

TUGAS AKHIR
ANALISIS KANDUNGAN MIKROPLASTIK DAN LOGAM
BERAT (Pb & Cu) DI LAHAN PERTANIAN SEPANJANG
SUNGAI CODE YOGYAKARTA

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



LULU MAHARANI AYUNINGTYAS
20513020

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

TUGAS AKHIR

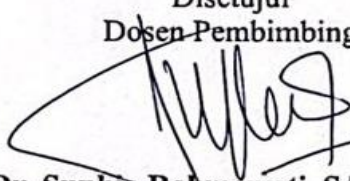
ANALISIS KANDUNGAN MIKROPLASTIK DAN LOGAM BERAT (Pb & Cu) DI LAHAN PERTANIAN SEPANJANG SUNGAI CODE YOGYAKARTA

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



LULU MAHARANI AYUNINGTYAS
20513020

Disetujui
Dosen Pembimbing


Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.,
NIK. 155131313
Tanggal: 16 / 8 / 2024

Mengetahui
Ketua prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng), Ph.D
NIK.045130401
Tanggal: 16/8/24

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KANDUNGAN MIKROPLASTIK DAN LOGAM
BERAT (Pb & Cu) DI LAHAN PERTANIAN SEPANJANG
SUNGAI CODE YOGYAKARTA**

Telah diterima dan disahkan oleh tim penguji

**Hari: Jum'at
Tanggal: 16 Agustus 2024**

Disusun Oleh:

**LULU MAHARANI AYUNINGTYAS
20513020**

Tim Penguji :

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

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

Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.



16/8 24



16/08.2024



16.08.2024

LEMBAR 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. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 05 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



Lulu Maharani Ayuningtyas

NIM: 20513020

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kandungan Mikroplastik Dan Logam Berat (Pb & Cu) Di Lahan Pertanian Sepanjang Sungai Code Yogyakarta”. Penyusunan laporan tugas akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Pendidikan Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Selama penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis banyak menghadapi hambatan dan rintangan, namun pada akhirnya mampu melaluinya dengan berkat adanya bimbingan, bantuan, dan dukungan dari banyak pihak, baik secara moral maupun spiritual. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kelancaran, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Eko Widodo, Ibu Dasmawati, Adik Muhammad Raihan, Muhammad Rafa dan keluarga besar penulis atas segala do'a, dukungan moral dan material serta kasih sayangnya kepada penulis.
3. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang juga turut memberikan waktu, bimbingan, bantuan serta masukan dalam pengerjaan tugas akhir penulis.
4. Bapak Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D. dan Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah membimbing, memberi saran dan arahan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
5. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng). Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menempuh bangku perkuliahan.
7. Seluruh tenaga pengajar, staff, dan keluarga besar Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia karena telah memberikan pengajaran dan pengalaman selama kuliah sehingga ilmu yang telah penulis peroleh dapat bermanfaat untuk penyusunan laporan tugas akhir ini.

8. Abdullah Jovantoni yang telah kebersamaan penulis pada hari-hari yang tidak mudah dan senantiasa sabar menghadapi sikap penulis selama proses pengerjaan skripsi ini.
9. Putri Regina selaku teman dan partner Tugas Akhir yang selalu mendukung, kooperatif, dan kompak dari proses awal pengerjaan tugas akhir hingga selesai.
10. Rekan seperjuangan mikropplastik Sungai Code yaitu Sani, Reky, Aufi, Mae, Mayo, dan Nadif yang telah membantu selama proses awal pengerjaan tugas akhir hingga selesai.
11. Intan Wijayanti, Esty Khoirina, Selma Ariza, Yedi Madani yang sudah mau mendengarkan keluh kesah serta memberikan semangat kepada penulis.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu selama penelitian dan pengumpulan data dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari adanya kekurangan yang terdapat dalam laporan tugas akhir ini dan tidak luput dari kesalahan dan keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kemajuan penulis dan kelengkapan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Billahi taufiq wal hidayah,

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 05 Juli 2024

Penulis,



Lulu Maharani Ayuningtyas

ABSTRAK

LULU MAHARANI AYUNINGTYAS. Analisis Kandungan Mikroplastik Dan Logam Berat (Pb & Cu) Di Lahan Pertanian Sepanjang Sungai Code Yogyakarta. Dibimbing oleh Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Keberadaan mikroplastik pada tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code membutuhkan perhatian khusus karena dapat berakibat membahayakan manusia dan organisme yang ada pada lahan pertanian sehingga dapat mempengaruhi siklus pertumbuhan atau hidup pada tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengklasifikasikan kelimpahan mikroplastik berdasarkan jumlah, jenis, dan warna serta dapat mengetahui keterkaitan logam berat dengan mikroplastik di lahan pertanian sepanjang Sungai Code Yogyakarta. Metode yang digunakan untuk pengujian mikroplastik yaitu mengacu pada metode National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dengan modifikasi dan pengamatan sampel menggunakan mikroskop dan spektrofotometri FT-IR dengan pembacaan gelombang pada rentang panjang gelombang 400 - 4000 cm^{-1} untuk mengetahui senyawa polimer yang terkandung dalam mikroplastik pada sampel uji. Sedangkan untuk pengujian logam berat mengacu pada SNI 06-6992.3-2004 untuk logam Pb dan SNI 06-6992.5-2004 untuk logam Cu dengan menggunakan AAS sebagai alat pendeteksi logam berat. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan jumlah mikroplastik pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code berkisar antara 351 partikel/100 gram sedimen kering hingga 3602 partikel/100 gram sedimen kering. Terdapat 4 jenis mikroplastik yang ditemukan yakni fragment, film, pellet, dan fiber. Selain itu terdapat 9 warna yang ditemukan yakni hitam, abu-abu/transparan, coklat, oren, kuning, merah, biru, hijau, dan merah muda. Senyawa polimer yang ditemukan yakni Nylon, Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Low Density Polyethylene (LDPE), dan Polyvinyl Chloride (PVC). Konsentrasi kandungan logam berat Pb lebih tinggi dibandingkan logam berat Cu baik pada sampel tanah lahan pertanian maupun pada sampel mikroplastik.

Kata Kunci: Logam Berat, Mikroplastik, Polimer, Sungai Code, Tanah Lahan Pertanian

ABSTRACT

LULU MAHARANI AYUNINGTYAS. *Analysis of Microplastic and Heavy Metal (Pb & Cu) Content in Agricultural Land Along the Code River Yogyakarta. Supervised by Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.*

The presence of microplastics in agricultural land along the Code River requires special attention because it can harm humans and organisms on agricultural land and can affect the growth or life cycle of plants. The aim of this research is to analyze and classify the abundance of microplastics based on number, type and color and to determine the relationship between heavy metals and microplastics in agricultural land along the Code River in Yogyakarta. The method used for testing microplastics refers to the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) method with modification and observation of samples using a microscope and FT-IR spectrophotometry with wave readings in the wavelength range 400 - 4000 cm^{-1} to determine the polymer compounds contained in microplastics in test samples. Meanwhile, for heavy metal testing, it refers to SNI 06-6992.3-2004 for Pb metal and SNI 06-6992.5-2004 for Cu metal using AAS as a heavy metal detection tool. Based on the research results, it was found that the number of microplastics in soil samples from agricultural land along the Code River ranged from 351 particles/100 grams of dry sediment to 3602 particles/100 grams of dry sediment. There were 4 types of microplastics found, namely fragments, films, pellets and fibers. Apart from that, there are 9 colors found, namely black, grey/transparent, brown, orange, yellow, red, blue, green and pink. The polymer compounds found were Nylon, Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Low Density Polyethylene (LDPE), and Polyvinyl Chloride (PVC). The concentration of the heavy metal Pb was higher than the heavy metal Cu in both agricultural soil samples and microplastic samples.

Keywords: Heavy Metals, Microplastics, Polymer, Code River, Agricultural Land Soil

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	9
BAB I PENDAHULUAN.....	4
1.1 Latar Belakang.....	4
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Mikroplastik	8
2.2 Dampak Mikroplastik.....	12
2.3 Dampak Logam Berat	13
2.4 Keberadaan Mikroplastik di Lahan Pertanian.....	13
2.5 Keterkaitan dan Interaksi Antara Mikroplastik dengan Logam Berat	14
2.6 Penelitian Terdahulu	16
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	20
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	21
3.3 Pengumpulan Data	23
3.4 Analisis Sampel	28
3.5 Analisis Data.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Deskripsi Kondisi Wilayah	39
4.2 Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Warna dan Bentuk, Polimer	45

4.3	Identifikasi Mikroplastik Menggunakan Spektrofotometri FT-IR.....	55
4.4	Identifikasi Logam Berat Menggunakan AAS.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....		66
LAMPIRAN.....		74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik	8
Tabel 2.2 Jenis dan Densitas Mikroplastik	11
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3.1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel.....	22
Tabel 3.2 Penentuan Jenis Polimer Berdasarkan Peak Gelombang FTIR	33
Tabel 4.1 Deskripsi Lokasi Sampling.....	39
Tabel 4.2 Pendugaan Jenis Polimer pada Tanah Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code	57
Tabel 4.3 Pendugaan Penggunaan Polimer.....	59
Tabel 4.4 Konsentrasi Pb pada sampel tanah tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code	60
Tabel 4.6 Konsentrasi Cu pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code	61
Tabel 4.7 Konsentrasi Cu pada sampel MPs tanah lahan pertanian di sepanjang	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Mikroplastik pada Tanah Lahan Pertanian.....	14
Gambar 2.2 Mekanisme Kontaminasi Logam Berat pada Mikroplastik	15
Gambar 3.1 Tahap Alur Penelitian	20
Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampling.....	21
Gambar 3.4 Diagram Alur Pengujian Sampel Mikroplastik FT-IR.....	25
Gambar 3.5 Diagram Alur Pengujian Sampel Mikroplastik AAS.....	26
Gambar 3.6 Proses Pengambilan Sampel : (1) Pengambilan sampel dengan menggunakan sekop kayu. (2) Pemberian label pada sampel	27
Gambar 3.7 Proses Pengeringan Sampel : (A) Sampel Sebelum di Oven, (B) Sampel di Oven, (C) Sampel di Ayak, dan (D) Sampel Kering di Erlenmeyer	29
Gambar 3.8 Proses Density Separation : (A) Penambahan NaCl Jenuh, (B) Sampel Setelah 24 jam, (C) Proses <i>Centrifuge</i> , dan (D) Sampel Setelah di <i>Centrifuge</i>	30
Gambar 3.9 Proses WPO : (A) Sampel sebelum di <i>hot plate</i> dan (B) Sampel saat di <i>hot plate</i>	30
Gambar 3.10 Proses Penyaringan : (1) Penyaringan menggunakan <i>Vacum</i> , (2) Hasil penyaringan.....	31
Gambar 3.11 Mikroskop : (A) Mikroskop Olympus, (B) Hasil pembacaan mikroskop	32
Gambar 3.12 Spektrofotometri FT-IR (IRTracer-100).....	33
Gambar 3.13: (A) Sampel tanah 5 gr, (B) Penambahan aquadest 25 ml, (C) Penambahan HNO ₃ dan HClO ₄ , (D) Pemanasan dengan suhu 120° C, (E) Penyaringan, (F) Sampel siap di AAS.....	35
Gambar 3.14: (A) Pengguntingan kertas saring, (B) Kertas saring yang sudah digunting, (C) Penambahan aquadest 25 ml, (D) Proses pemanasan dengan suhu 120°C.....	36
Gambar 3.15 <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS) <i>Flame</i>	37
Gambar 4.1 Kelimpahan Mikroplastik Tanah Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code ...	45
Gambar 4.2 Jenis Mikroplastik; (A) Fragmen, (B) Film, (C) Pellet, (D) Fiber.....	47
Gambar 4.3 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jenis Tiap Titik Sampling	48
Gambar 4.4 Persentase Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jenis.....	48
Gambar 4.5 Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jenis	50
Gambar 4.6 Warna Mikroplastik pada Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code	51

Gambar 4.7 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna pada Tanah Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code	52
Gambar 4.8 Persentase Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna pada Tanah Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code	53
Gambar 4.9 Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna.....	54
Gambar 4.10 Nilai Puncak Gelombang atau Peak pada Sampel Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroplastik menurut Lusher & Peter (2017), yaitu partikel plastik kecil yang memiliki ukuran 5 mm atau bahkan lebih kecil. Mikroplastik terbagi menjadi dua yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer adalah plastik yang langsung dibuang ke lingkungan berbentuk partikulat kecil. Sedangkan mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang berasal dari proses penguraian plastik yang lebih besar menjadi fragmen-fragmen plastik yang lebih kecil setelah masuk ke lingkungan. Mikroplastik sekunder dapat beresiko lebih tinggi terhadap kesehatan masyarakat dibandingkan dengan mikroplastik primer (Ogonowski dkk., 2016).

Mikroplastik dapat terdeteksi pada lingkungan seperti tanah, air laut, air tawar, dan udara (Mai, 2018). Salah satu contoh mikroplastik yang terdeteksi pada tanah yaitu tanah yang berasal dari aktivitas pada lahan pertanian. Lahan pertanian dapat terkontaminasi mikroplastik karena adanya penggunaan mulsa, karung plastik, terpal, kemasan benih dan pupuk pada proses bercocok tanam. Sampah-sampah plastik tersebut biasanya tidak dikelola dengan baik karena belum adanya pengelolaan khusus pada sampah lahan pertanian. Padahal lahan pertanian berpotensi menjadi penyumbang sampah plastik, karena hampir sebagian masyarakat Indonesia berprofesi sebagai petani yang memiliki lahan pertanian. Untuk pengelolaan sampah pertanian itu sendiri berdasarkan survei yang telah dilakukan, biasanya para petani hanya mengumpulkan semua sampah plastik pada satu tempat dan apabila sudah terkumpul banyak akan dibakar. Hal tersebut dapat menyebabkan sampah-sampah plastik terdegradasi dengan mudah, sehingga dapat diserap oleh akar tanaman dan kemudian akan didistribusikan ke batang dan daun. Mikroplastik tersebut juga akan mencapai bagian tanah sebagai mikroplastik primer yang berasal dari penggunaan produk industri seperti produk pupuk. Sedangkan penggunaan mulsa, karung plastik, terpal, kemasan benih dan pupuk dapat dikategorikan sebagai mikroplastik sekunder (Cole, M. dkk., 2011).

Mikroplastik juga dapat menyerap atau teradsorpsi dengan logam berat. Jumlah logam berat yang ada pada permukaan mikroplastik mempunyai hubungan langsung dengan konsentrasi logam di lingkungan sekitarnya. (Luo. dkk., 2020). Penggunaan kendaraan bermotor untuk membajak sawah atau lahan pertanian merupakan sumber penghasil logam berat seperti Pb, Cd, Ni, Zn, dan Fe (Khalid dkk., 2018). Sedangkan senyawa yang terdapat

pada penggunaan pupuk biasanya mengandung jumlah logam berat yang berpotensi toksik (misal: Cd, Pb, As, Cu) (Alves, 2016). Salah satu contoh keterkaitan antara mikroplastik dengan logam berat adalah pada penggunaan mulsa plastik, mulsa plastik yang terdegradasi dapat membentuk mikroplastik sehingga dapat meningkatkan toksisitas logam berat dengan meningkatkan mobilitasnya (Zhang dkk., 2019).

Mikroplastik dan logam berat tersebut akan terkontaminasi pada tumbuhan yang tumbuh disekitarnya sehingga tanaman tersebut akan mengandung senyawa toksik yang dapat membahayakan manusia apabila dikonsumsi secara terus menerus. Tumbuhan memiliki kemampuan mengadsorpsi mikroplastik dan logam berat melalui akarnya. Oleh karena itu, mikroplastik dan logam berat sangat perlu diperhatikan keberadaannya karena dapat membahayakan manusia dan Lingkungan sekitarnya.

