna mikroplastik lain, seperti biru, hijau, kuning, transparan, dan oranye ditemukan masing-masing sebesar 5%, 12%, 6%, 10%, dan 1% atau sebanyak 20, 51, 25, 40, dan 4 partikel/0,1 kg sampel.

Sampel selanjutnya yaitu sampel Titik 3 didominasi oleh mikroplastik berwarna hitam dengan persentase 57% atau sebanyak 226 partikel/0,1 kg. Kemudian untuk warna mikroplastik yang ditemukan paling banyak kedua yaitu warna merah dengan persentase 19% atau sebanyak 74 partikel/0,1 kg. Sedangkan untuk warna mikroplastik lain, seperti biru, hijau, dan transparan ditemukan masing-masing sebesar 8%, 4%, dan 13% atau sebanyak 30, 17, dan 51 partikel/0,1 kg sampel, sedangkan untuk mikroplastik dengan warna kuning dan oranye tidak ditemukan pada sampel ini. Selanjutnya untuk sampel Titik 4 didominasi oleh mikroplastik berwarna hitam dengan persentase 35% atau sebanyak 179 partikel/0,1 kg. Kemudian untuk warna mikroplastik yang ditemukan paling banyak kedua yaitu warna merah dengan persentase 21% atau sebanyak 107 partikel/0,1 kg. Sedangkan untuk warna mikroplastik lain, seperti biru, hijau, dan transparan ditemukan masing-masing sebesar 13%, 13%, dan 18% atau sebanyak 65, 68, dan 92 partikel/0,1 kg sampel, sedangkan untuk mikroplastik dengan warna kuning dan oranye tidak ditemukan pada sampel ini.

Sampel yang terakhir yaitu sampel Tanah Kontrol didominasi oleh mikroplastik berwarna merah dengan persentase 35% atau sebanyak 70 partikel/0,1 kg. Kemudian untuk warna mikroplastik yang ditemukan paling banyak kedua yaitu warna transparan dengan persentase 34% atau sebanyak 67 partikel/0,1 kg. Sedangkan untuk warna mikroplastik lain, seperti biru dan hitam ditemukan masing-masing sebesar 7% dan 24% atau sebanyak 14 dan 47 partikel/0,1 kg sampel, sedangkan untuk mikroplastik dengan warna kuning, hijau, dan oranye tidak ditemukan pada sampel ini.

Hasil perhitungan mikroplastik berdasarkan warna dalam penelitian ini menunjukkan bahwa warna hitam adalah yang paling banyak ditemukan. Menurut Hiwari *et al.,* (2019), mikroplastik berwarna hitam memiliki kemampuan untuk menyerap ion logam, zat organik, dan polutan, sehingga mikroplastik ini mengandung kontaminan dan partikel lainnya. Plastik berwarna gelap lebih banyak menyerap sinar matahari yang menyebabkan suhu menjadi tinggi atau panas. Hal ini berarti bahwa plastik berwarna gelap akan lebih cepat lapuk dibandingkan dengan plastik berwarna cerah (Bergmann *et al.,* 2015). Warna lain yang cukup banyak ditemukan adalah transparan. Proses degradasi mikroplastik yang berlangsung lama akibat paparan sinar ultraviolet (UV) dapat terlihat pada mikroplastik yang berwarna transparan. Perubahan warna mikroplastik setelah terdegradasi akan dipengaruhi oleh keberadaan logam berat dalam plastik (Massos & Turner, 2019). Sementara itu, mikroplastik yang teridentifikasi dengan warna mencolok seperti merah, biru, dan hijau menunjukkan bahwa mereka belum mengalami perubahan warna, sehingga warna yang pekat menandakan bahwa mereka masih memiliki warna aslinya (Febriani et al., 2020). Berikut pada Gambar 4.8 merupakan grafik hubungan antara warna dan bentuk mikroplastik pada setiap sampel.



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Warna dan Bentuk pada Mikroplastik

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa Mikroplastik bentuk fragmen berwarna hitam ditemukan lebih banyak dibandingkan bentuk dan warna mikroplastik lainnya, dengan jumlah mencapai 551 partikel. Sebaliknya, jumlah mikroplastik berwarna oranye adalah yang paling sedikit. Banyaknya mikroplastik berwarna hitam dapat berasal dari proses fragmentasi cat dan plastik kresek yang digunakan sebagai pembungkus makanan. Ketika plastik-plastik ini mengalami degradasi akibat paparan sinar matahari, panas, dan mekanisme lainnya, mereka dapat pecah dan akhirnya membentuk mikroplastik. Mikroplastik berwarna hitam memiliki kapasitas yang baik untuk menyerap ion logam, bahan organik, dan polutan lainnya (Hiwari *et al.,* 2019). Hal ini berkaitan dengan kondisi lokasi penelitian yang memang berletak tidak jauh dari *landfill* TPA Piyungan dan pengepul sampah. ditambah lagi dengan pernah terjadinya banjir dari aliran irigasi yang memasok air untuk lahan pertanian yang menjadi lokasi penelitian. Aliran irigasi tersebut telah lama tercemar oleh sampah plastik dan air lindi, sehingga kemungkinan sampah plastik telah lama terpendam di dalam tanah di lahan pertanian tersebut. Ada juga sampah plastik yang mencemari tanah akibat aktivitas pengepul sampah pada sekitar lokasi penelitian.

Tabel 4. 6 Perbandingan literatur

Warna Mikroplastik	
Hasil Penelitian	Penelitian Terdahulu
Hitam	Hitam

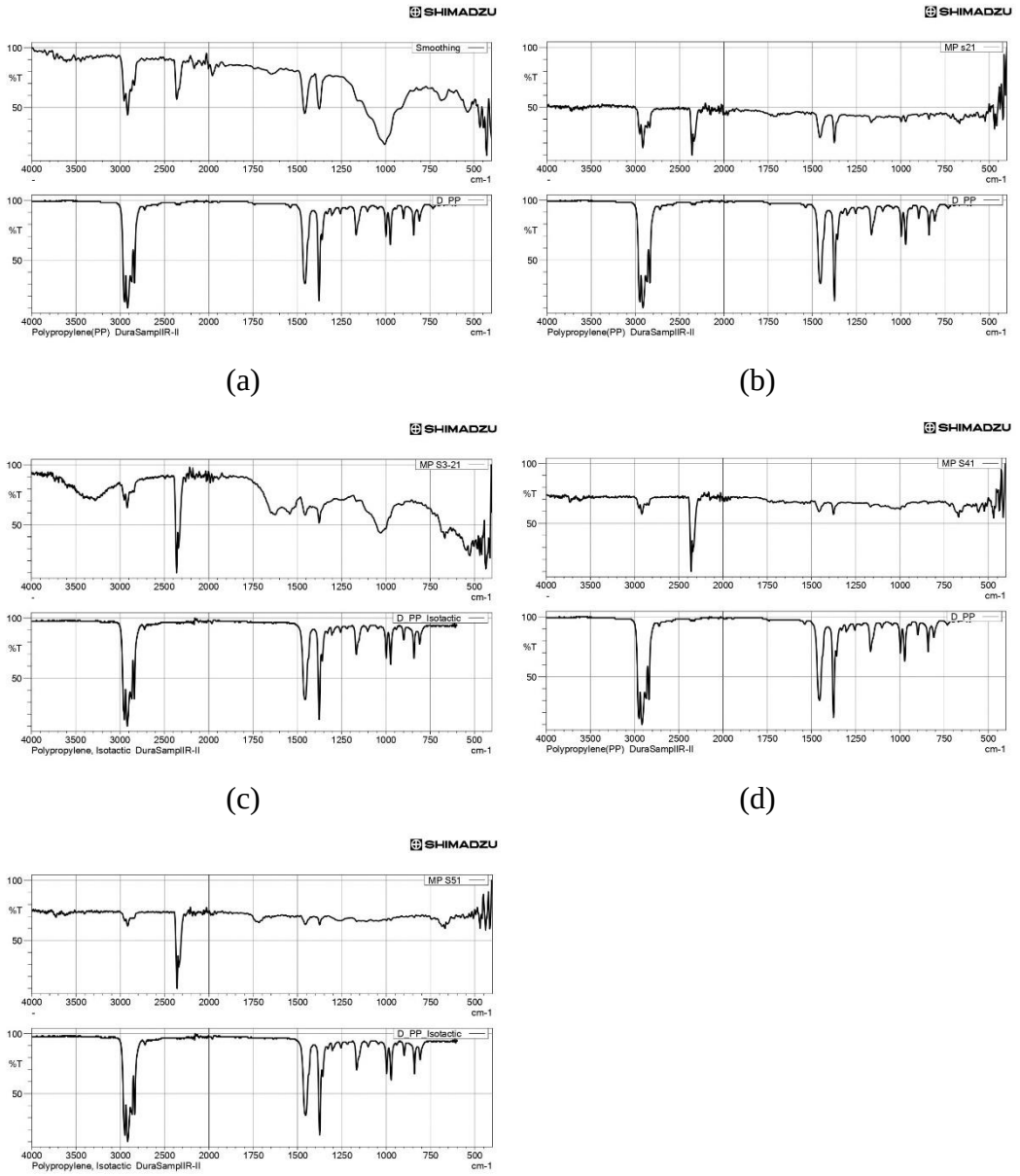
Sumber: Wibisono (2024).

4.3 Identifikasi Mikroplastik Pada Tanah Pertanian di Sekitar TPA Piyungan Berdasarkan Polimer

Setelah identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk, dan warna, tahap selanjutnya adalah identifikasi mikroplastik dengan menggunakan FTIR. Tujuan dari identifikasi ini adalah untuk mengetahui jenis senyawa polimer yang terdapat pada mikroplastik dalam setiap sampel atau kertas saring. Hasil analisis menggunakan FTIR mencakup identifikasi gugus fungsi dan polimer yang terdapat dalam sampel. Polimer yang terdeteksi dapat berasal dari rentang absorbansi gelombang yang menunjukan ikatan polimer plastik seperti High Density Polyethylene (HDPE), Low Density Polyethylene (LDPE), Polystyrene (PS), Polypropylene (PP), Polyvinyl Chloride (PVC), dan jenis plastik lainnya. Namun, mungkin juga terdeteksi polimer turunan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Seprandita *et al.* (2022), ditemukan polimer lain seperti Cellulose acetate atau Rayon, Nitrile, dan Nylon. Selain itu, dalam penelitian oleh Pamungkas *et al*. (2022), polimer yang diidentifikasi pada mikroplastik meliputi Nylon, Nitrile, dan Polytetrafluoroethylene (PTFE). Polimer nitrile sering ditemukan pada produk seperti sarung tangan dan juga pada barang yang terbuat dari resin (Choong *et al.*, 2021). Polimer nylon dapat berasal dari kegiatan nelayan yang menggunakan tali pancing, jaring untuk menangkap ikan, dan tali tambang yang digunakan dalam perahu nelayan. Selain itu, polimer PTFE dapat berasal dari cucian rumah tangga, khususnya alat masak, karena PTFE digunakan sebagai lapisan anti lengket pada panci dan peralatan masak lainnya (Pamungkas *et al.*, 2022). Perangkat FTIR yang digunakan adalah SHIMADZU IRTracer-100. Pada tahap ini dilakukan dengan cara mengambil mikroplastik yang paling besar pada setiap sampel. Analisis polimer mikroplastik menggunakan ATR-FTIR terbatas hanya untuk partikel yang dapat terlihat oleh mata telanjang. Spektra FTIR yang diperoleh untuk mikroplastik

pada setiap sampel memiliki spektra yang mirip, yakni teridentifikasi sebagai polimer polypropylene (PP) (Gambar 4.9).

.



Gambar 4.9 Hasil Uji FTIR; (a) Titik 1, (b) Titik 2, (c) Titik 3, (d) Titik 4, (e) Tanah Kontrol

Berdasarkan Gambar 4.9, hasil uji FTIR pada penelitian ini, jenis polimer mikroplastik yang teridentifikasi pada setiap sampel merupakan *Polypropylene* (PP). Jenis polimer tersebut diketahui dengan cara membandingkan grafik spektrum

hasil uji sampel dengan grafik *sprectrabase* dan beberapa pustaka. *Polypropylene* (PP) terdiri dari beberapa ikatan, seperti C-H stretching, CH_2 bending, CH_3 bending, dan CH_3 rocking (Tabel 4.7). Menurut Kilponen (2016), *Polypropylene* (PP) adalah termoplastik kedua yang paling banyak digunakan karena efektivitas biaya serta keragamannya dalam hal kemudahan cetak dan pembentukan. PP digunakan dalam industri makanan sebagai kemasan makanan. PP juga dapat ditemukan dalam bahan bangunan, seperti pipa air dan geomembran, serta secara luas digunakan dalam barang-barang rumah tangga dan pribadi seperti mangkuk, ketel, dan sisir.