Penelitian mikroplastik yang telah dilakukan sebelumnya disekitar Sungai Code masih sebatas pada lingkup air, sedimen, dan ikan yang terdapat di Sungai Code, sehingga belum ada penelitian terkait mikroplastik dan logam berat yang terkandung di sedimen pada lahan pertanian di sekitar Sungai Code, sehingga keadaan tersebut dapat dijadikan urgensi pada penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa rumusan masalah dalam penelitian ini adalah menentukan kelimpahan mikroplastik berdasarkan jumlah, jenis, dan warna serta menentukan bagaimana keterkaitan antara mikroplastik dengan logam berat pada lahan pertanian sepanjang Sungai Code Yogyakarta.

1.3 Tujuan Penelitian

Sedangkan untuk tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengklasifikasikan kelimpahan mikroplastik berdasarkan jumlah, jenis, dan warna. Selain itu, tujuannya adalah dapat mengetahui keterkaitan logam berat dengan mikroplastik di lahan pertanian sepanjang Sungai Code Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Mahasiswa mampu menganalisis karakteristik berdasarkan jumlah, jenis, dan warna mikroplastik pada lahan pertanian sepanjang Sungai Code Yogyakarta
- b. Mahasiswa dapat mengetahui keterkaitan mikroplastik dengan logam berat pada lahan pertanian sepanjang Sungai Code Yogyakarta
- c. Memberikan informasi dan pengetahuan untuk masyarakat umum terkait mikroplastik dan logam berat (Pb & Cu) pada lahan pertanian di sepanjang Sungai Code Yogyakarta
- d. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk pengembangan pengetahuan di masa mendatang

1.5 Ruang Lingkup

- a. Penelitian dilakukan di lahan pertanian sepanjang Sungai Code Yogyakarta
- b. Sampel pengujian mikroplastik yang digunakan adalah sedimen pada lahan pertanian di sepanjang Sungai Code Yogyakarta
- c. Penelitian mikroplastik ini dilakukan pada mikroplastik yang berukuran <5 mm
- d. Berdasarkan metode NOAA yang telah dimodifikasi sesuai dengan kondisi lingkungan
- e. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan jumlah, ukuran, jenis, dan warna pada mikroplastik

- f. Penelitian ini juga membahas tentang keterkaitan antara mikroplastik dengan logam berat seperti Pb dan Cu

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

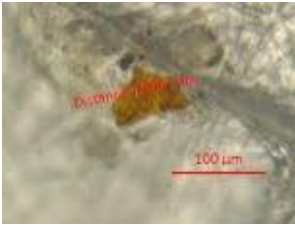
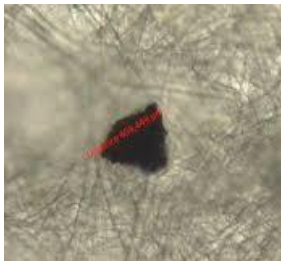
2.1 Mikroplastik

Permasalahan di zaman modern ini tidak lepas dari namanya sampah plastik sehingga menjadi sumber utama pencemaran lingkungan. Sampah plastik tersebut lama kelamaan dapat berubah menjadi potongan plastik yang berukuran lebih kecil hingga tidak kasat mata yang disebut mikroplastik. Mikroplastik yaitu plastik yang berukuran kecil yaitu <5 mm. Berdasarkan sumbernya ada 2 jenis mikroplastik yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer yaitu plastik yang sengaja diproduksi berukuran kecil (mikro) untuk keperluan tertentu. Sedangkan mikroplastik sekunder yaitu plastik yang berukuran kecil (mikro) berasal dari penguraian atau degradasi sampah plastik yang berukuran lebih besar dari sebelumnya (Sutanhaji *dkk.*, 2008).

Pengelolaan sampah yang kurang tepat dapat menjadi penyebab pencemaran lingkungan. Sampah tersebut akan terbawa oleh angin atau hujan menuju saluran pembuangan dan akan berakhir masuk ke sungai. Sampah plastik akan berubah menjadi partikel-partikel plastik yang memiliki ukuran kecil melalui proses fisik, kimia dan proses lainnya sehingga dapat menjadi mikroplastik. Mikroplastik yang ditemukan di berbagai sumber memiliki ukuran, bentuk, komposisi kimia dan densitas yang berbeda.

Tabel 2.1 Jenis, Warna dan Ukuran Mikroplastik

Karakteristik	Klasifikasi	Keterangan
Jenis (H. Hazman, Purba N. P, Yudi N. I, Lintang P. S Yuliadi, Putri G. M, 2019)	Fiber 	Berbentuk serabut Panjang seperti benang, dan apabila terkena sinar UV biasanya akan berwarna biru

	<p>Film</p>  <p>Pelet</p>  <p>Fragmen</p> 	<p>Jenis mikroplastik film memiliki ciri ciri yaitu berbentuk seperti lembaran atau pecahan plastik dan memiliki densitas rendah (Septian, 2014).</p> <p>Pellet ini berbentuk butiran kecil yang bulat dan biasanya berwarna putih atau coklat.</p> <p>Fragmen berbentuk pecahan plastik discolour, menjadi lebih lunak dan mudah hancur dengan berjalannya waktu.</p>
<p>Warna Dokumentasi pribadi</p>	<p>Merah</p> 	

	<p>Biru</p> 	
	<p>Hitam</p> 	
	<p>Hijau</p> 	
	<p>Transparan/Abu-Abu</p> 	

	<p>Coklat</p>  <p>Merah Muda/Pink</p>  <p>Kuning</p> 	
Ukuran	<p>190 μm – 1390 μm</p> <p>950 μm – 19000 μm</p> <p>250 μm – 550 μm</p> <p>100 μm – 1000 μm</p>	<p>Jenis Film</p> <p>Jenis Fragmen</p> <p>Jenis Fiber</p> <p>Jenis Pellet</p>

Tabel 2.2 Jenis dan Densitas Mikroplastik

Jenis Plastik	Densitas (g/cm^{-3})
Polyethylene	0.917 – 0.965
Polypropylene	0.90 – 0.91
Polystyrene	1.04 – 1.10
Polyamide (Nylon)	1.02 – 1.05
Polysester	1.24 – 2.30

Acrylic	1.09 – 1.20
Polyoximethylene	1.41 – 1.61
Polyvinyl Alcohol	1.19 – 1.31
Polyvinylchloride	1.16 – 1.58
Poly Methylacrylate	1.17 – 1.20
Polyethylene Terephthalate	1.37 – 1.45
Alkyd	1.24 – 2.10
Polyurethane	1.20

Sumber : (Valeria Hidalgo-Ruz, Lars Gutow, Richard C. Thompson, and Martin Thiel, 2012)

Brennecke dkk (2016), menyebutkan bahwa ada 2 jenis mikroplastik yang terakumulasi logam berat yaitu *polystyrene* (PS) dan fragmen *polyvinyl chloride* (PVC). Berdasarkan jenis mikroplastik dan logam berat memiliki interaksi yang signifikan, yaitu dapat berimplikasi pada kehidupan laut dan lingkungan. Hasil ini membuat penemuan terbaru bahwa plastik dapat berperan penting pada vektor yang digunakan ion logam berat (Brennecke dkk. 2016). Logam merupakan suatu zat alam yang berasal dari laut, erosi batuan, tambang vulkanik dan lain-lain. Logam berat dikategorikan sebagai bahan pencemar dikarenakan adanya zat yang tidak terurai dan mudah diadsorpsi serta memiliki sifat yang membahayakan yang terkandung pada logam berat.

2.2 Dampak Mikroplastik

Menurut penelitian oleh Willie Peijnenburg, profesor toksikologi lingkungan dan keanekaragaman hayati di Universitas Leiden di Belanda, tanaman menyerap partikel nanoplastik – fragmen sangat kecil berukuran antara 1-100 nm, atau sekitar 1.000 hingga 100 kali lebih kecil dari sel darah manusia, melalui air dan tanah di lingkungan sekitarnya dari retakan kecil di akarnya. Analisis mengungkapkan bahwa sebagian besar plastik terakumulasi di akar tanaman dan hanya sejumlah kecil yang berpindah ke pucuk.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa mikroplastik dalam aliran darah manusia terdiri dari polietilen, polipropilen, dan stirena terpolimerisasi. Studi lain menunjukkan bahwa mikroplastik masuk melalui inhalasi dengan mendeteksi keberadaan mikroplastik di paru-paru manusia, dengan komposisi mikroplastik terbanyak di paru-paru bagian bawah. Mikroplastik yang mencemari manusia dapat masuk ke organ manusia melalui aliran darah. Polystyrene mikroplastik yang memasuki darah manusia dapat menyebabkan hemolisis, dan

jika dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan peradangan. Dengan masuknya mikroplastik ke dalam darah manusia, ada kemungkinan untuk menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia namun masih memerlukan penelitian lebih lanjut tentang efek toksik mikroplastik pada kesehatan manusia. Mikroplastik dapat menyebabkan masalah toksisitas, baik secara akut maupun kronis jika terpapar secara rutin dan dalam jumlah yang banyak, namun masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai dampak toksik mikroplastik pada manusia serta potensi risiko. Kesehatan yang dapat disebabkan oleh paparan mikroplastik secara langsung dan dengan jumlah yang banyak.

2.3 Dampak Logam Berat

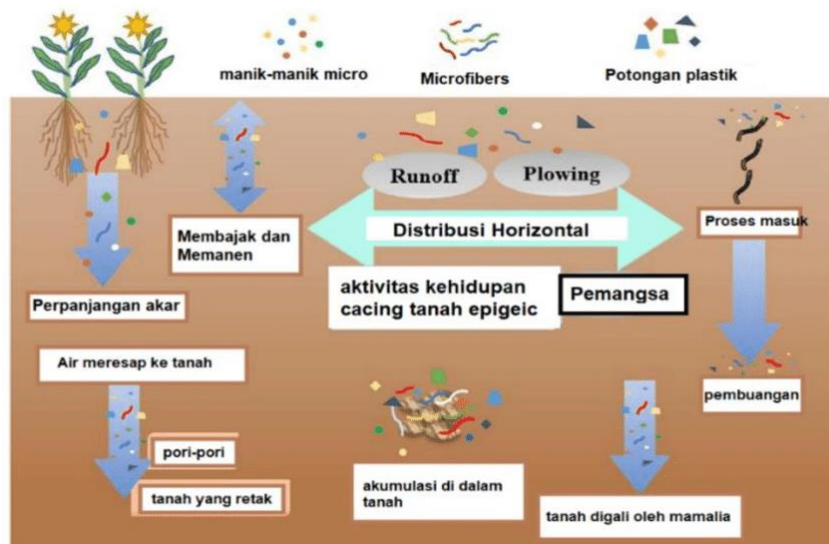
Sedangkan apabila logam berat pada lingkungan kelebihan dosis dapat mengakibatkan terjadinya masalah pada kesehatan (Gale dkk., 2004). Logam berat tidak dapat terdegradasi sehingga terus disimpan dan dimasukkan ke dalam air, sedimen, dan organisme akuatik (Wei dkk., 2012). Menurut Surbakti (2011), logam berat masuk ke dalam tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia, contohnya adalah buangan industri yang memakai logam berat misalnya penggunaan pupuk kimia. Logam berat digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk kimia. Kontaminasi logam berat pada manusia dapat berakibat fatal.

Seseorang yang keracunan logam Pb biasanya memiliki gejala berupa kelelahan, turunnya berat badan, sakit kepala, tremor, demam, kejang-kejang, wristdrop (pergelangan tangan lemah), dan gangguan sistem pencernaan. Namun jika sudah tahap kronik dapat berakibat hipertensi akut yang mungkin membahayakan keselamatan nyawa orang yang bersangkutan (Fibrianti dan Azizah, 2015). Sedangkan jika keracunan logam Cu memiliki gejala keracunan seperti sakit perut, mual, muntah, diare dan beberapa kasus yang parah dapat menyebabkan gagal ginjal dan kematian (Darmono, 2004).

2.4 Keberadaan Mikroplastik di Lahan Pertanian

Para ilmuwan tanah sudah melakukan pengumpulan bukti yang menunjukkan jalur utama masuknya mikroplastik ke dalam tanah. Bukti tersebut menunjukkan bahwa penerapan bahan penyubur tanah seperti kompos (Cattle dkk., 2020) dan lumpur (Corradini dkk., 2019) dapat mentransfer dan menyebarkan mikroplastik melalui pembuangan limbah plastik dari kegiatan pertanian ke lahan pertanian. Selain itu, penggunaan mulsa plastik, jaring, kemasan pupuk dan benih yang digunakan pada kegiatan pertanian dapat menjadi sumber pencemar

utama mikroplastik (Ding dkk., 2020; Huang dkk., 2020). Mulsa yang mengalami proses degradasi akan berubah menjadi potongan plastik dan kemudian akan berubah menjadi mikroplastik. Adapun skema mikroplastik pada tanah lahan pertanian dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1 Mekanisme Mikroplastik pada Tanah Lahan Pertanian

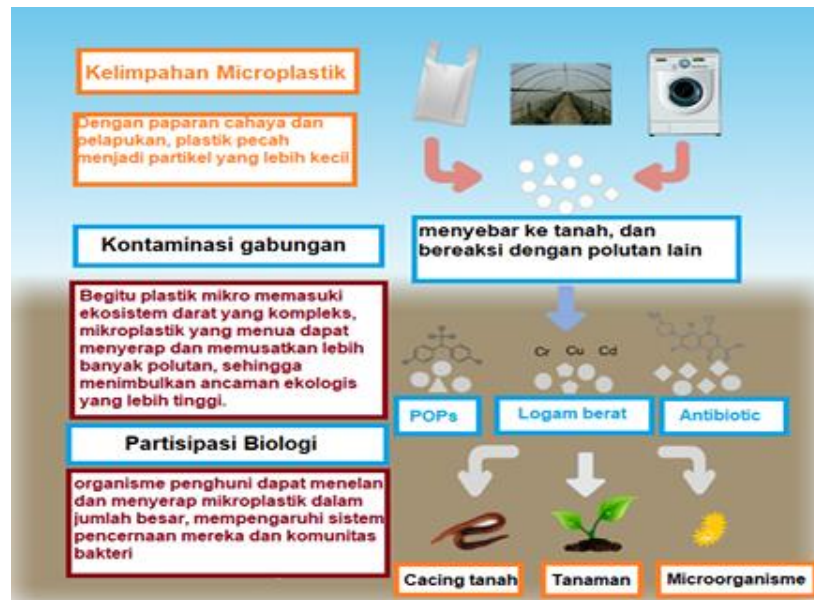
Sumber : (Corradini dkk., 2019)

Menurut Yu. dkk. (2020), pencemaran mikroplastik dapat mempengaruhi tanaman, biota tanah, dan trofik rantai sehingga dapat menyebabkan hiperakumulasi terhadap bahan kimia. Tingginya kandungan logam berat pada permukaan mikroplastik dapat menyebabkan dampak buruk terhadap pertumbuhan dan perkembangan biota tanah (Huerta Lwanga dkk., 2016).