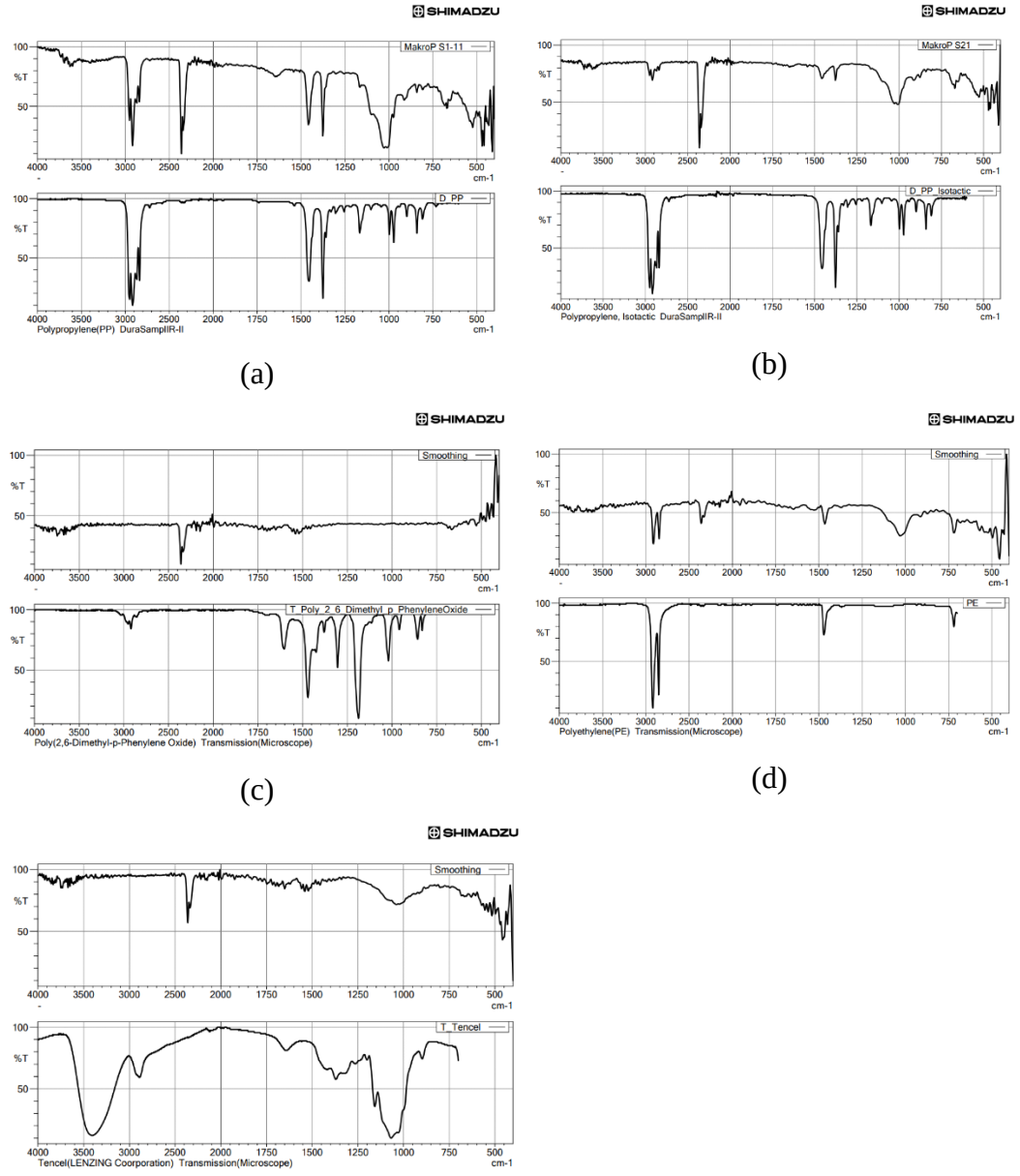
Tabel 4. 7 Ikatan dan Bilangan Gelombang pada PP

Bilangan gelombang (cm^{-1})	Gugus fungsi
2950	C-H stretching
2915	C-H stretching
2838	C-H stretching
1455	CH_2 bending
1377	CH_3 bending
1166	CH bending, CH_3 rocking, C-C stretching
997	CH_3 rocking, CH_3 bending, CH bending
972	CH_3 rocking, C-C stretching
840	CH_2 rocking, C-CH_3 stretching
808	CH_2 rocking, C-C stretching, C-CH stretching

4.4 Identifikasi Polimer Makroplastik Pada Tanah Pertanian di Sekitar TPA Piyungan

Setelah identifikasi polimer pada mikroplastik, tahap selanjutnya adalah identifikasi polimer pada makroplastik. Tujuan dari identifikasi ini adalah membandingkan hasil dari polimer mikroplastik dan makroplastik. Secara prinsip, identifikasi polimer makroplastik tidak jauh berbeda dengan mikroplastik. Hal ini disebabkan mikroplastik merupakan hasil degradasi dari makroplastik. Berikut

pada gambar 4.10 dan Tabel 4.8 merupakan hasil uji FTIR pada sampel makroplastik.



Gambar 4. 10 Hasil Uji FTIR; (a) Titik 1, (b) Titik 2, (c) Titik 3, (d) Titik 4, (e) Tanah Kontrol.

Tabel 4. 8 Polimer Pada Makroplastik

Polimer Pada Sampel Makroplastik	
Titik Sampel	Polimer
Titik 1	Polypropylene (PP)
Titik 2	Polypropylene (PP)
Titik 3	Polyphenylene (PPO)
Titik 4	Polyethylene (PE)
Tanah Kontrol	Tencel

Berdasarkan Gambar 4.10 dan Tabel 4.8 jenis polimer pada makroplastik apabila dibandingkan dengan mikroplastik mendapatkan hasil yang berbeda. Hal ini disebabkan pengujian pada sampel mikroplastik hanya dilakukan pada salah satu sampel mikroplastik yang terdapat pada kertas saring yang memungkinkan jenis polimernya berbeda dengan sampel makroplastik pada titik yang sama.

4.5 Analisis Logam Berat pada Tanah dan Mikroplastik

4.5.1 Analisis Logam Berat pada Tanah

Berikut merupakan hasil uji kandungan logam Pb dan Cd pada sampel tanah sawah yang diambil dari area persawahan di sekitar TPA Piyungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.9 Hasil Uji Logam Timbal (Pb)

No	Sampel	Kandungan Pb (mg/kg)	EPAA, 2012 (mg/kg)	WHO (mg/kg)
1	Titik 1	8,2	300	100
2	Titik 2	6,9	300	100
3	Titik 3	8,4	300	100
4	Titik 4	5,1	300	100
5	Tanah Kontrol	6,3	300	100

Tabel 4.10 Hasil Uji Logam Kadmium (Cd)

No	Sampel	Kandungan Cd (mg/kg)	EPAA, 2012 (mg/kg)	WHO (mg/kg)
1	Titik 1	1,43	3	3
2	Titik 2	1,08	3	3

3	Titik 3	1,18	3	3
4	Titik 4	1,24	3	3
5	Tanah Kontrol	0,59	3	3

Sampel hasil analisis tanah sawah yang memiliki data kandungan logam berat Pb paling tinggi berada pada sampel Titik 3 dengan nilai 8,4 mg/kg, kemudian sampel yang memiliki kandungan logam berat Pb tertinggi kedua yaitu sampel Titik 1 dengan nilai 8,2 mg/kg. Selanjutnya untuk sampel Titik 2, Titik 4, dan Tanah kontrol menjadi yang terendah dengan nilai 6,9, 5,1, dan 6,3 mg/kg. Selanjutnya untuk data kandungan logam berat Cd, paling tinggi berada pada sampel Titik 1 dengan nilai 1,43 mg/kg. Kemudian untuk sampel dengan kandungan logam Cd paling tinggi kedua yaitu sampel Titik 4 dengan nilai 1,24 mg/kg. Dan yang terakhir yaitu sampel Titik 3, Titik 2, dan Tanah kontrol menjadi yang paling rendah dengan masing-masing nilai 1,18, 1,08, dan 0,59 mg/kg.