2.5 Keterkaitan dan Interaksi Antara Mikroplastik dengan Logam Berat

Mikroplastik yang terbentuk dari proses kegiatan di lahan pertanian dapat menyerap zat berbahaya, seperti polutan organik persisten (POPs) dan logam berat, yang dapat membuat mikroplastik menjadi lebih berbahaya dalam jangka waktu yang panjang (Fendall dan Sewell, 2009). Mikroplastik berfungsi sebagai pembawa bahan kimia beracun seperti logam berat dan polutan organik di lingkungan. Hal ini dikarenakan polutan dan logam berat dapat menyerap ke permukaan mikroplastik dan teradsorpsi bahan kimia beracun pada permukaan mikroplastik. Para ilmuwan telah menunjukkan bahwa proses geokimia dapat terjadi antara logam berat dan mikroplastik setelah dilepaskan ke lingkungan tanah. Hodson

dkk. (2017), menyoroti potensi plastik sebagai pembawa untuk meningkatkan serapan logam berat di lingkungan darat.



Gambar 2.2 Mekanisme Kontaminasi Logam Berat pada Mikroplastik

(Sumber : Bakir dkk., 2014)

Keberadaan logam berat di lahan pertanian biasanya bersumber dari aktivitas penggunaan pupuk kimia dan pestisida pada saat bercocok tanam. Sebagian besar petani menggunakan pupuk kimia dan pestisida bertujuan untuk mendapatkan hasil produksi yang berkualitas. Mesin pembajak sawah, pupuk kimia dan pestisida ini banyak mengandung logam berat seperti Cu dan Pb. Oleh karena itu, adanya kandungan logam dan plastik secara bersamaan di tanah pertanian dapat menimbulkan pertanyaan apakah ada keterkaitan dan interaksi antara kedua kelompok polutan ini.

Karakteristik kimia dan fisik yaitu seperti luas permukaan spesifik dan polaritas molekul, laju adsorpsi logam pada mikroplastik akan sangat berbeda (Teuten dkk., 2007; Brennecke dkk., 2016). Massos dan Turner (2017), menyebutkan bahwa tingkat konsentrasi Cu dan Pb pada plastik yaitu 6,9% dan 7,5%, hal ini menunjukkan bahwa tingkat adsorpsi yang berbeda pada mikroplastik. Mikroplastik yang terbentuk selama proses degradasi dengan bantuan sinar ultraviolet (UV) mengakibatkan adanya perubahan kapasitas adsorpsi pada logam berat. Bandow dkk. (2017), juga menemukan bahwa setelah 2000 jam berada pada radiasi UV jumlah adsorpsi Cu dan Pb mikroplastik meningkat. Selain itu, Brennecke dkk. (2016) menjelaskan bahwa puing-puing polivinil klorida (PVC) yang menua mengakumulasi lebih banyak Cu dan Pb tanpa mencapai kesetimbangan. Oleh karena itu,

mikroplastik yang menua dapat menyerap konsentrasi logam berat yang lebih tinggi dan menimbulkan ancaman ekologis yang lebih tinggi.

Adapun dampak interaksi antara mikroplastik dan logam berat dari berbagai faktor lingkungan yaitu proses pelapukan, suhu, pH, waktu kontak, kekuatan ionik, dan ukuran partikel. Proses pelapukan seperti penyinaran UV atau dengan bahan kimia seperti H_2O_2 dan Fenton, dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi MPs terhadap logam berat (Wang dkk., 2019a).

2.6 Penelitian Terdahulu

Salah satu acuan peneliti dalam melaksanakan penelitian ini adalah dengan membaca referensi dari penelitian sebelumnya. Dari beberapa referensi tersebut, ditemukan judul yang sama seperti penelitian yang sudah direncanakan, namun beberapa referensi memiliki perbedaan dalam pembahasan parameter dan metode titik sampling ataupun cara analisisnya.

Pada penelitin sebelumnya sudah melakukan penelitian mikroplastik pada lahan pertanian, namun belum ada yang membahas keterkaitan antara mikroplastik dan logam berat pada lahan pertanian. Padahal lahan pertanian tidak hanya berpotensi sebagai sumber mikroplastik tetapi juga penghasil logam berat. Hasil referensi penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Metode dan Hasil Penelitian
B. Long dkk, 2023	Penelitian ini membahas sumber polusi mikroplastik di tanah pertanian yaitu mulsa film plastik. mulsa diketahui memiliki dampak langsung yang terbatas terhadap akumulasi mikroplastik. Penelitian menunjukkan adanya korelasi positif antara residu makroplastik dan intensitas penggunaan film mulsa, namun tidak ada korelasi signifikan antara residu makroplastik dan mikroplastik. Temuan ini menekankan perlunya penelitian lebih lanjut untuk lebih memahami sumber mikroplastik di tanah pertanian dan mengembangkan strategi mitigasi yang efektif untuk meminimalkan potensi risiko yang

	ditimbulkannya terhadap agroekosistem .
Ullah. dkk, 2021	Jurnal ini membahas mengenai dampak polutan yang mengandung MP, terutama antimikroba pada tanaman yang dapat dimakan, sifat-sifat tanah, komunitas mikroba tanah, produktivitas tanaman, mekanisme serapan MP dan antimikroba oleh tanaman, serta jalur dan nasib MP di dalam lingkungan. tanaman. Kontaminan ini, ketika masuk ke dalam tanaman dan terakumulasi, dapat berfungsi sebagai jalur potensial untuk masuk ke dalam rantai makanan dan dapat mengalami biomagnifikasi di sepanjang jaring makanan, sehingga dapat menimbulkan risiko kesehatan yang besar. Bioakumulasi MP juga mempengaruhi produktivitas tanaman dan pertanian. Oleh karena itu, pengelolaan yang cermat dan kebijakan berbasis ilmu pengetahuan diperlukan untuk melestarikan ekosistem global secara efektif.
Maliha. dkk, 2022	Penelitian ini menganalisis kontaminasi mikroplastik di empat lahan pertanian berbeda menggunakan analisis stereomikroskopik dan spektroskopi (ATR-FTIR). Total 32 sampel dikumpulkan dan dianalisis kontaminasi mikroplastik di lahan pertanian. Fragmen merupakan mikroplastik yang dominan dibandingkan mikroplastik lainnya (film, fiber, dan spherule).
Yang dkk., 2022	Pada penelitian ini bersisi tentang temuan efek mikroplastisitas tanah terhadap sifat tanah, tanaman, hewan, dan mikroorganisme. Metode analisis mikroplastik di tanah dapat mengacu pada metode analisis mikroplastik sedimen akuatik, karena tanah dan sedimen akuatik serupa. Jurnal ini juga menganalisis secara kritis kekurangan dalam studi mikroplastik di ekosistem tanah, dan memberikan

	beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.
Lwanga dkk., 2023	Penelitian ini berisi identifikasi kelimpahan, distribusi, dan jenis mikroplastik yang ada di tanah pertanian, air, debu di udara, dan sedimen parit. Enam belas lahan dievaluasi, 6 di antaranya telah terpapar lebih dari 5 tahun penggunaan kompos, 5 terpapar setidaknya 5 tahun penggunaan mulsa plastik, dan 5 tidak terpapar manajemen (kontrol) tertentu dalam 5 tahun terakhir.
Grifoni dkk., 2024	Penelitian ini menguji efek yang ada pada parameter tanah dan tanaman dari dua MP yang umum digunakan, yaitu polietilena dan asam polilaktat polimer yang berhubungan dengan arsenik (As).. Mikroplastik dan As masing-masing menjelaskan 12% dan 47% dari total varians, sementara interaksinya menjelaskan 21%, menunjukkan dampak toksik yang lebih tinggi dari As daripada MPs.
Fan dkk., 2023	Di seluruh dunia, polusi mikroplastik di tanah telah menarik banyak perhatian. Kemajuan dan perspektif dalam pemisahan dan deteksi mikroplastik tanah layak untuk ditinjau dan didiskusikan secara komprehensif. Dijelaskan terkait sumber, distribusi dan metode pemisahan fisik.
Hindarwati, Y., Soeprbowati, T. R., dan Izzati, M, 2023	Penelitian ini membahas peningkatan kandungan semua logam berat baik Pb, Cd, maupun Cu pada tanah dari berbagai jenis pupuk organik yang berbahan dasar jerami padi, sehingga diperlukan pengujian sebelum aplikasi untuk meminimalisir kontaminan logam berat dalam tanah. Peningkatan logam berat Cu pada tanah juga ditemukan dengan penggunaan kombinasi pemupukan organik dan anorganik. Peningkatan tertinggi dengan pemupukan (NPK+JL) yaitu sebesar 55,76 ppm dan terendah (NPK+PK)

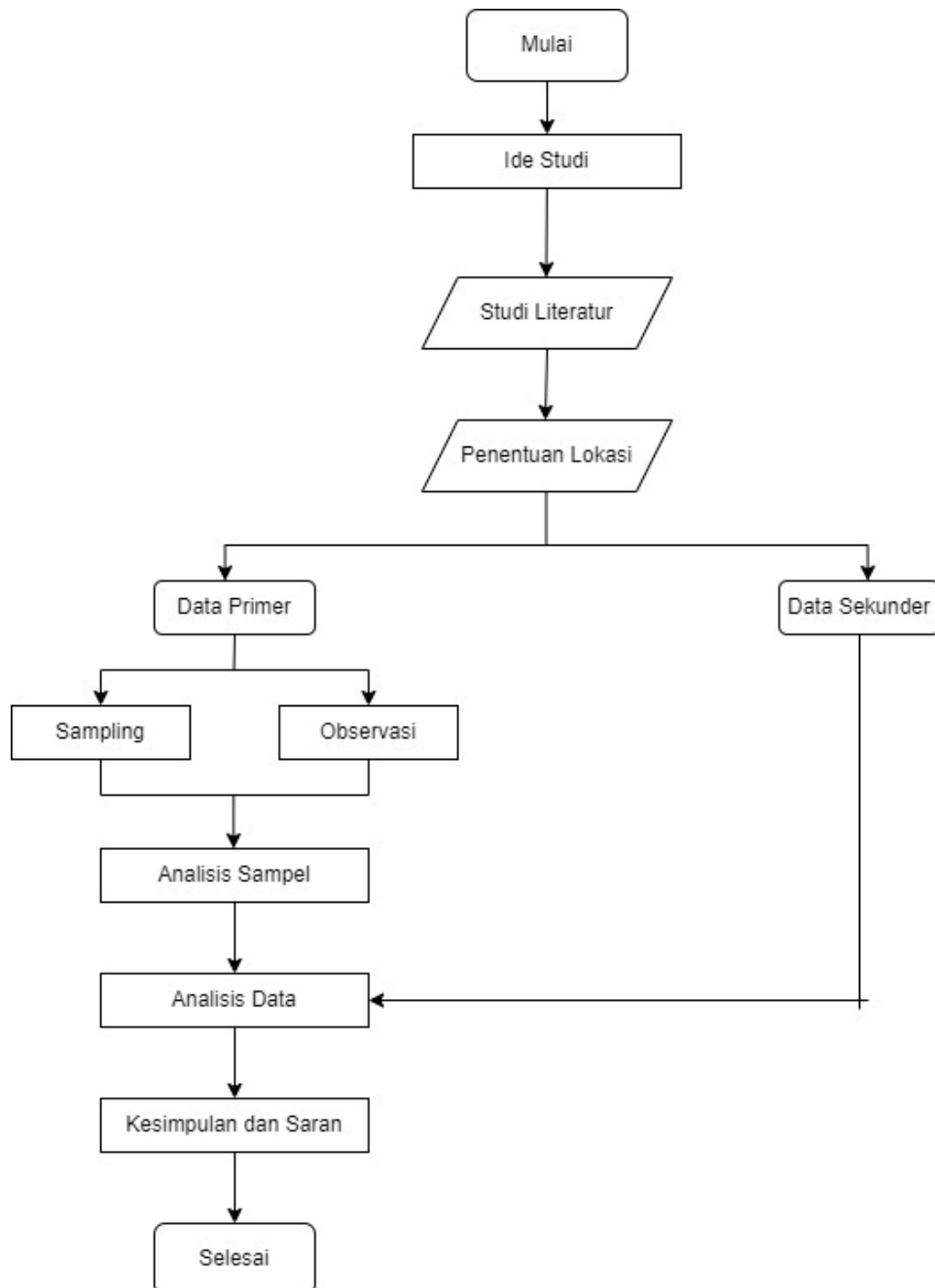
	sebesar 49,36 ppm. Peningkatan logam berat Cu dengan kombinasi pemupukan organik dan anorganik.
--	---

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

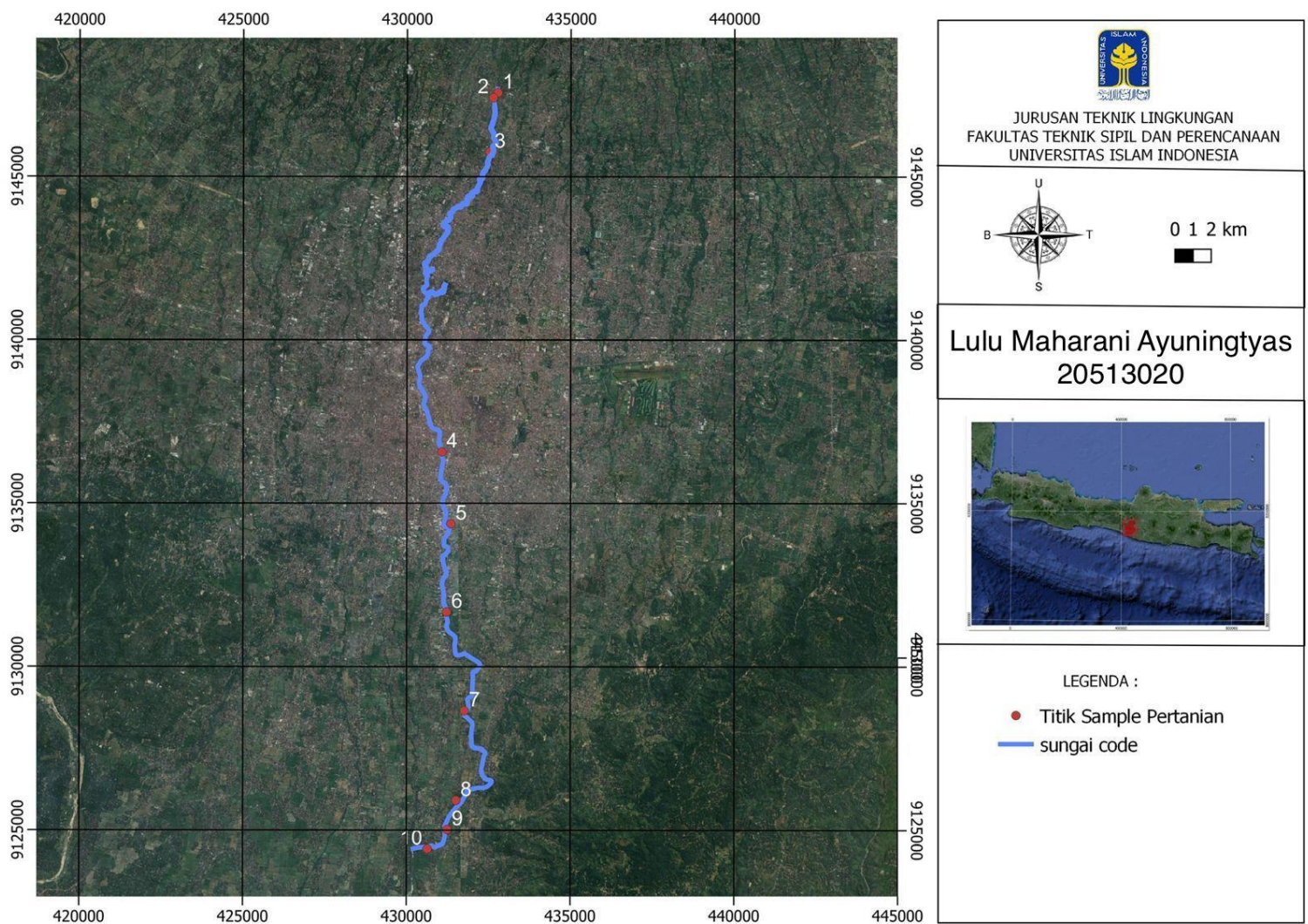
Berikut adalah diagram alir yang menunjukkan gambaran tahapan penelitian ini yaitu:



Gambar 3.1 Tahap Alur Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pemilihan lokasi penelitian dilakukan dengan cara purposive sampel dengan cara cluster. Purposive merupakan pemilihan lokasi secara sengaja dipilih atau pemilihan lokasi dilakukan atas dasar pertimbangan peneliti yang menganggap unsur-unsur yang dikehendaki telah ada dalam lokasi yang diambil. Jumlah titik pengambilan sampel berjumlah 10 titik dengan lokasi yang berbeda-beda. Pemilihan titik ini didasari oleh adanya aktivitas pertanian di sekitar sungai yang dapat di lihat menggunakan Google Earth. Setelah itu titik yang sudah dipilih diolah hingga menjadi peta titik lokasi pengambilan sampel menggunakan aplikasi QGIS atau *Quantum Geographic Information System* versi 3.20.3. Berikut merupakan peta lokasi pengambilan sampel yang akan dilakukan di sepanjang Sungai Code.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampling

Tabel 3.1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel

Titik Sampling	Lokasi	Bujur	Wilayah Kota/Kabupaten
1	Prumpung, Sardonoarjo	110 derajat 23 menit 24.82 detik Bujur Timur (110°23'24.82"BT)	Sleman
2	Tambak Rejo, Sariharjo	110 derajat 23 menit 21.47 detik Bujur Timur (110°23'21.47"BT)	Sleman
3	Ngentak, Sunduharjo	110 derajat 23 menit 15.89 detik Bujur Timur (110°23'15.89"BT)	Sleman
4	Jl. Taman Siswa, Wirogunan	110 derajat 22 menit 28.86 detik Bujur Timur (110°22'28.86"BT)	Kota Yogyakarta
5	Sorosutan, Kec Umbulharjo	110 derajat 22 menit 37.32 detik Bujur Timur (110°22'37.32"BT)	Kota Yogyakarta
6	Glagah Kidul, Tamanan	110 derajat 22 menit 33.89 detik Bujur Timur (110°22'33.89"BT)	Bantul
7	Cembing, Trimulyo	110 derajat 22 menit 51.67 detik Bujur Timur (110°22'51.67"BT)	Bantul
8	Kiyaran, Sumberagung	110 derajat 22 menit 43.06 detik Bujur Timur (110°22'43.06"BT)	Bantul
9	Dukuh, Kb. Agung	110 derajat 22 menit 34.68 detik Bujur Timur (110°22'34.68"BT)	Bantul
10	Karangtalun, Kec Imogiri	110 derajat 22 menit 13.05 detik Bujur Timur (110°22'13.05"BT)	Bantul

Pengambilan sampel tanah dilakukan di tiga zona berbeda-beda. Penentuan zona berdasarkan batas wilayah yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Pada Kabupaten Sleman ditentukan berdasarkan lahan pertanian yang ada dengan jarak 100-meter dari Sungai Code. Pada Kabupaten Sleman terdapat 3 titik sampling. Untuk bagian Kota Yogyakarta juga ditentukan berdasarkan lokasi lahan pertanian yang ada 100 meter di sepanjang Sungai Code. Di Kota Yogyakarta hanya sedikit masyarakat yang memanfaatkan lahannya untuk kegiatan pertanian. Oleh karena itu, hanya terdapat 2 titik sampling di bagian kota. Dan zona terakhir yaitu hilir Sungai Code yaitu Kabupaten Bantul, di mana pada lokasi ini Masyarakat banyak memanfaatkan lahannya untuk kegiatan pertanian. Sehingga pada bagian hilir terdapat 5 titik sampling. Dengan demikian titik – titik sampling ini dapat dijadikan lokasi titik sampling untuk mengetahui kandungan mikroplastik dan logam berat yang ada di lahan pertanian di sekitar Sungai Code.

Analisis mikroplastik dan logam berat pada lahan pertanian sekitar Sungai Code dilakukan di Laboratorium Analisis Risiko Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel sedimen di lahan pertanian Sepanjang Sungai Code dilakukan pada tanggal 8-10 Maret 2024 pada musim Hujan. Kemudian untuk proses pengujian sampel dilakukan pada tanggal 14 Maret 2024 hingga 20 Mei 2024.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan 2 cara yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer meliputi observasi titik lokasi sampling, pengambilan dan penyimpanan sampel, dan pengujian sampel. Sumber dari sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu berasal dari 10 titik sampling yang sudah disebutkan diawal. Pengambilan titik sampel dilakukan pada setiap lahan pertanian disepanjang Sungai Code dengan menggunakan metode clustering.

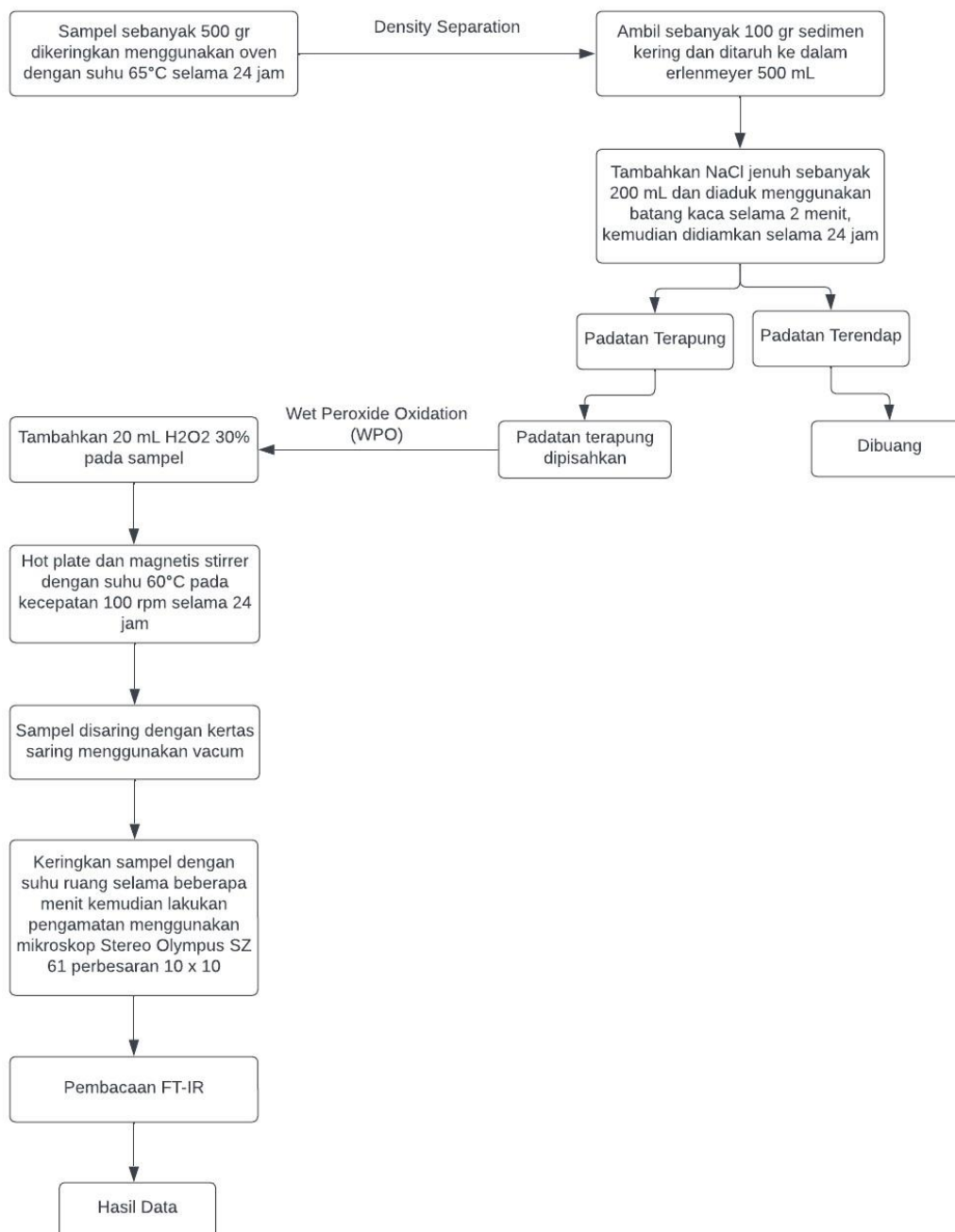
3.3.1 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan untuk menunjang penelitian ini yaitu berasal dari jurnal dan penelitian yang telah dipublikasi sebagai acuan yang digunakan dalam penelitian ini. Adapun studi literatur yang digunakan yaitu penelitian *Impact of plastic film mulching on microplastic in farmland soils in Guangdong province, China* oleh B. Long (2023) yang membahas tentang sumber polusi mikroplastik di tanah pertanian. Adapun sumber polusi

tersebut yaitu mulsa film plastik. mulsa diketahui memiliki dampak langsung yang terbatas terhadap akumulasi mikroplastik. Penelitian menunjukkan adanya korelasi positif antara residu makroplastik dan intensitas penggunaan film mulsa, namun tidak ada korelasi signifikan antara residu makroplastik dan mikroplastik. Selain itu, polietilen menyumbang sebagian kecil mikroplastik dan menimbulkan risiko lingkungan yang rendah baik pada tanah yang diberi mulsa maupun tanpa mulsa. Selanjutnya yaitu penelitian *Assessment of microplastics contamination on agricultural farmlands in central Bangladesh* oleh Maliha dkk (2022) penelitian ini menganalisis kontaminasi mikroplastik di empat lahan pertanian berbeda menggunakan analisis stereomikroskopik dan spektroskopi (ATR-FTIR). Total 32 sampel dikumpulkan dan dianalisis kontaminasi mikroplastik di lahan pertanian. Fragmen merupakan mikroplastik yang dominan dibandingkan mikroplastik lainnya (film, fiber, dan spherule).

1. Metode Pengujian Mikroplastik

Pada pengujian sampel ini akan mengacu pada *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) yang dimodifikasi. Adapun alur pengujian sampel yang dilakukan adalah sebagai berikut:

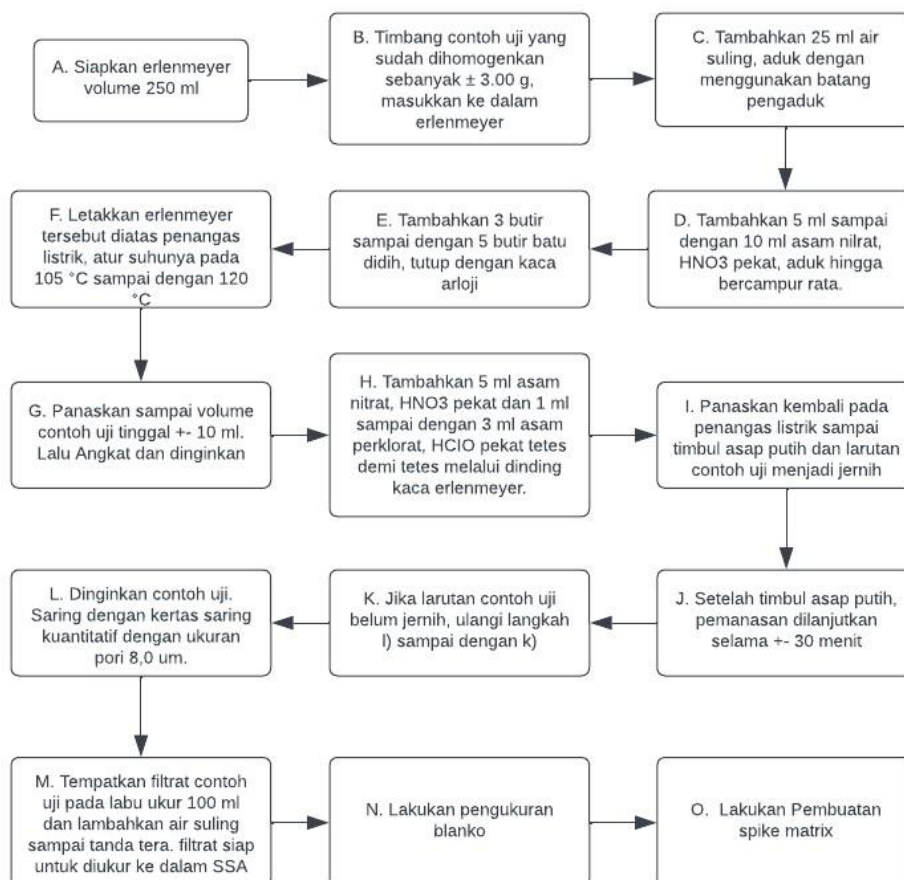


Gambar 3.3 Diagram Alur Pengujian Sampel Mikroplastik FT-IR

Hasil identifikasi jenis mikroplastik menggunakan alat *Spectrophotometer Fourier Transform Infra-Red* (FT-IR) yang akan ditampilkan dalam bentuk diagram panjang gelombang hasil mikroskopi, sedangkan untuk data jumlah dan bentuk mikroplastik akan disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik. Banyaknya mikroplastik di sedimen dinyatakan dalam partikel/gram.

2. Metode Pengujian Logam Berat

Sedangkan untuk menentukan kandungan logam berat yang ada pada lahan pertanian tersebut menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Pengujian sampel ini mengacu pada SNI 06-6992.3-2004 untuk logam Pb dan SNI 06-6992.5-2004 untuk logam Cu. Adapun alur pengujian sampel yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.4 Diagram Alur Pengujian Sampel Mikroplastik AAS

3.3.2 Pengumpulan Data Primer

Sampel yang akan diambil yaitu sedimen pada lahan pertanian yang berada 100 meter dari Sungai Code Yogyakarta dimulai dari bagian hulu sungai yaitu di Kabupaten Sleman hingga ke bagian hilir sungai yaitu di Kabupaten Bantul. Sampel tersebut diambil pada saat pagi hari hingga sore. Pengambilan sampel sedimen menggunakan sekop kayu. Setiap titik sampling diambil sampel sedimen sebanyak 1 Kg basah (Rahmadhani, 2019).

Sampel sedimen yang diambil pada tiap titik sampling penelitian ini adalah sedimen dengan kedalaman 20-30 cm. Hal ini dilakukan karena pada penelitian Lestari dkk., (2019) menyebutkan bahwa mikroplastik pada kedalaman 20-30 cm memiliki kepadatan yang lebih besar dari pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm. Sampel yang sudah didapat kemudian disimpan pada wadah yang berbahan aluminium atau botol kaca kemudian diberi label pertitik sampling dan dimasukkan ke dalam cooler box. Sampel tidak perlu dilakukan pengawetan karena karakteristik dari mikroplastik cenderung lama terdegradasi. Karena sifat mikroplastik terdegradasi dalam kurun waktu yang cukup lama, maka sampel tidak perlu dilakukan pengawetan (Putro, 2021).