Berdasarkan hasil analisis di atas, kandungan logam Pb maupun Cd dapat ditemukan pada lokasi penelitian. Hal ini disebabkan pada lokasi penelitian yang berdekatan dengan TPA Piyungan. Area persawahan yang menjadi titik pengambilan sampel juga tercemar oleh aliran air lindi dari instalasi pengolahan air lindi di TPA Piyungan. Hasil penelitian yang dilakukan Muyassar & Budianta (2021), menunjukkan terdapat kandungan logam Pb pada tanah disekitar TPA Piyungan dengan konsentrasi 8 mg/kg sampai dengan 12 mg/kg. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), pada tahun 2021, komposisi sampah kertas di TPA Piyungan mencapai 8,56%. Persentase sampah kertas ini menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb yang terakumulasi dapat berasal dari sampah kertas yang mengandung tinta. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Setyoningrum *et al.,* (2014) juga menunjukkan adanya kandungan logam Cd pada tanah TPA Piyungan, dengan konsentrasi 0,11 mg/kg sampai dengan 0,47 mg/kg. Konsentrasi logam berat Cd yang terakumulasi berasal dari sampah tekstil. Sampah tekstil ditemukan sebanyak 12,5% pada kedalaman satu meter dalam pengeboran tanah di TPA Piyungan.

Di sisi lain, pengaruh keberadaan logam berat pada tanah sawah juga dapat diakibatkan oleh aliran irigasi yang berasal dari sungai opak. Berdasarkan

penelitian yang dilakukan oleh Afifah (2022), kandungan logam berat Cd pada aliran irigasi di sekitar TPA Piyungan sebesar 0,03 – 2,53 mg/l. Penelitian lain oleh Alfiansyah (2019), menunjukkan kandungan logam berat Pb pada sungai opak yang menjadi sumber aliran irigasi pada area sawah di sekitar TPA Piyungan berkisar 0,01 – 0,04 mg/l. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai hubungan kandungan logam berat Pb dan Cd antara aliran irigasi dan tanah sawah di sekitar TPA Piyungan.

4.5.2 Analisis Logam Berat pada Mikroplastik

Berikut merupakan hasil uji kandungan logam Pb dan Cd pada sampel mikroplastik tanah sawah di sekitar TPA Piyungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.11 Kandungan Logam Berat pada Mikroplastik

No	Sampel	Kandungan Pb (mg/kg)	Kandungan Cd (mg/kg)
1	Titik 1	2,75	1,45
2	Titik 2	33,53	5,07
3	Titik 3	246,28	14,77
4	Titik 4	195,19	15,14
5	Tanah Kontrol	50	2,97

Hasil menunjukkan bahwa sampel mikroplastik terdapat kandungan logam berat dan mikroplastik dapat menjadi vektor logam berat Pb dan Cd. Hasil analisis logam berat timbal (Pb) paling tinggi berada pada sampel Titik 3 dengan nilai 246,28 mg/kg. Kemudian, sampel yang memiliki kandungan logam berat Pb kedua yaitu sampel Titik 4 dengan nilai 195,19 mg/kg. Selanjutnya untuk sampel Tanah kontrol, Titik 2, dan Titik 1 menjadi yang terendah dengan nilai 50; 33,53; dan 2,75 mg/kg. Selanjutnya untuk hasil analisis logam berat Cd, titik sampel yang memiliki kandungan logam berat Cd paling tinggi berada pada Titik 4 dengan nilai 15,14 mg/kg. Kemudian, sampel yang memiliki kandungan logam berat Cd kedua yaitu

sampel Titik 3 dengan nilai 14,77 mg/kg. Selanjutnya untuk sampel Titik 2, Tanah kontrol dan Titik 1 menjadi yang terendah dengan masing-masing nilai 5,07; 2,97; dan 1,45 mg/kg.

Akumulasi logam pada mikroplastik terjadi karena adanya biofilm di permukaan mikroplastik (Rochman *et al.,* 2014). Kandungan logam berat yang ditemukan dalam sampel air, sedimen, maupun tanah bervariasi di setiap lokasi penelitian. Variasi ini disebabkan oleh akumulasi logam berat pada mikroplastik yang dipengaruhi oleh interaksi antara bivalent kation, anion, atau sisi polar pada permukaan mikroplastik dengan permukaan hidrofobik mikroplastik (Holmes *et al.*, 2012). Elemen organik dan non-organik dapat terikat pada permukaan mikroplastik karena sifatnya yang hidrofobik. Elemen organik termasuk senyawa organik dan senyawa organik polisiklik, sementara elemen non-organik mencakup unsur logam yang ada di perairan (Purwiyanto *et al.,* 2020). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik dapat berikatan dengan logam berat akibat tingginya konsentrasi logam berat di lingkungan. Secara statistik, ditemukan bahwa akumulasi logam di perairan berkorelasi signifikan dengan akumulasi logam pada mikroplastik (Wang *et al.,* 2017).

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penulis dapat menyimpulkan bahwa, berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan:

1. Karakteristik mikroplastik pada tanah sawah sekitar TPA Piyungan berdasarkan jumlah sebesar 345 – 511 partikel. Berdasarkan jenis mikroplastiknya meliputi *fragmen, film, foam, fiber*, dan *pellet* dengan warna mikroplastik hitam, merah, transparan, biru, hijau, kuning, dan oranye.
2. Kelimpahan mikroplastik pada tanah sawah sekitar TPA Piyungan sebesar 3450 – 5110 partikel/kg. Kemudian untuk analisis polimer mikroplastik menggunakan FT-IR didapatkan polimer berupa *Polypropylene* (PP).
3. Kandungan logam berat Pb dan Cd pada tanah sawah di sekitar TPA Piyungan sebesar 5,06 – 8,40 mg/kg dan 1,08 – 1,43 mg/kg. Selanjutnya untuk kandungan logam berat Pb dan Cd pada mikroplastik sebesar 2,75 – 246 mg/kg dan 1,45 – 15,14 mg/kg.

5.2 Saran

Berikut adalah saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan:

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai keberadaan mikroplatik dan logam berat pada tanaman padi di sekitar TPA Piyungan.
2. Sebaiknya dilakukan peninjauan lebih lanjut mengenai saluran pembuangan Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPL) TPA Piyungan agar mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan disekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, W., N., 2022. *Sebaran Pencemaran Logam berat kadmium (Cd) dan Total Suspended solid (Tss) pada Badan Air Sungai Opak di Sekitar TPA Piyungan*, Bantul. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Alfiansyah, T. 2019. *Analisis Hubungan Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Parameter Logam Berat (Fe, Mn, Cd, Pb) di Sepanjang Daerah Aliran Sungai Opak, Yogyakarta*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Alimi, O., Budarz, J., Hernandez, L. and Tufenkji, N. 2018. Microplastics and Nanoplastics in Aquatic Environments: Aggregation, Deposition, and Enhanced Contaminant Transport. *Environmental Science & Technology*, *52*, 1704-1724. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05559.

Alves, L. R., Reis, A. R., Gratao, P. L. 2016. Heavy Metal In Agricultural Soils: *From Plants To Our Daily Life (a review). Vol. 44*. Hal. 346-361.