Gambar 3.5 Proses Pengambilan Sampel : (1) Pengambilan sampel dengan menggunakan sekop kayu. (2) Pemberian label pada sampel

Adapun cara pengambilan sampel tanah pada lahan pertanian dapat dilihat pada **Gambar 3.7**. Pada setiap lokasi dibagi menjadi 5 titik yaitu ada di titik kanan atas dan bawah, titik kiri atas dan bawah, dan terakhir yaitu yang berada di tengah. Pada tiap titik diambil sebanyak 300 gram tanah kemudian dikumpulkan menjadi satu dan dihomogenkan. Setelah itu, diambil 1000 gram tanah yang sudah dihomogenkan tersebut dan kemudian dimasukkan kedalam pouch aluminium.



Gambar 3.6 Cara Pengambilan Sampel Tanah Lahan Pertanian

3.4 Analisis Sampel

3.4.1 Preparasi Sampel Pengujian Mikroplastik

a. Alat dan Bahan

Adapun alat laboratorium yang diperlukan untuk menganalisis sampel adalah loyang oven, oven, sendok kayu, pengaduk kaca, ayakan 5 mesh, hotplate stirrer, magnetic stirrer, neraca analitik, vakum filter, gelas beaker (250 ml ; 500 ml), erlenmeyer 250 ml, labu ukur 250 ml, pipet ukur 100 ml, karet hisap, corong kaca, cawan petri, preparat, mikroskop merk Nikon Photomicroscop dan Fourier Transform Infra Red (FT-IR) merk IRTracer-100.

Bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian 1 sampel mikroplastik ini adalah larutan 200 ml NaCl jenuh yang berfungsi untuk meningkatkan densitas pada larutan sehingga dapat meningkatkan ketidaklarutan mikroplastik dan dapat juga mencegah agregasi, 20 ml larutan H₂O₂ 30% yang berfungsi sebagai pengoksidasi bahan organik untuk pembersihan sampel dan pemisahan fraksi antara mikroplastik dan tanah, 100 ml aquades, alumunium foil, dan 1 kertas saring glass microfiber (GF/B) Whatman CAT No. 1821-047 berdiameter 47 mm dengan ukuran pori 1.0 µm.

b. Pengeringan Sampel

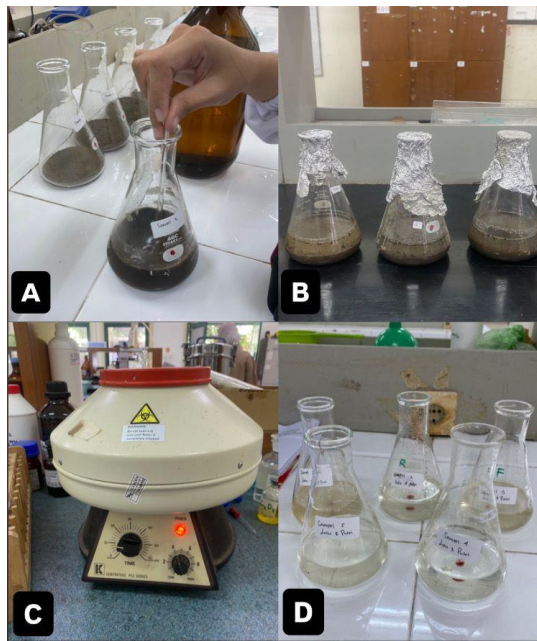
Untuk proses pengeringan sampel sedimen menggunakan oven dengan suhu 65°C selama 24 jam hingga sampel kering sempurna. Hal ini dilakukan bertujuan agar memudahkan sampel ketika proses pengayakan. Sebelumnya, sampel ditimbang sebanyak 500 gram kemudian diletakkan diatas loyang oven yang telah dilapisi alumunium foil. Setelah itu, sampel diratakan dan dimasukkan kedalam oven selama 24 jam. Setelah 24 jam, sampel dikeluarkan dari oven dan didinginkan pada suhu ruang, lalu sampel diayak menggunakan ayakan berukuran 5 mesh. Proses pengayakan bertujuan untuk memisahkan sedimen dan plastik yang berukuran makro. Terakhir, sampel ditimbang sebanyak 100 gram untuk pengujian mikroplastik dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 ml, serta 3 gram dimasukkan ke erlenmeyer 250 ml untuk pengujian logam berat.



Gambar 3.7 Proses Pengeringan Sampel : (A) Sampel Sebelum di Oven, (B) Sampel di Oven, (C) Sampel di Ayak, dan (D) Sampel Kering di Erlenmeyer

c. *Density separation*

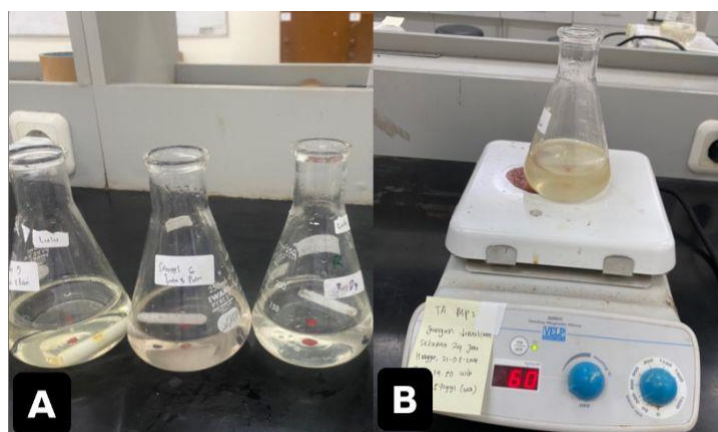
Density separation merupakan proses pemisahan antara mikroplastik dan sedimen dengan memanfaatkan perbedaan densitas atau berat jenis. Proses ini dilakukan dengan menambahkan larutan NaCl jenuh yaitu 33 gram NaCl didalam 100 ml aquades. NaCl jenuh digunakan untuk mempercepat proses pemisahan antara mikroplastik yang memiliki densitas yang rendah dengan NaCl yang memiliki densitas yang lebih tinggi. Selain itu juga dapat mempercepat proses sedimentasi sedimen yang memiliki densitas yang lebih tinggi dibanding NaCl. Adapun proses dari *density separation* yaitu menambahkan 200 ml larutan NaCl jenuh kedalam erlenmeyer yang sudah berisi 100 gram sedimen kering. Setelah itu, sampel diaduk menggunakan batang kaca selama 2 menit hingga sedimen dan larutan tercampur sempurna. Kemudian sampel ditutup rapat menggunakan alumunium foil selama 24 jam. Setelah 24 jam, sampel dipisahkan antara yang mengapung dan yang mengendap. Sampel yang mengendap dibuang dan yang diambil yaitu supernatant. Lalu, supernatant tersebut di *centrifuge* selama 15 menit dengan kecepatan 4000 rpm (*speed 4*) untuk memisahkan partikel yang masih terbawa. Setelah itu, sampel diambil sebanyak 100 ml dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml untuk selanjutnya dilakukan proses WPO.



Gambar 3.8 Proses Density Separation : (A) Penambahan NaCl Jenuh, (B) Sampel Setelah 24 jam, (C) Proses *Centrifuge*, dan (D) Sampel Setelah di *Centrifuge*

d. *Wet Peroxide Oxidation (WPO)*

WPO merupakan proses untuk menghilangkan senyawa organik pada sampel. Proses WPO dilakukan dengan menambahkan H_2O_2 30% sebanyak 20 ml kedalam Erlenmeyer yang telah berisi sampel dari proses density separation sebelumnya. Setelah itu masukkan 1 buah magnetic stirrer kedalam Erlenmeyer, kemudian taruh diatas hot plate dengan suhu $60^{\circ}C$ dan kecepatan 100 rpm selama 24 jam.



Gambar 3.9 Proses WPO : (A) Sampel sebelum di *hot plate* dan (B) Sampel saat di *hot plate*

e. Penyaringan (Filtrasi)

Filtrasi atau penyaringan merupakan tahapan terakhir pada preparasi sampel yang bertujuan untuk menyaring partikel mikroplastik pada sampel uji. Penyaringan ini menggunakan kertas saring jenis *glass microfiber* (GF/B) whattman CAT No. 1821-047 dengan diameter 47 mm dan ukuran pori 1.0 μm . Pada proses penyaringan menggunakan alat vakum yang bertujuan untuk mempercepat proses penyaringan. Penyaringan dilakukan dengan memasang *rubber cone* pada *filter flask*, kemudian kertas saring tersebut ditaruh diatas *rubber cone*. Setelah itu pasang *buchner funnel* diatas kertas saring, dan terakhir sambungkan pompa vakum menggunakan selang yang dipasangkan pada *filter flask pump*. vakum siap digunakan dengan menyalakan tombol on pada pompa vakum dan sampel dituangkan kedalam vakum secara perlahan hingga sampel habis. Selanjutnya, kertas saring tersebut diletakan ke dalam cawan petri seperti dan dikeringkan dengan suhu ruang hingga benar-benar kering. Tahap selanjutnya untuk pengujian mikroplastik adalah pengujian dengan menggunakan mikroskop Olympus U-TVO.5XC-3 perbesaran 10x10 dan instrument FT-IR.



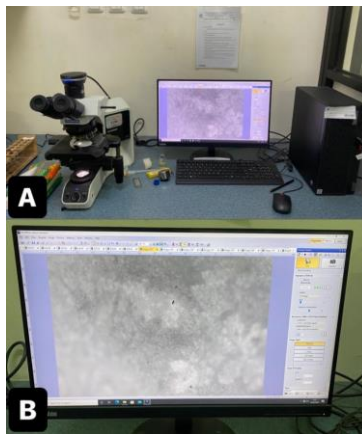
Gambar 3.10 Proses Penyaringan : (1) Penyaringan menggunakan Vacuum, (2) Hasil penyaringan

3.4.2 Analisis Sampel Pengujian Mikroplastik

a. Pengujian Sampel Menggunakan Mikroskop

Pengujian mikroplastik ini menggunakan mikroskop Olympus U-TVO.5XC-3. Penggunaan mikroskop bertujuan untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik berdasarkan jumlah, jenis, ukuran, dan warna yang terdapat pada sampel uji. Pengujian sampel dilakukan dengan perbesaran 10x10, karena pada perbesaran

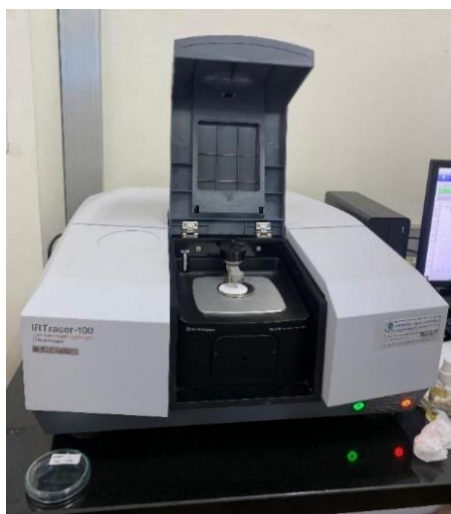
tersebut mikroplastik mudah untuk diamati. Adapun jenis mikroplastik yang terlihat pada sampel uji adalah pellet, fragment, fiber/filamen, dan film. Sedangkan warna mikroplastik yang ditemukan pada sampel yaitu hitam, transparan/abu-abu, merah, hijau, biru, coklat, merah muda/pink, dan kuning. Untuk memudahkan proses pengamatan pada mikroskop, sampel kertas saring dibagi menjadi 4 (empat) kuadran. Adapun cara yang dilakukan untuk menentukan jumlah, jenis, ukuran, dan warna mikroplastik yaitu dengan melihat hasil jepretan gambar satu persatu dan membandingkannya.



Gambar 3.11 Mikroskop : (A) Mikroskop Olympus, (B) Hasil pembacaan mikroskop

b. Pengujian Sampel Menggunakan FT-IR

Fourier Transform Infra Red (FT-IR) berfungsi untuk mengidentifikasi senyawa polimer yang terkandung dalam mikroplastik. FT-IR yang digunakan yaitu FT-IR racer-100 yang terdapat di Laboratorium Kualitas Lingkungan. Adapun cara penggunaan FT-IR yaitu dengan menghubungkannya dengan komputer untuk mengamati grafik hasil pengujian senyawa polimer. Sebelum menggunakan FT-IR, seluruh alat uji terlebih dahulu dilap menggunakan larutan alkohol untuk mensterilkannya, setelah itu kertas saring ditaruh dibagian sampel dan FT IR siap menganalisis senyawa polimer, secara otomatis akan dikonversi pada layar komputer. Pada saat gelombang terdeteksi, akan disesuaikan pada library yang terdapat pada instrument untuk memperoleh data senyawa polimer yang teridentifikasi dari sampel kertas saring. Penggunaan Spektrofotometri FT-IR dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Spektrofotometri FT-IR (IRTracer-100)

Tabel 3.2 Penentuan Jenis Polimer Berdasarkan Peak Gelombang FTIR

No	Jenis Polimer	Characteristic Peaks (cm ⁻¹)	Assignment
1	Nylon	3298 2932 2858 1634 1538 1464 1372 1274 1199 687	N-H stretching CH stretching CH stretching C = O stretching NH bending, C-N bending CH ₂ bending CH ₂ bending NH bending, C-N stretching CH ₂ bending NH bending, C=O bending
2	Polypropylene	2950 2915 2838 1455 1377 1166 997 972 840 808	C-H stretching C-H stretching C-H stretching CH ₂ bending CH ₂ bending CH bending, CH ₃ rocking C-C stretching CH ₃ rocking, CH ₃ bending CH bending CH ₃ rocking, C-C stretching, CH ₂ rocking, C-CH ₃ stretching CH ₂ rocking, C-C stretching, C-CH stretching
3	Polystyrene	3024 2847 1601 1492 1451	Aromatic C-H stretching C-H stretching Aromatic ring stretching Aromatic ring stretching CH ₂ bending

No	Jenis Polimer	Characteristic Peaks (cm ⁻¹)	Assignment
		1027 694 537	Aromatic CH bending Aromatic CH out-of-plane bending Aromatic ring out-of-plane bending
4	Low Density Polyethylene (LDPE)	2915 2845 1467 1462 1377 730 717	C-H stretching C-H stretching CH ₂ bending CH ₂ bending CH ₂ bending CH ₂ rocking CH ₂ rocking
5	Polyvinyl Chloride (PVC)	1427 1331 1255 1099 966 616	CH ₂ bending CH bending CH bending C-C stretching CH ₂ rocking C-Cl stretching

(Sumber: Veerasingam, 2021)

3.4.3 Preparasi Sampel Pengujian Logam

a. Alat dan Bahan

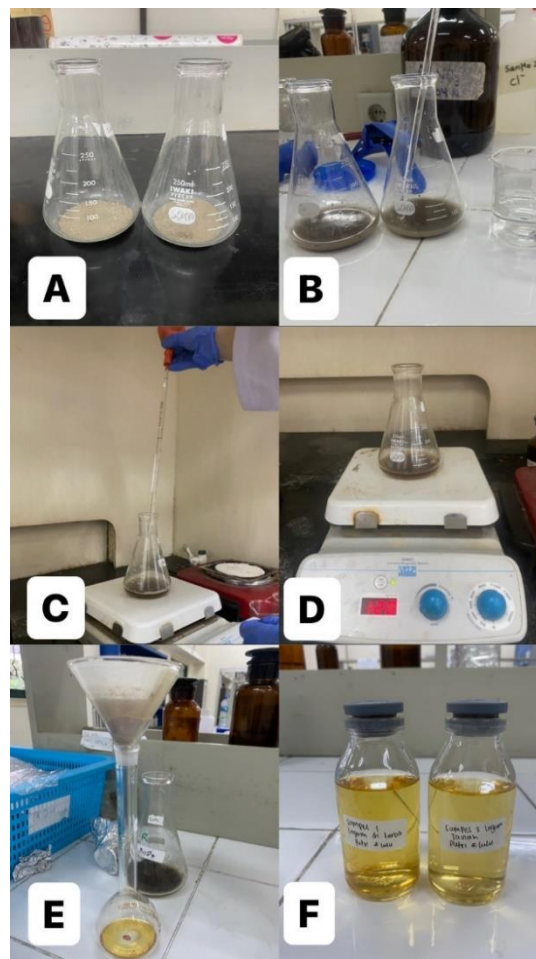
Sedangkan alat laboratorium yang diperlukan untuk menganalisis sampel logam berat yaitu sendok kayu, pengaduk kaca, hotplate stirrer, neraca analitik, gelas beaker 100 ml, erlenmeyer 250 ml, labu ukur 100 ml, pipet ukur 10 ml dan 5 ml, karet hisap, corong kaca, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) AS-01.00.00.

Bahan-bahan yang digunakan untuk pengujian 1 sampel logam berat ini adalah, larutan 15 ml HNO₃ yang berfungsi sebagai senyawa pemutus ikatan pada senyawa kompleks organologam, 5 ml HClO₄ pekat yang berfungsi sebagai pengoksidator dalam memecah senyawa organik dan anorganik yang dapat mengikat logam berat dan dapat mempercepat proses destruksi, 100 ml aquades, aluminium foil, dan 1 kertas saring kuantitatif dengan ukuran pori 8.0 µm.

b. Logam Berat pada Sedimen

Pengujian sampel logam berat pada sedimen ini mengacu pada SNI 06-6992.3-2004 untuk logam Pb dan SNI 06-6992.5-2004 untuk logam Cu. Sampel

sedimen ditimbang sebanyak 20 gram menggunakan neraca analitik. Sampel tersebut dimasukkan kedalam Erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 25 ml aquadest kedalam Erlenmeyer. Sampel diaduk hingga tercampur rata, kemudian sampel ditaruh diatas hotplate yang berada di lemari asam, Tambahkan HNO_3 sebanyak 10 ml, kemudian dipanaskan dengan suhu 120°C hingga sampel tersisa 10 ml. Setelah itu, sampel ditambahkan 5 ml HNO_3 dan 3 ml HClO_4 , lalu dipanaskan lagi selama 30 menit. Setelah 30 menit, sampel disaring menggunakan kertas saring dan labu ukur 100 ml. Terakhir, tambahkan aquadest hingga sampel berada pada batas tera.



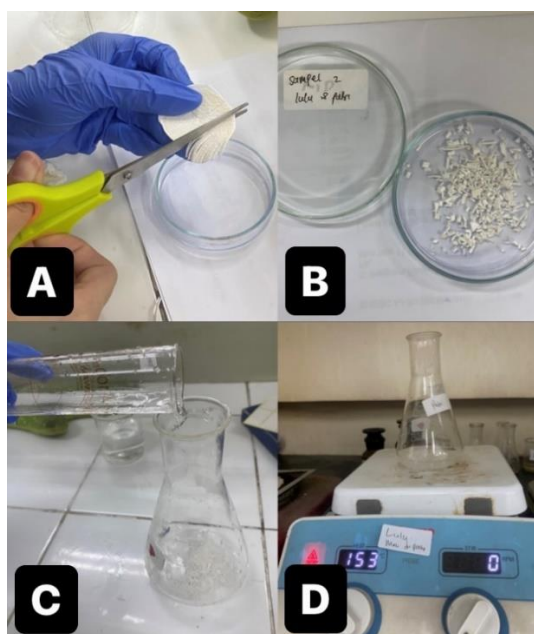
c.

Gambar 3.13: (A) Sampel tanah 5 gr, (B) Penambahan aquadest 25 ml, (C) Penambahan HNO_3 dan HClO_4 , (D) Pemanasan dengan suhu 120°C , (E) Penyaringan, (F) Sampel siap di AAS

c. Logam Berat pada Mikroplastik

Pengujian sampel logam berat pada mikroplastik ini mengacu pada SNI 06-6992.3-2004 untuk logam Pb dan SNI 06-6992.5-2004 untuk logam Cu. Sampel kertas saring digunting kecil-kecil menggunakan gunting dan dimasukkan kedalam

Erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan 25 ml aquadest kedalam Erlenmeyer. Sampel diaduk hingga tercampur rata, kemudian sampel ditaruh diatas hotplate yang berada di lemari asam, Tambahkan HNO_3 sebanyak 10 ml, kemudian dipanaskan dengan suhu 120°C hingga sampel tersisa 10 ml. Setelah itu, sampel ditambahkan 5 ml HNO_3 dan 3 ml HClO_4 , lalu dipanaskan lagi selama 30 menit. Setelah 30 menit, sampel disaring menggunakan kertas saring dan labu ukur 100 ml. Terakhir, tambahkan aquadest hingga sampel berada pada batas tera.



Gambar 3.14: (A) Pengguntingan kertas saring, (B) Kertas saring yang sudah digunting, (C) Penambahan aquadest 25 ml, (D) Proses pemanasan dengan suhu 120°C

3.4.4 Analisis Sampel Pengujian Logam

Analisis logam Cu dan Pb menggunakan bantuan alat AAS series GBC Sigma Avanta A 6840. Panjang gelombang yang digunakan berdasarkan SNI 06-6992-2004 yaitu Cu 324,7 nm dan Pb 283,3 nm. Adapun cara kerja dari Atomic Absorption Spectrophotometer ini yaitu adanya interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. ASS sangat tepat digunakan untuk metode analisis zat pada konsentrasi rendah. Komponen kunci metode ASS adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel (Khopkar, 2008).



Gambar 3.15 Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) Flame

3.5 Analisis Data

3.5.1 Analisis Data Statistik Deskriptif

1. Pengujian Mikroplastik

Data yang dianalisis adalah data hasil pengamatan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10 kali kemudian dianalisis secara deskriptif. Analisis deskriptif pada penelitian ini yaitu dengan mendeskripsikan keberadaan dan kelimpahan mikroplastik per 100 gram sedimen kering dengan rumus :

$$\text{Jumlah Mikroplastik} \left(\frac{\text{Partikel}}{100 \text{ gr Sedimen Kering}} \right) = \frac{\text{Jumlah Mps pada Sedimen (Partikel)}}{100 \text{ gr Sedimen Kering (gr)}}$$

Dan untuk kelimpahan mikroplastik dengan rumus :

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} \left(\frac{\text{Partikel}}{\text{kilogram}} \right) = \frac{\text{Jumlah Mps pada Sedimen (Partikel)}}{100 \text{ gr Sedimen Kering (gr)}} \times 10$$

Serta mengamati jenis dan warna pada masing – masing lokasi dan waktu serta persebaran mikroplastik di setiap titik di lahan pertanian sepanjang Sungai Code. Mikroplastik memiliki berbagai macam jenis seperti pellet, fragment, fiber, film, filament, dan foam. Mikroplastik juga memiliki berbagai macam warna seperti hitam, biru, putih, transparan, merah, hijau dan lain sebagainya. Pada analisis data jenis dan warna mikroplastik dapat berupa jumlah dan persentase. Pada perhitungan persentase jenis dan warna menggunakan rumus berikut :

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}}{\text{Jumlah Keseluruhan Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}} \times 100\%$$

2. Pengujian Logam

Adapun rumus yang digunakan untuk menganalisis data perhitungan kadar logam berat adalah sebagai berikut :

- a. Perhitungan berat kering :

$$Cx = \frac{C \times V \times fp}{B (1 - Ka (100))}$$

- b. Perhitungan berat basah :

$$Cx = \frac{C \times V \times fp}{B}$$

Catatan:

Cx : Kadar Logam Berat dalam Sedimen (ug/g)

C : Kadar Logam Berat dari Kurva Kaliibrasi (ug/ml)

V : Volume Akhir (ml)

B : Berat Contoh Uji (g)

Ka : Kadar Air (%)

fp : Faktor Pengenceran (Jika tidak ada maka fp = 1)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Kondisi Wilayah

Lokasi pengambilan sampel sedimen dilakukan di 10 titik pada 08-10 Februari 2024 pada musim kemarau. Lokasi pengambilan sampel dan deskripsi pada tiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Deskripsi Lokasi Sampling

Titik Sampel	Lokasi	Deskripsi Lokasi	Dokumentasi
Sleman	Prumpung, Sardonoharjo	Lokasi titik sampling pertama ini yaitu lahan pertanian Mbah Tumpuk. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 08.45 WIB dengan suhu 28°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi sedikit basah dan lembab. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 5 tahun terakhir oleh Mbah Tumpuk yaitu padi. Jenis pupuk yang digunakan adalah urea ponska dan pupuk kandang. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan untuk sumber pengairan berasal dari Sungai Code. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar. lokasi titik sampel ini juga berada dekat dengan permukiman warga, peternakan ayam, dan juga dekat dengan rumah makan.	

<p>Tambak Rejo, Sariharjo</p>	<p>Lokasi titik sampling kedua yaitu lahan pertanian Pak Tugimin. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 09.05 WIB dengan suhu 28°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi sedikit basah dan lembab. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 5 tahun terakhir oleh Pak Tugimin yaitu padi, cabe, dan singkong. Jenis pupuk yang digunakan adalah NPK dan pupuk kandang. Khusus penanaman cabe menggunakan plastik mulsa dan pestisida yang lebih banyak. Selain itu, dalam pengolahan tanahnya juga menggunakan mesin pembajak. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan untuk sumber pengairan berasal dari Sungai Code. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar.</p>	
<p>Ngentak, Sunduharjo</p>	<p>Lokasi titik sampling ketiga yaitu lahan pertanian Ibu Kiki. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 09.50 WIB dengan suhu 30°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi sedikit lembab. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 4 tahun terakhir oleh Ibu Kiki yaitu jambu kristal. Jenis pupuk yang digunakan adalah NPK, urea, biowash, <i>eco-enzym</i>, dan pupuk kandang. Pada proses pembuahan menggunakan kantong plastik untuk menutupi buah agar tidak dimakan oleh hama. Selain itu, dalam pengolahan tanahnya juga menggunakan mesin pembajak dan mesin rumput. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan untuk sumber pengairan berasal dari air sumur bor. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar.</p>	

Kota Yogyakarta	Jl. Taman Siswa, Wirogunan	<p>Lokasi titik sampling keempat yaitu lahan pertanian Pak Panut. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 13.50 WIB dengan suhu 30°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi sedikit basah dan lembab. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 5 tahun terakhir oleh Pak Panut yaitu padi. Jenis pupuk yang digunakan adalah NPK dan urea. Pada saat musim panen menggunakan terpal dan karung sebagai tempat pemisahan padi dan jerami. Selain itu, dalam pengolahan tanahnya juga menggunakan mesin pembajak. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan untuk sumber pengairan berasal dari Sungai Code. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar.</p>	
	Sorosutan, Kec Umbulharjo	<p>Lokasi titik sampling kelima yaitu lahan pertanian Pak Kardi. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 43.15 WIB dengan suhu 30°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi lembab. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 5 tahun terakhir oleh Pak Kardi yaitu padi. Jenis pupuk yang digunakan adalah NPK dan urea. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan permukiman warga, sedangkan sumber pengairan berasal dari Sungai Code. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar.</p>	

Bantul	Glagah Kidul, Tamanan	<p>Lokasi titik sampling keenam yaitu lahan pertanian Ibu Rasmi. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 12.00 WIB dengan suhu 31°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi sedikit basah dan lembab. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 5 tahun terakhir oleh Ibu Rasmi yaitu padi. Jenis pupuk yang digunakan adalah KCl dan urea. Pada saat musim panen menggunakan terpal dan karung sebagai tempat pemisahan padi dan jerami. Selain itu, dalam pengolahan tanahnya juga menggunakan mesin pembajak. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan untuk sumber pengairan berasal dari Sungai Code. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar.</p>	
	Cembing, Trimulyo	<p>Lokasi titik sampling ketujuh yaitu lahan pertanian Pak Miran. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 13.50 WIB dengan suhu 31°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi lembab. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 5 tahun terakhir oleh Pak Miran yaitu padi. Jenis pupuk yang digunakan adalah Ponska, Zet A, dan urea. Pada saat musim panen menggunakan terpal dan karung sebagai tempat pemisahan padi dan jerami, serta menggunakan terpal untuk menutupi barang-barang dan alat pertanian. Selain itu, dalam pengolahan tanahnya juga menggunakan mesin pembajak. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan untuk sumber pengairan berasal dari Sungai Code. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar.</p>	

	<p>Kiyaran, Sumberagung</p>	<p>Lokasi titik sampling kedelapan yaitu lahan pertanian Pak Tuhatman. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 15.00 WIB dengan suhu 31°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi basah. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 5 tahun terakhir oleh Pak Tuhatman yaitu padi. Jenis pupuk yang digunakan adalah NPK dan urea. Selain itu, dalam pengolahan tanahnya juga menggunakan mesin pembajak. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan untuk sumber pengairan berasal dari Sungai Code. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar.</p>	
	<p>Dukuh, Kb. Agung</p>	<p>Lokasi titik sampling kesembilan yaitu lahan pertanian Pak Sutrisno. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 15.30 WIB dengan suhu 30°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi basah. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 5 tahun terakhir oleh Pak Sutrisno yaitu padi. Jenis pupuk yang digunakan adalah KCl dan urea. Pada saat musim panen menggunakan terpal dan karung sebagai tempat pemisahan padi dan jerami, serta menggunakan sepatu boat berbahan plastik. Selain itu, dalam pengolahan tanahnya juga menggunakan mesin pembajak. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan untuk sumber pengairan berasal dari Sungai Code. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar.</p>	

Karangtalun, Kec
Imogiri

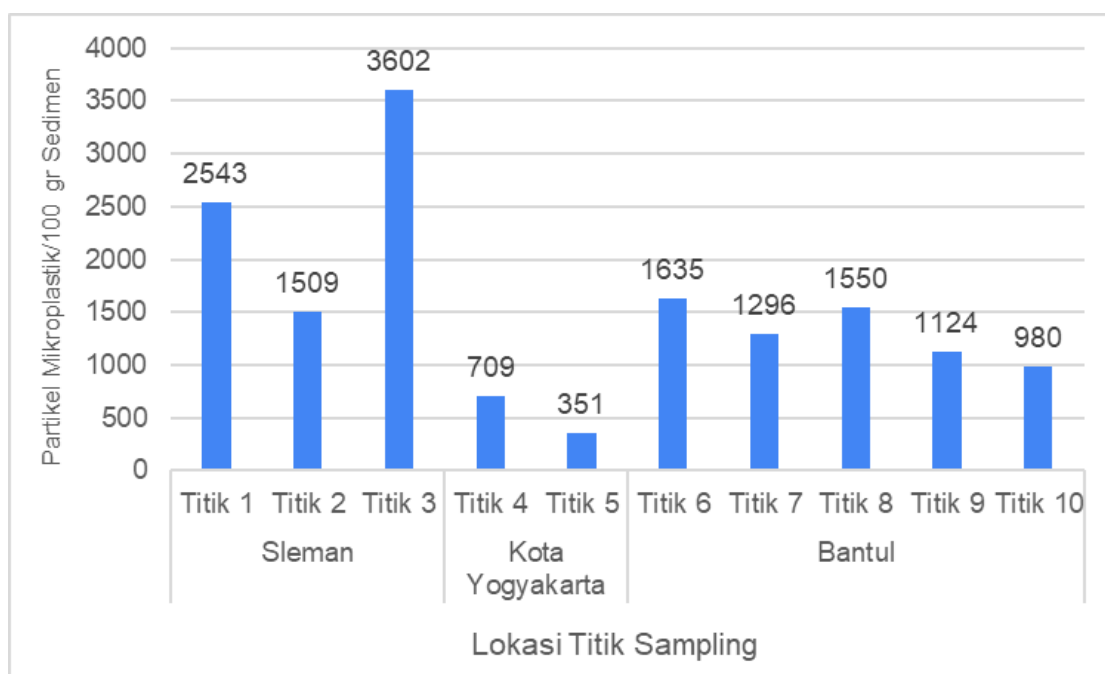
Lokasi titik sampling keenam yaitu lahan pertanian Ibu Parsinem. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 16.25 WIB dengan suhu 30°C dan kondisi tanah pada saat itu dalam kondisi basah. Adapun jenis tanaman yang ditanam dalam kurun waktu 5 tahun terakhir oleh Ibu Parsinem yaitu padi. Jenis pupuk yang digunakan adalah urea. Pada saat musim panen menggunakan terpal dan karung sebagai tempat pemisahan padi dan jerami. Selain itu, dalam pengolahan tanahnya juga menggunakan mesin pembajak. Lokasi lahan pertanian juga tidak jauh dari Sungai Code dan untuk sumber pengairan berasal dari Sungai Code. Pengelolaan sampah pertanian yaitu dengan cara dikumpulkan terlebih dahulu dan apabila sudah terkumpul banyak, lalu dibakar.