Anam, C., Sirojudin, S., & Firdausi, K. S. 2012. Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi Ftir. *Berkala Fisika*, *10*(2), 79-85.

Andreas Cramer et al,. 2022. Microplastic induces soil water repellency and limits capillary flow, *Vadose Zone Journal. DOI: 10*.1002/vzj2.20215

Ariyani, S.F., Putra, H. P., Kasam. 2018. Evaluasi Pengelolaan Sampah di TPA Piyungan Kabupaten Bantul. Yogyakarta: UII Yogyakarta.

Ayuningtyas, M. L., 2024. *Analisis Kandungan Mikroplastik dan Logam Berat (Pb & Cu) di Lahan Pertanian Sepanjang Sungai Code Yogyakarta*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C. A. 2020. Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, *9*(3), 326–332. https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.28197

Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. 2015. Marine Anthropogenic Litter, 1–447. https://doi.org/10.1007/978 3-319-16510-3

Boucher, J., & Friot, D. 2017. Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en

Brodhagen, M., Goldberger, J.R., Hayes, D.G., Inglis, D.A., Marsh, T.L., Miles, C. 2017. Policy considerations for limiting unintended residual plastic in agricultural soils. *Environmental Science & Policy*, 69, 81–84.

Chalid, L. M. H. 2022. *Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Cu Dan Pb Menggunakan Metode Spektrometer Serapan Atom Pada Tanah Tpa Piyungan, Bantul. Universitas Islam Indonesia*. Yogyakarta.

Chia, R. W., Lee, J. Y., Cha, J., & Rodríguez-Seijo, A. 2024. Methods of soil sampling for microplastic analysis: a review. *Environmental Chemistry Letters*, *22*(1), 227–238. https://doi.org/10.1007/s10311-023-01652-9

Choong, W.S., Hadibarata, T., Yuniarto, A., Tang, K.H.D., Abdullah, F., Syafrudin, M., & Al Mohaimeed, A. M. 2021. Characterization of microplastics in the water and sediment of Baram River Estuary, Borneo Island. *Marine Pollution Bulletin*, *172*, p.112880. doi: 10.1016/j.mar polbul.2021.112880.

Chubarenko I., Bagaev A., Zobkov M., & Esiukova E. 2016. On Some Physical and Dynamical Properties of Microplastic Particles in Marine Environment. *Marine Pollutan Bulletin*, 108, 1-2.

Chusnul. 2011. Spektroskopi IR. Kimia Analitik Instrument. Chemical Engineering Department. State Poltytechnic of Sriwijaya, *96*, 103-110.

Ding, L., Mao, R. F., Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., & Yang, C. 2019. Microplastics in surface waters and sediments of the Wei River, in the northwest of China.

The Science of the Total Environment, 667, 427–434. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.332

Dris, R., Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., Tassin, B., Laforsch, C., Dris, R., Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., & Galgani, F. 2015. Beyond the ocean: Contamination of freshwater ecosystems with (micro-) plastic particles. *Environmental Chemistry*, *12*, 32.

Environment Protection Authority of Australia. 2012. Classification and management of contaminated soil for disposal. Information Bulletin 105. Hobart, TAS 7001 Australia.

Erwinda Fitri, R., & Fauzi, M. 2019. Microplastic Type and Density in the Coastal Area of the Apar Village, Pariaman, West Sumatera Province. *Jurnal Online Mahaiswa Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan*, *6*(2), 1–9.

Ewers, U. 1991. Standards, Guidelines and Legislative Regulations Concerning Metals and Their Compounds. In: Merian, E., Ed., Metals and Their Compounds in the Environment: Occurrence, Analysis and Biological Relevance, VCH, Weinheim, 458-468.

Febriani, I. S., Amin, B., & Fauzi, M. 2020. Distribusi mikroplastik di perairan Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. Depik, 9(3), 386–392. https://doi.org/10.13170/depik.9.3.17387

Firdaus, M. R. 2024. *Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Cuprum (Cu) pada Mikroplastik di Air Lindi TPA Piyungan, Yogyakarta*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Hidalgo-Ruz, V., L. Gutow, R.C. Thompson, M. Thiel. 2012. Microplastics In The Marine Environment: A Review Of The Methods Used For Identification And Quantification. *Environmental Science and Technology, 46,* 3060-3075.

Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. 2019. Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan

Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. 5, 165–171. https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204

Horton, A.A., Walton, A., Spurgeon, D.J., Lahive, E., Svendsen, C. 2017. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Sci. Total. Environ, 586,* 127-141.

Huerta Lwanga, E., Gertsen, H., Gooren, H., Peters, P., Salanki, ´ T., Van Der Ploeg, M., Besseling, E., Koelmans, A.A., Geissen, A., 2016. Microplastics in the terrestrial ecosystem: implications for Lumbricus terrestris (Oligochaeta, Lumbricidae). *Environ. Sci. Technol. 50* (5), 2685–2691. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05478.

Ibrahim, F. T., Suprijanto, J., & Haryanti, D. 2023. Analisis Kandungan Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research, 12*(1), 144–150. https://doi.org/10.14710/jmr.v12i1.36506

Jiang, C., Yin, L., Wen, X., Du, C., Wu, L., Long, Y., Liu, Y., Ma, Y., Yin, Q., Zhou, Z., & Pan, H. 2018. Microplastics in Sediment and Surface Water of West Dongting Lake and South Dongting Lake: Abundance, Source and Composition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(10). https://doi.org/10.3390/ijerph15102164

Kasam, I. 2011. Analisis Resiko Lingkungan Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah (Studi Kasus: TPA Piyungan Bantul). *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, *3*(1), 19-30.

Khalid, N., Hussain, M., Young, HS, Boyce, B.. Ageel, M., Noman, A. 2018. Pengaruh kedekatan jalan raya terhadap konsentrasi logam berat di tanah dan tanaman pinggir jalan umum di California Selatan. Mengepung. *Sains. Polusi. Res. 25,* 35257-35265

Kingfisher, J. 2011. Micro-plastic debris accumulation on puget sound beaches. Washington: Port Townsend Marine Science Center [internet]. http://www.ptmsc.org/Sc ience/plastic_project/Summit.

Kilponen, J. 2016. Microplastics and harmful substances in urban runoffs and landfill leachates: Possible 730 emission sources to marine environment.

Kumalasari, N. 2023. *Identifikasi Mikroplastik Pada Sedimen di Sungai Opak, D.I. Yogyakarta.* Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Kumar, M., Xiong, X., He, M., Tsang, D.C.W., Gupta, J., Khan, E., Harrad, S., Hou, D., Ok, Y. S., Bolan, N. S. (2020). Microplastics as pollutants in agricultural soils. *Environ. Pollut*, *265*(1).

Luo, L., Zhou, Q., Zhang, H., Pan, X., Tu, C., Li, L., Yang, J., 2018. Pay attention to research on microplastic pollution in soil for prevention of ecological and food chain risks. Bull. Chin. *Acad. Sci. 33*, 1021–1030.

Mahesh, S., Gowda, N. K., & Mahesh, S. 2022. Identification of microplastics from urban informal solid waste landfill soil; MP associations with COD and chloride. *Water Science & Technology*, *87*(1), 115–129. https://doi.org/10.2166/wst.2022.412.

Marwadini, R. P. 2024. *Analisis Kandungan Mikroplastik dan Logam Berat (Cd & Cr) di Lahan Pertanian Sepanjang Sungai Code Yogyakarta*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Massos, A., & Turner, A. 2017. Cadmium, lead and bromine in beached microplastics. *Environmental Pollution*, *227*, 139–145.

Mulyadi. 2013. Logam Berat Pb pada Tanah Sawah dan Gabah di Sub-Das Juwana Jawa Tengah. *Agrologia*, *Vol. 2, No. 2*, Hal. 95-101.

Muyassar, M., & Budianta, W. 2021, Pencemaran Logam Berat Pada Tanah Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Piyungan, Bantul, Yogyakarta. *Kurvatek, 6*(1), 11-22. E-ISSN: 2477-7870 P-ISSN: 2528-2670

Nainggolan, D. H., Indarjo, A., & Suryono, C. A. 2022. Microplastics Found in Karangjahe Waters, Rembang, Central Java. *Journal of Marine Research*, *11*(3), 374–382.

Notodarmojo, S. 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah. Penerbit ITB*. Bandung

Pamungkas, N. A. G., Hartati, R., Redjeki, S., Riniatsih, I., Suprijanto, J., Supriyo, E., & Widianingsih, W. 2022. Karakteristik Mikroplastik pada Sedimen dan Air permukaan laut di Muara Sungai Wulan Demak. *Jurnal Kelautan Tropis*, *25*(3), 421–431. https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14923.

Pangestika, M. W. 2024. *Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah Tpa Piyungan Bantul.* Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Pratiwi, O. A., Achmadi, U. F., & Kurniawan, R. 2024. Microplastic pollution in landfill soil: Emerging threats the environmental and public health. *Environmental Analysis Health and Toxicology*, *39*(1), Article e2024009. https://doi.org/10.5620/eaht.2024009.

Purwiyanto, A. I., Suteja, Y., Trisno, Ningrum, P. S., Putri, W. A., Rozirwan., Koropitan, A. F. 2020. Concentration and adsorption of Pb and Cu in microplastics: Case study in aquatic environment. *Marine Pollution Bulletin*, 158, 111380. https://doi.org/10.1016.

Rahayu, A. 2018. *Analisis Kandungan Zat Pencemar pada Tanaman Padi dan Terong Ungu Serta Potensi Penyebaran Risiko Lingkungan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel, Kabupaten Banyumas*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

Rahmani, A., Boroojerdi, M. N., Seid-Mohammadi, A., Shabanloo, A., Zabihollahi, S., & Zafari, D. 2023. Abundance and characteristics of microplastics in different zones of waste landfill site: A case study of Hamadan, Iran. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, *8,* 100494. https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100494

Rochman, C.M., Brookson, C., Bikker, J., Djuric, N., Earn, A., Bucci, K., Athey, S., Huntington, A., McIlwraith, H., Munno, K. 2019. Rethinking microplastics as a diverse contaminant suite. *Environ. Toxicol. Chem*, *38*, 703–711.

Satriawan MB, & Ilmiati Illing. 2017. Uji FTIR Bioplastik Dari Limbah Ampas Sagu Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gelatin. *Jurnal Dinamika*, *08* No (P-ISSN: 2087-7889 E-ISSN: 2503-4863), 1–13.

Seprandita, C. W., Suprijanto, J., & Ridlo, A. 2022. Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Zona Pemukiman, Zona Pariwisata dan Zona Perlindungan Kepulauan Karimunjawa, Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, *11*(1), 111–122. https://doi.org/10.14710/buloma.v11i1.30189

Setyoningrum, H., Hadisusanto, S., & Yunianto, T. 2014. Kandungan Kadmium (Cd) pada Tanah dan Cacing Tanah di TPAS Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan, 21*(2) ,149-155

Steinmetz, Z., Wollmann, C., Schaefer, M., Buchmann, C., David, J., Tröger, J., Muñoz, K., Frör, O., Schaumann, G. E. (2016). Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation. *Sci. Total. Environ*, *550*, 690–705.

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

Tian, L., Jinjin, C., Ji, R., Ma, Y., Yu, X. 2022. Microplastics in agricultural soils: sources, effects, and their fate. *Curr. Opin. Environ. Sci. Health*, *25*, 100311.

Turner, A., Holmes, L. A. 2015. Adsorption of trace metals by microplastic pellets in fresh water. *Environ. Chem. 12*, 600-610. https://doi.org/10.1071/EN141413.

Utami, I., & Agustina, R. 2022. Deteksi Pencemaran Mikroplastik pada Air Lindi di TPA Piyungan Yogyakarta Indonesia. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, *9*(1), 24–32. http://ejournal.unipma.ac.id/index.php/JF/article/view/11907

Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Gao, Y., Zhan, Z., Chen, Q., Cai, L. 2017. Microplastics in the surface sediments from the Beijiang River littoral zone: composition, abundance, surface textures and interaction with heavy metals. *Chemosphere 171*, 248–258. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.12.074.

Wibisono, A. P. 2024. *Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Tanah Pertanian Sekitar Tpa Piyungan Yogyakarta*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Woodall, L.C., Sanchez-Vidal A., Canals M., Paterson G. L. J., Coppock, R., Sleight, V., Thompson, R. C. 2014. The Deep Sea Is A Major Sink For Microplastic Debris. *Royal Society Open Science, 1*(4).

Yoon J. B., Yoon Y., Park J. W., Yerke A. M., Jaiswal Y. S., Williams L. L., Hwang S., Moon K. H. 2024. Effect of polystyrene nanoplastics exposure on gene expression and pathogenesis of zoonotic pathogen, Edwardsiella piscicida. *Ecotoxicol and Environmental Safety*. 1;272:116057. doi: 10.1016/j.ecoenv.2024.116057.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Contoh Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik

Kelimpahan mikroplastik $\frac{Partikel}{kg}$ =

$= \frac{Jumlah\ partikel\ mikroplastik}{Berat\ tanah\ uji\ (kg)}$

$= \frac{511\ partikel}{0{,}1\ (kg)}$

= 5110 partikel/kilogram

Lampiran 2 Contoh Perhitungan Persentase pada Warna dan Bentuk Mikroplastik

Persentase (%) warna dan bentuk mikroplastik

$= \left(\frac{Jumlah\ warna\ atau\ bentuk\ (partikel)}{total\ keseluruhan\ partikel\ warna\ atau\ bentuk\ (partikel)}\right) x100$

$= \left(\frac{14}{198}\right) x100$

= 7%

Lampiran 3 Contoh Perhitungan Logam Berat pada Tanah dan Mikroplastik

Kandungan logam berat pada tanah (mg/kg)

$= \frac{\text{kandungan logam berat (mg/l) x volume akhir sampel (ml)}}{\text{berat sampel tanah (g)}}$