4.2 Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Warna dan Bentuk, Polimer

4.2.1 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Berdasarkan hasil uji dan pengamatan yang telah dilakukan sebanyak 10 sampel, didapatkan hasil pengujian berupa kelimpahan mikroplastik di sedimen Sungai Code, D.I Yogyakarta yang di representatitkan pada Gambar 4.1. Grafik tersebut menjelaskan bahwa semua sampel sedimen lahan pertanian di sepanjang Sungai Code mengandung mikroplastik dengan variasi kelimpahan yang berbeda. Adapun kelimpahan pada titik sampel 1 yaitu sebanyak 2543 partikel/100 gram sedimen kering, titik sampel 2 sebanyak 1509 partikel/100 gram sedimen kering, titik sampel 3 yaitu sebanyak 3602 partikel/100 gram sedimen kering, titik sampel 4 sebanyak 709 partikel/100 gram sedimen kering, titik sampel 5 yaitu sebanyak 351 partikel/100 gram sedimen kering, titik sampel 6 sebanyak 1635 partikel/100 gram sedimen kering, titik sampel 7 yaitu sebanyak 1296 partikel/100 gram sedimen kering, titik sampel 8 sebanyak 1550 partikel/100 gram sedimen kering, titik sampel 9 yaitu sebanyak 1124 partikel/100 gram sedimen kering, dan terakhir pada titik sampel 10 sebanyak 980 partikel/100 gram sedimen kering.



Gambar 4.1 Kelimpahan Mikroplastik Tanah Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code

Kelimpahan mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada titik pengambilan sampel 3. Adapun faktor utama yang menjadi penyebab banyaknya mikroplastik yang terdapat pada titik sampel 3 yaitu karena penggunaan kantong plastik pada saat proses pembuahan. Pada saat proses pembuahan, hampir semua buah yang ada pada pohon diberi kantong plastik. Jumlah kantong plastik yang digunakan setiap pohon bervariasi yaitu berkisar 15-25 buah. Sedangkan pada titik pengambilan sampel 5, jumlah mikroplastik menurun secara signifikan, hal ini dapat disebabkan oleh kondisi lokasi sampel yang sangat tertutup dan berada disamping rumah sehingga dikit kemungkinan untuk terkontaminasi mikroplastik yang banyak. Selain itu, sumber pengairannya pun tidak selalu berasal dari Sungai Code.

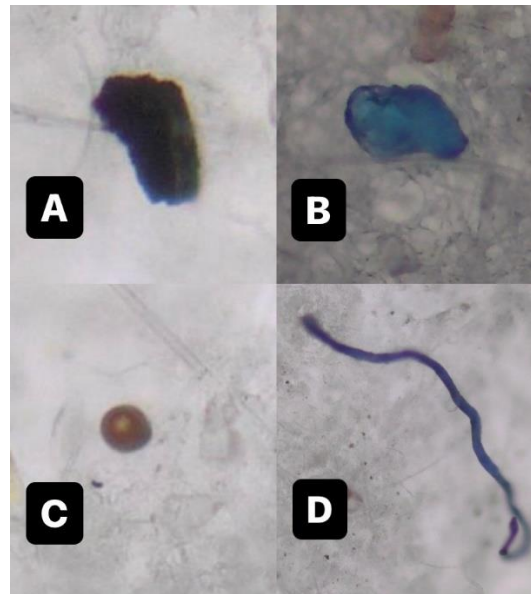
Mikroplastik yang ada pada tiap titik sampel memiliki nilai kelimpahan yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan dan tekstur tanah pada tiap titik pengambilan sampel yang sudah dijelaskan pada Tabel 4.1. berdasarkan penelitian sebelumnya, tekstur sedimen atau tanah dapat mempengaruhi kemampuan mengadsorpsi mikroplastik. Tekstur sedimen yang semakin lunak memiliki kemampuan menangkap mikroplastik menjadi semakin besar.

Kelimpahan mikroplastik pada tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code dapat dipengaruhi oleh adanya proses degradasi. Proses degradasi ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti tekanan mekanis, intensitas panas, komposisi kimia, radiasi UV, dan biodegradasi. Proses ini juga sering dikenal dengan degradasi polimer karena prosesnya dapat mengubah struktur kimia dan fisik rantai polimer sehingga menjadi serpihan dan molekul yang lebih kecil. Akan tetapi pada plastik tradisional proses degradasi berjalan sangat lambat dan membutuhkan waktu hingga ribuan tahun, bergantung pada laju degradasinya.

4.2.2 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jenis

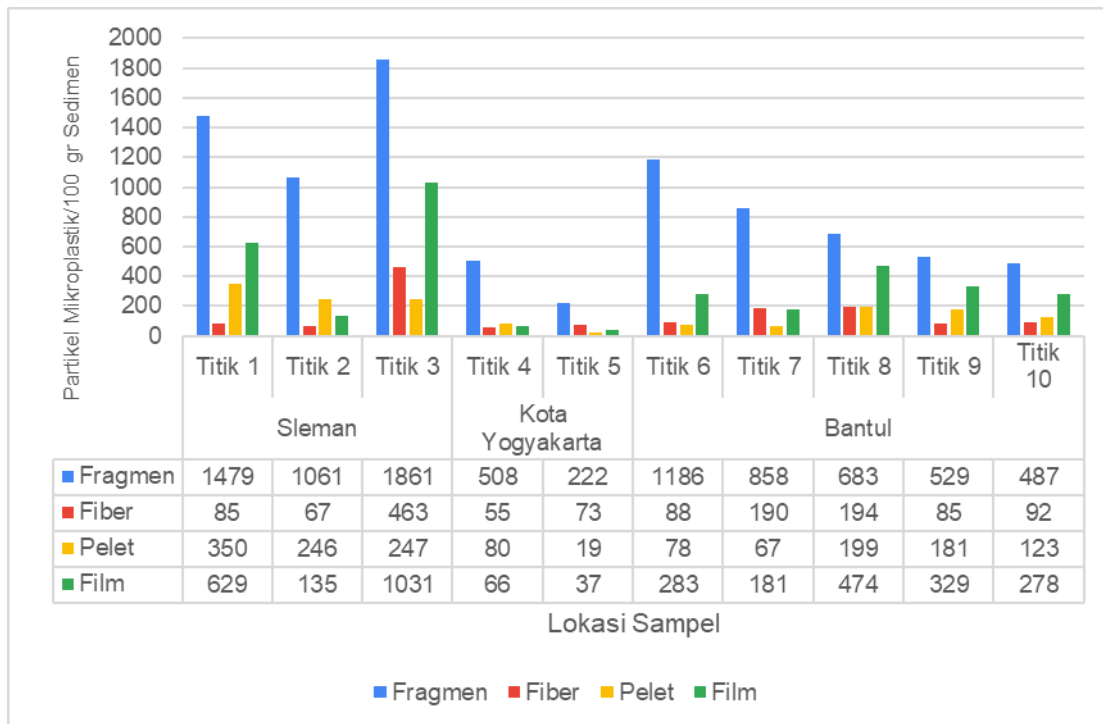
Hasil pengamatan mikroskop menunjukkan bahwa sampel tanah pada lahan pertanian di sepanjang Sungai Code mengandung beberapa jenis mikroplastik seperti fragmen, fiber, film, dan pellet. Adapun gambar jenis mikroplastik yang terlihat pada mikroskop ditunjukkan pada Gambar 4.2. Mikroplastik jenis fragmen berasal dari potongan plastik yang berbentuk tepi yang teratur. Adapun sifat dari mikroplastik fragmen yaitu pecahan plastik discolour, dapat menjadi lebih lunak dan mudah hancur dengan berjalannya waktu. Fragmen juga mempunyai sifat mampu menyerap ion

logam dan bahan organik. Fragmen bisa berasal dari limbah aktivitas warga setempat dan aktivitas pertanian.

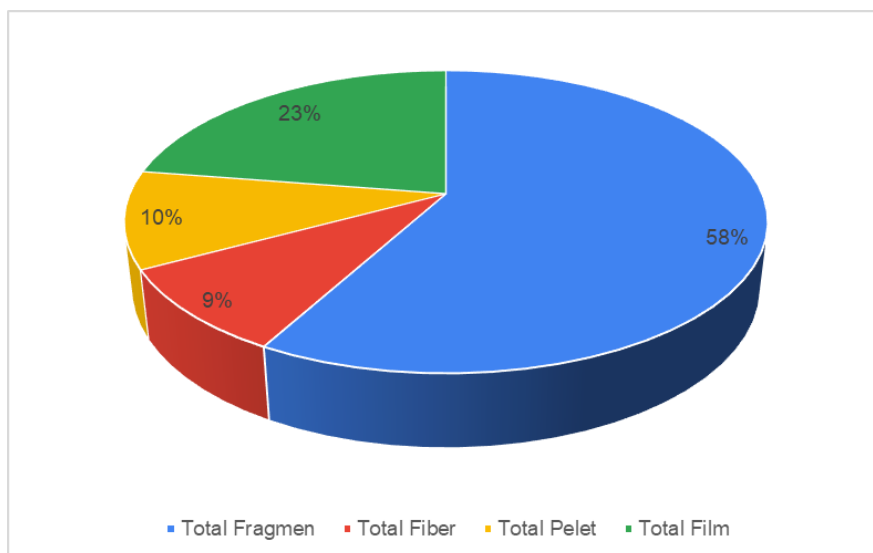


Gambar 4.2 Jenis Mikroplastik; (A) Fragmen, (B) Film, (C) Pellet, (D) Fiber

Mikroplastik jenis film adalah jenis mikroplastik yang memiliki karakteristik yang fleksibel dan berbentuk lembaran (Virsek dkk., 2016). Film merupakan mikroplastik sekunder yang berasal dari proses fragmentasi plastik besar seperti bungkus makanan dan minuman (Lassen dkk., 2015). Sedangkan fiber dan filamen merupakan mikroplastik yang biasanya berasal dari jaring, tali temali dan serat pakaian (Nor dan Obbard, 2014). Fiber memiliki ciri-ciri berbentuk tipis, panjang dan biasanya menyerupai benang, memiliki permukaan yang kasar dan retak yang disebabkan oleh proses oksidasi jangka Panjang pada lingkungan. Terakhir yaitu mikroplastik jenis pellet yang berbentuk bulat seperti bola atau silinder. Mikroplastik jenis ini biasanya berasal dari industri yang sengaja memproduksi mikroplastik yang berbentuk silinder yang digunakan pada produk kosmetik dan produk plastik yang berbentuk silinder berukuran kecil.



Gambar 4.3 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jenis Tiap Titik Sampling



Gambar 4.4 Persentase Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Jenis mikroplastik yang mendominasi pada tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code memiliki persentase yang bervariasi. Hal ini disebabkan oleh faktor kondisi lingkungan dan sumber pencemar pada tiap titik pengambilan sampel berbeda. Pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa mikroplastik jenis fragment mendominasi tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code yaitu 8874 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering atau sebanyak 58%, berikutnya jenis

film sebanyak 3443 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering atau sebanyak 23%, lalu jenis pellet sebanyak 1590 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering atau sebanyak 10%, dan yang terakhir yaitu jenis fiber sebanyak 1392 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering atau sebanyak 9%.

Adapun jenis fragmen, film, dan fiber tertinggi terdapat pada titik sampling 3 sebesar 1861 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, jenis film sebanyak 1031 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, dan jenis fiber sebanyak 463 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering. Terakhir, untuk jenis pellet tertinggi terdapat pada titik sampling 1 yaitu sebanyak 350 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering.

Fragmen adalah jenis mikroplastik yang mendominasi sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code dengan presentase 58%. Sumber fragmen pada lahan pertanian dapat berasal dari kemasan produk pertanian seperti kemasan pupuk, kemasan pestisida, dan mulsa plastik yang terdegradasi. Produk plastik tersebut yang semula berukuran besar atau makro akan terdegradasi membentuk pecahan-pecahan plastik berukuran mikro. Pada saat pengambilan sampel, kemasan berbahan plastik yang menjadi sumber mikroplastik fragmen masih banyak dijumpai.

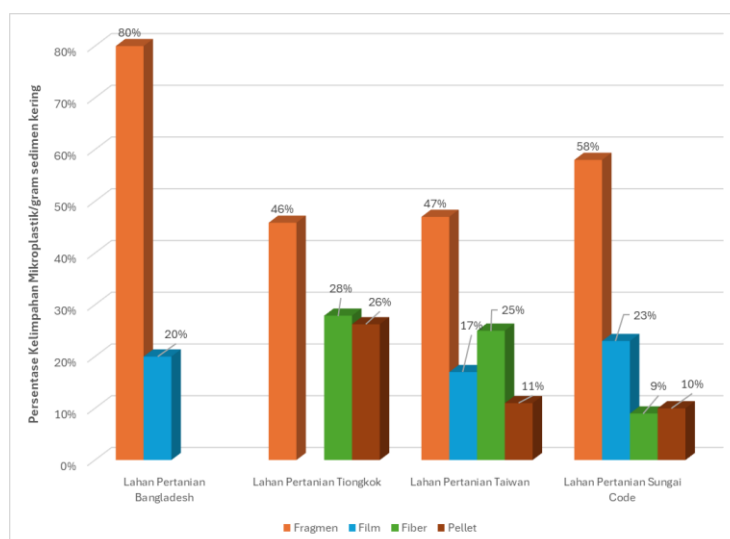
Mikroplastik jenis film merupakan mikroplastik kedua yang mendominasi tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code dengan persentase sebesar 23%. Sama seperti fragmen, film juga berasal dari fragmentasi kemasan produk pertanian namun yang memiliki densitas rendah. Menurut penelitian, mikroplastik jenis film berasal dari degradasi plastik yang umumnya digunakan sebagai kantung plastik. Kantung plastik ini berbahan dasar polimer PE, PP, low density polyethylene (LDPE), dan high density polyethylene (HDPE).