$= \frac{0{,}048\ \text{(mg/l) x 30 (ml)}}{1\ \text{(g)}}$

= 1,43 mg/kg

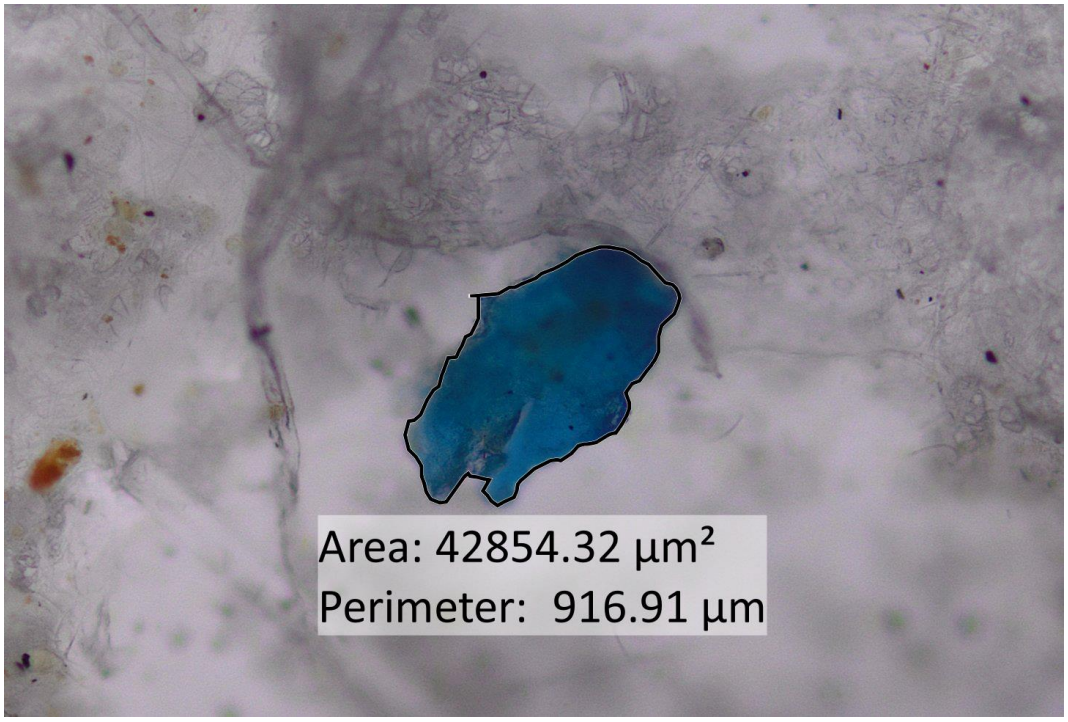
Kandungan logam berat pada mikroplastik (mg/kg)

$= \frac{\text{kandungan logam berat (mg/l) x volume akhir sampel (ml)}}{\text{berat mikroplastik (g)}}$

$= \frac{0{,}011\ \text{(mg/l) x 50 (ml)}}{0{,}3761\ \text{(g)}}$

= 1,45 mg/kg

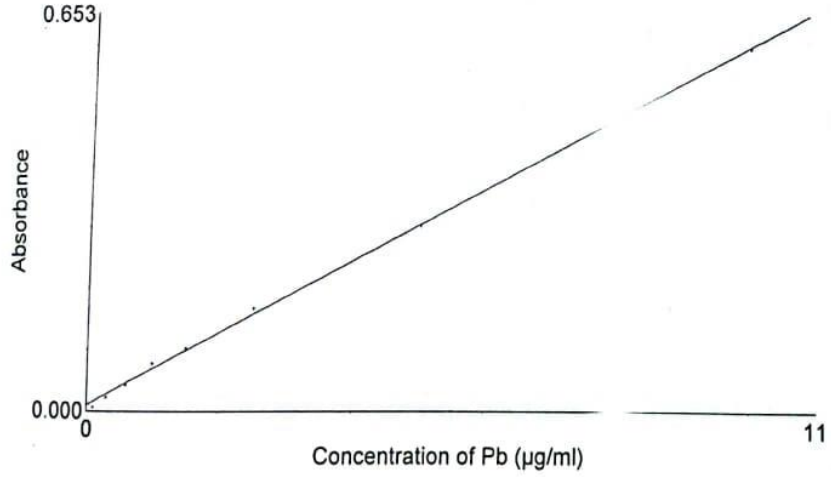
Lampiran 4 Contoh Pengukuran Mikroplastik menggunakan *Imageraster*



Lampiran 5 Hasil AAS Logam Berat Pb dan Cd pada Tanah

Results File	D:\GBC AAS\2024\Mahasiswa\116. Pb.res
Analysis	
Filename	C:\Program Files\GBC Avanta Ver 2.02\Analysis1.anl
Element	Pb,
Date	Sat Dec 14 22:10:02 2002
Full Calibration	
Calibration Mode	Linear Least Squares Max Error : 0.1714 R^2 : 0.9988 R : 0.9994
	Conc = -0.1593 + 17.0110 * Abs

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Table Blank	-----	-----	0.0000	
Standard 1	0.1000	-----	0.0057	
Standard 2	0.3000	-----	0.0220	
Standard 3	0.6000	-----	0.0415	
Standard 4	1.0000	-----	0.0766	
Standard 5	1.5000	-----	0.1011	
Standard 6	2.5000	-----	0.1664	
Standard 7	5.0000	-----	0.3014	
Standard 8	10.0000	-----	0.5947	



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates	
Sample Blank	-----	10.82	0.0111	0.0120	0.0103
Sample 1	-0.0844	HIGH	0.0044	0.0037	0.0050
Sample 2	-0.1167	HIGH	0.0025	0.0017	0.0032
Sample 3	-0.1958	HIGH	-0.0022	-0.0016	-0.0027
Sample 4	-0.0759	HIGH	0.0049	0.0031	0.0066
Sample 5	-0.1856	HIGH	-0.0016	0.0028	-0.0060
Sample 6	-0.0759	HIGH	0.0049	0.0075	0.0022
Sample 7	-0.1831	HIGH	-0.0014	0.0014	-0.0043
Sample 8	-0.1397	HIGH	0.0011	0.0039	-0.0016
Sample 9	-0.1542	HIGH	0.0003	0.0008	-0.0003
Sample 10	-0.2120	11.40	-0.0031	-0.0034	-0.0029

Dipindai dengan CamScanner

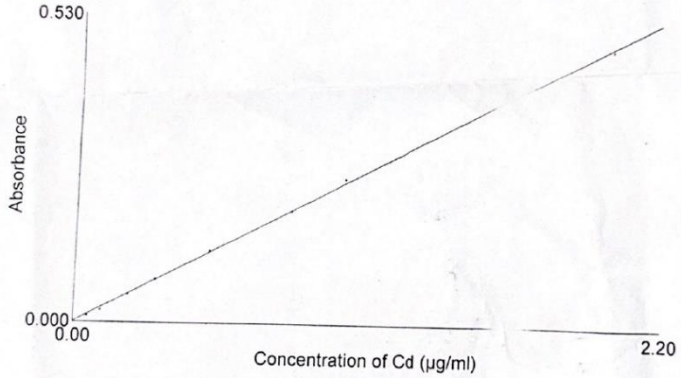
Results File D:\GBC AAS\2024\Mahasisw...\115. Cd.res

Analysis Filename C:\Program Files\GBC Avanta Ver 2.02\Analysis1.anl
Element Cd,
Date Sat Dec 14 22:01:50 2002

Calibration Mode Full Calibration

Linear Least Squares Max Error : 0.0310 R^2 : 0.9994 R : 0.9997
Conc = -0.0001 + 4.1146 * Abs

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Table Blank	-----	-----	0.0000	
Standard 1	0.050	-----	0.0100	
Standard 2	0.100	-----	0.0203	
Standard 3	0.200	-----	0.0476	
Standard 4	0.300	-----	0.0749	
Standard 5	0.500	-----	0.1240	
Standard 6	0.800	-----	0.1940	
Standard 7	1.000	-----	0.2506	
Standard 8	2.000	-----	0.4820	

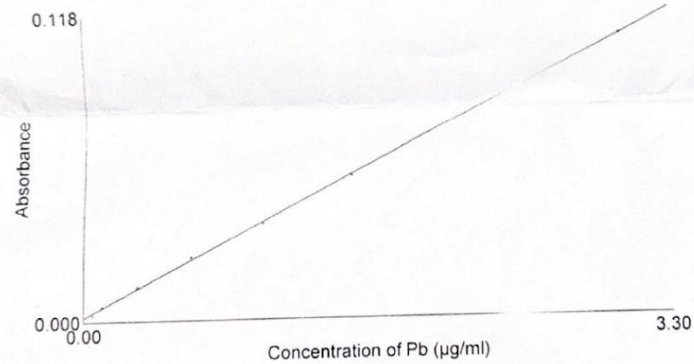


Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates		
Sample Blank	-----	HIGH	-0.0016	-0.0011	-0.0028	-0.0008
Sample 1	0.048	HIGH	0.0116	0.0079	0.0123	0.0147
Sample 2	0.036	10.01	0.0088	0.0081	0.0098	0.0085
Sample 3	0.039	7.27	0.0096	0.0104	0.0091	0.0092
Sample 4	0.042	15.39	0.0101	0.0083	0.0110	0.0111
Sample 5	0.020	12.47	0.0048	0.0055	0.0044	0.0047

Lampiran 6 Hasil AAS Logam Berat Pb dan Cd pada Mikroplastik

Results File	D:\GBC AAS\2024\Mahasiswa\138. pb.res
Analysis	
Filename	C:\Program Files\GBC Avant Ver 2.02\Analysis1.anl
Element	Pb,
Date	Sun Jan 19 03:45:23 2003
Full Calibration	
Calibration Mode	Linear Least Squares Max Error : 0.0290 R^2 : 0.9995 R : 0.9998
	Conc = -0.0389 + 28.4804 * Abs

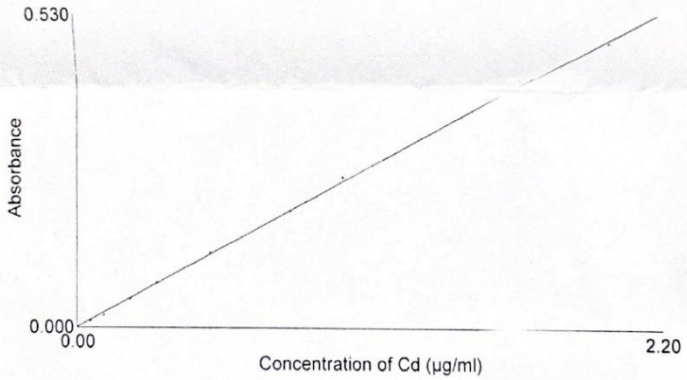
Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Table Blank	-----	-----	0.0000	
Standard 1	0.0500	-----	0.0021	
Standard 2	0.1000	-----	0.0053	
Standard 3	0.3000	-----	0.0126	
Standard 4	0.6000	-----	0.0234	
Standard 5	1.0000	-----	0.0358	
Standard 6	1.5000	-----	0.0534	
Standard 7	3.0000	-----	0.1070	



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates		
Sample Blank	-----	7.26	0.0108	0.0103	0.0104	0.0117
Sample 1	0.0209	HIGH	0.0021	0.0090	0.0056	0.0007
Sample 2	0.1339	HIGH	0.0061	0.0041	0.0048	0.0093
Sample 3	0.4899	HIGH	0.0186	0.0146	0.0235	0.0176
Sample 4	0.7234	17.08	0.0268	0.0277	0.0308	0.0218
Sample 5	0.2601	10.98	0.0105	0.0117	0.0094	0.0104
Sample 6	-0.0465	HIGH	-0.0003	0.0033	-0.0015	-0.0026
Sample 7	-0.0247	HIGH	0.0005	-0.0057	0.0023	0.0049

Results File	D:\GBC AAS\2024\Mahasisw...\143. cd.res
Analysis	
Filename	C:\Program Files\GBC Avanta Ver 2.02\Analysis1.anl
Element	Cd,
Date	Sun Jan 19 02:38:29 2003
Full Calibration	
Calibration Mode	Linear Least Squares Max Error : 0.0310 R^2 : 0.9994 R : 0.9997
	Conc = -0.0001 + 4.1146 * Abs

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Table Blank	-----	-----	0.0000	
Standard 1	0.050	-----	0.0100	
Standard 2	0.100	-----	0.0203	
Standard 3	0.200	-----	0.0476	
Standard 4	0.300	-----	0.0749	
Standard 5	0.500	-----	0.1240	
Standard 6	0.800	-----	0.1940	
Standard 7	1.000	-----	0.2506	
Standard 8	2.000	-----	0.4820	



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates		
Sample Blank	-----	17.70	-0.0063	-0.0073	-0.0065	-0.0051
Sample 1	0.011	9.26	0.0027	0.0024	0.0026	0.0029
Sample 2	0.021	5.42	0.0050	0.0051	0.0047	0.0053
Sample 3	0.030	HIGH	0.0072	0.0049	0.0093	0.0075
Sample 4	0.056	3.31	0.0137	0.0134	0.0143	0.0136
Sample 5	0.015	HIGH	0.0038	0.0029	0.0052	0.0032
Sample 6	-0.002	HIGH	-0.0004	-0.0016	0.0014	-0.0011

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Muhammad Farid Baihaqi lahir di Purwakarta, 20 Desember 2001. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan Ir. Yulimen Krisyanto dan Hilda Yuningsih, S.Pd., M.Pd.. Adapun riwayat pendidikan penulis adalah TK Azkya Hayati (2005 – 2008), SD IT Al Islah (2008 – 2014), SMP Puspanegara (2014 – 2017), SMK Negeri 4 Depok (2017 – 2020) dan Universitas Islam Indonesia Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (2020 – 2024).

Berikut beberapa kegiatan yang pernah diikuti penulis selama menempuh pendidikan, baik kegiatan akademik maupun non akademik yaitu:

1. Lembaga Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Kepanitiaan Kegiatan Kemahasiswaan di tingkat Universitas, Fakultas dan Program Studi.