Selanjutnya mikroplastik jenis fiber, mikroplastik ini adalah jenis mikroplastik primer yang ditemukan pada lahan pertanian di sepanjang Sungai Code. Berdasarkan penelitian terdahulu, mikroplastik jenis fiber ini berasal dari bahan sintetis. Namun, fiber juga memiliki karakteristik yang mirip dengan senyawa yang berasal dari bahan organik seperti serat selulosa tanaman dan alga. Fiber memiliki karakteristik yang berbeda dengan serat selulosa, hal ini dapat dilihat berdasarkan proses identifikasi morfologi menggunakan mikroskop. Jenis mikroplastik ini pada lahan pertanian berasal dari degradasi serat sintetis seperti jaring dan tali plastik yang digunakan untuk melindungi tanaman dari hama. Petani sering menggunakan jaring sebagai pelindung tanaman agar terhindar dari serangan burung ketika padi mulai berbuah.

Selain itu, penggunaan tali rafia juga dibutuhkan untuk pembuatan alat pengusir burung. Dengan demikian, hal ini dapat menjadi sumber pencemar mikroplastik jenis fiber di lahan pertanian.

Terakhir yaitu mikroplastik jenis pellet. Mikroplastik ini juga termasuk kedalam jenis mikroplastik primer yang berasal dari produk komersial seperti kosmetik dan scrub. Mikroplastik ini berbentuk bulat dengan permukaan yang halus. Pada lahan pertanian di sepanjang Sungai Code, pellet dapat bersumber dari sumber pengairan yang digunakan. Sebagian besar sumber pengairan yang digunakan pada lahan pertanian tersebut yaitu berasal dari Sungai Code. Air yang berasal dari Sungai Code dapat terkontaminasi mikroplastik pellet karena sebagian masyarakat pinggiran sungai masih membuang limbah air domestiknya ke sungai sehingga menyebabkan mikroplastik pellet dapat masuk ke lahan pertanian.

Grafik pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa kelimpahan fragmen dan film tertinggi berada pada titik 3. Hal ini disebabkan oleh banyak ditemukannya kantung plastik dan bungkusan kemasan pupuk di lokasi tersebut. Sampah plastik tersebut dapat terdegradasi oleh bantuan sinar matahari sehingga lama-kelamaan akan terurai dan membentuk mikroplastik jenis fragmen dan film. Berdasarkan dari Beberapa penelitian sudah pernah dilakukan sebelumnya yang dapat dilihat pada **Gambar 4.5**, jenis fragmen adalah jenis mikroplastik paling dominan yang ditemukan pada sampel tanah atau sedimen. Mikroplastik jenis fragmen pada tanah lahan pertanian di Bangladesh yaitu 80% dan jenis film sebanyak 20%.



Gambar 4.5 Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Sumber: (Bangladesh: Maliha,.dkk,2022); (Tiongkok: B.Long,.dkk,2023); (Taiwan: Fakour.Hoda,.dkk,2021); (Sungai Code: Olah Data Pribadi)

Sedangkan pada lahan pertanian di Tiongkok, jumlah fragmen yaitu 46%, fiber 28%, dan pellet 26%. Pada lahan pertanian di Taiwan memiliki variasi jenis yang sama dengan penelitian yaitu fragmen 47%, film 17%, fiber 25%, dan pellet 11%. Terakhir, penelitian yang dilakukan di lahan pertanian di sepanjang Sungai Code ditemukan jumlah fragmen 58%, film 23%, fiber 9%, dan pellet 10%. Berdasarkan hasil dari pengamatan beberapa penelitian diatas, didapatkan bahwa pada keseluruhan lahan pertanian mikroplastik yang mendominasi adalah jenis fragmen.

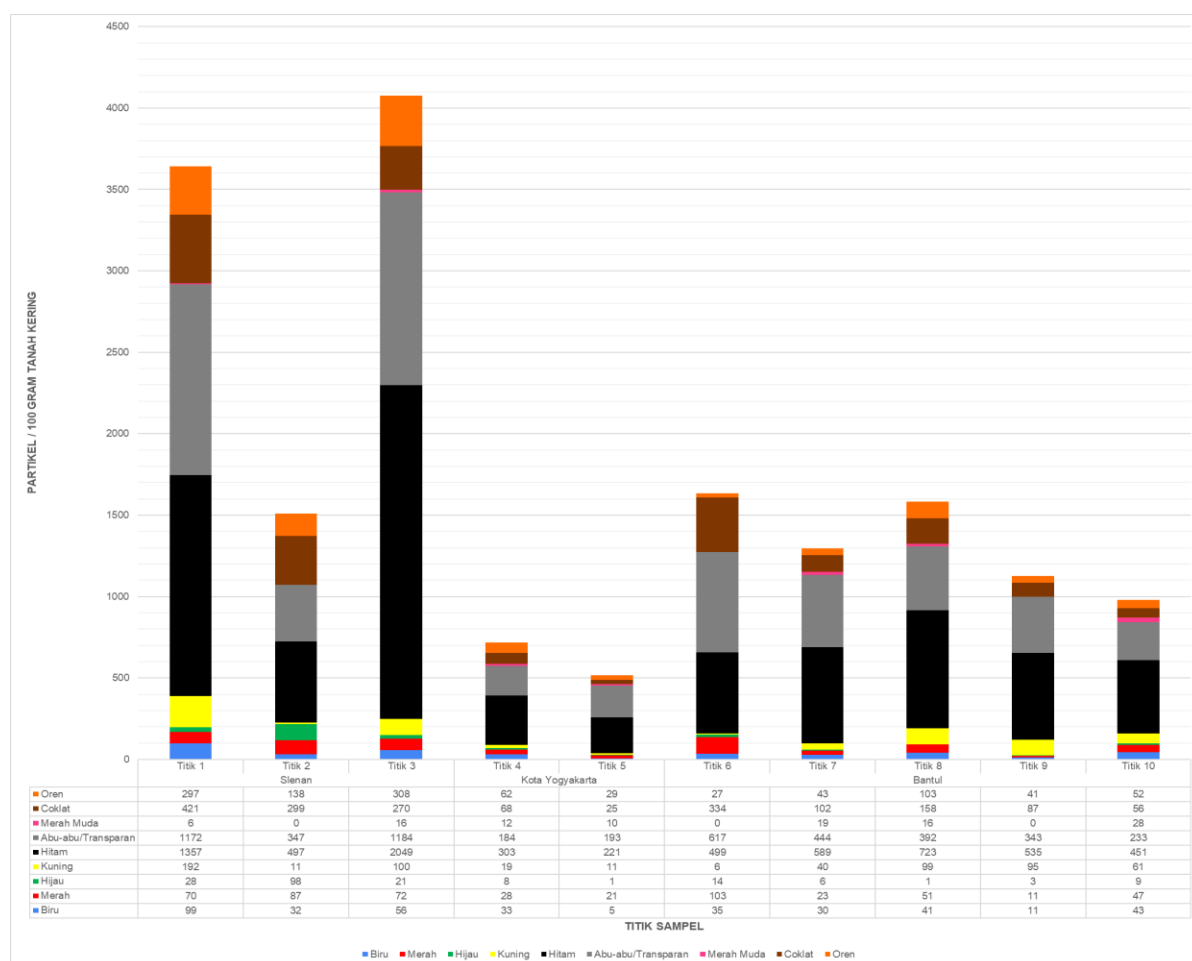
4.2.3 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna

Hasil analisis data berdasarkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop, didapatkan bahwa pada sampel tanah lahan pertanian ditemukan beberapa warna mikroplastik yaitu biru, merah, hijau, kuning, abu-abu atau transparan, merah muda, coklat, hitam, dan oren yang dapat dilihat pada Gambar 4.6. Warna pada mikroplastik dapat bervariasi karena sudah melalui degradasi oleh sinar matahari sehingga menyebabkan adanya perubahan warna yang dialami oleh mikroplastik. Selain itu variasi warna mikroplastik juga disebabkan oleh warna asli plastik yang belum mengalami proses fragmentasi atau degradasi.

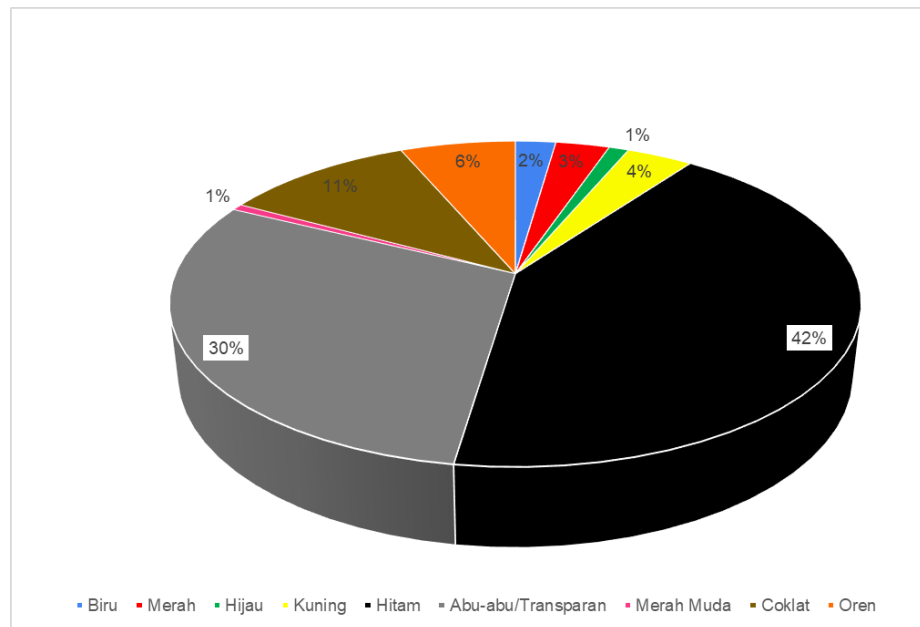


Gambar 4.6 Warna Mikroplastik pada Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code

Berdasarkan hasil Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 mikroplastik berwarna hitam dan abu-abu atau transparan paling banyak dijumpai pada lahan pertanian pada titik sampel 3 yaitu sebanyak 2049 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering dan 1184 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, untuk warna coklat tertinggi terdapat pada titik sampel 1 yaitu sebanyak 421 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, selanjutnya warna oren paling tinggi berada pada titik sampel 3 yaitu sebanyak 308 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, warna kuning tertinggi terdapat pada titik sampel 1 yaitu sebanyak 192 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, warna merah tertinggi terdapat pada titik sampel 2 yaitu sebanyak 281 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, warna biru tertinggi terdapat pada titik sampel 1 yaitu sebanyak 99 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, warna hijau tertinggi terdapat pada titik sampel 2 yaitu sebanyak 193 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, dan yang terakhir warna merah muda paling banyak terletak pada titik sampel 10 yaitu sebanyak 28 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering.



Gambar 4.7 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna pada Tanah Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code



Gambar 4.8 Persentase Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna pada Tanah Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code

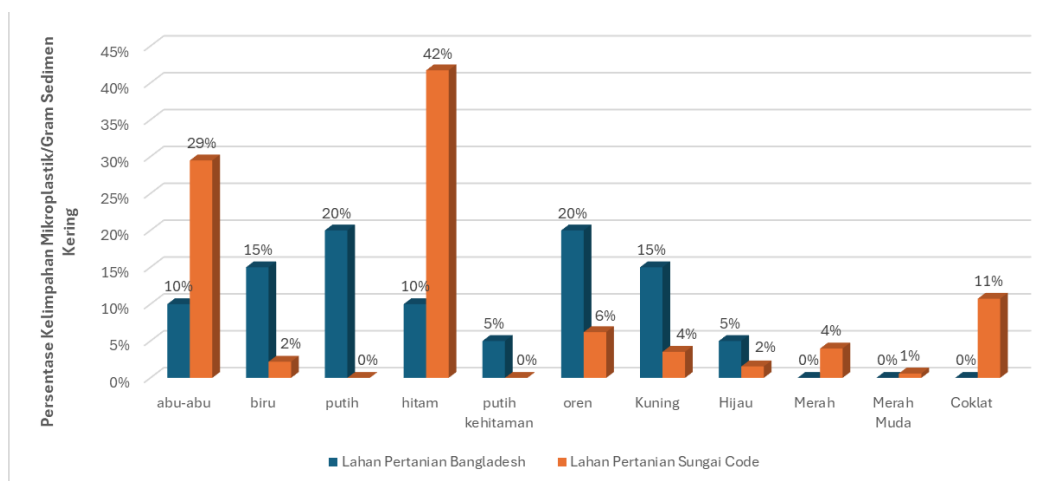
Mikroplastik warna hitam merupakan warna yang paling dominan jumlahnya yakni sebesar 42% atau sebanyak 7224 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, dan mikroplastik berwarna abu-abu atau transparan dengan persentase sebesar 30% atau sebanyak 5109 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering. Kedua warna ini yang paling dominan pada setiap titik pengambilan sampel. Kemudian dilanjut dengan warna coklat dan oren dengan presentase sebesar 11% dan 6% atau sebanyak 1820 dan 1100 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, selanjutnya warna kuning, merah, dan biru dengan presentase berturut-turut sebesar 4%, 3%, dan 2% atau sebanyak 634, 513, dan 385 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, serta terakhir warna hijau dan merah muda dengan persentase yaitu 1% dan 1% atau sebanyak 189 dan 107 partikel mikroplastik/100 gram sedimen kering, kedua warna ini menjadi warna yang paling sedikit ditemukan pada penelitian ini.

Warna mikroplastik yang paling mendominasi penelitian ini yaitu warna hitam. Warna hitam menunjukkan adanya kontaminan yang menempel pada mikroplastik dan partikel organik lainnya. Hal ini dikarenakan mikroplastik yang berwarna hitam mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi polutan yang tinggi dan dapat mempengaruhi tekstur dari mikroplastik. Sedangkan warna abu-abu atau transparan didapatkan dari warna asli plastik yang kemudian terdegradasi secara fisik atau oksidatif melalui paparan sinar UV dan inframerah, cahaya matahari (fotodegradasi), dan penyerapan bahan kimia. Warna pada mikroplastik juga

menginterpretasikan lama waktu tinggal serta tingkat pelapukan mikroplastik. Warna hitam dan gelap biasanya berasal dari jenis polimer PS dan PP yang diyakini juga mengandung polutan seperti PAHs dan PCBs.

Tingkat kepekatan warna pada plastik dapat mempengaruhi transmisi UV karena warna yang berpigmen dapat menutupi lapisan transparan, sehingga cahaya matahari akan lemah ketika melewati sampel berwarna. Semakin gelap dan pekat warna plastik, maka semakin kuat juga kemampuannya untuk menyerap cahaya, dan semakin rendah transmisi UV maka tingkat photoaging akan lebih rendah. Pada grafik Gambar 4.7 menunjukkan jumlah warna pada setiap titik pengambilan sampel. Adapun warna mikroplastik yang dominan adalah warna hitam yang memiliki daya serap yang tinggi terhadap polutan sehingga dapat mempengaruhi struktur permukaan pada mikroplastik. Warna mikroplastik pada tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code yang dominan setelah warna hitam adalah warna abu-abu atau transparan. Warna ini menunjukkan bahwa mikroplastik telah lama mengalami proses degradasi oleh paparan sinar UV di lingkungan.

Hampir semua variasi warna mikroplastik pada lahan pertanian di sepanjang Sungai Code berwarna pekat yaitu warna hitam, abu-abu atau transparan, oren, kuning, biru, merah muda, merah, hijau, dan coklat. Warna pekat tersebut disebabkan karena mikroplastik tersebut belum mengalami proses fragmentasi secara signifikan. Selain itu, faktor lain yang menyebabkan warna pekat serta beragam pada mikroplastik adalah sumber atau asal sampah plastiknya.

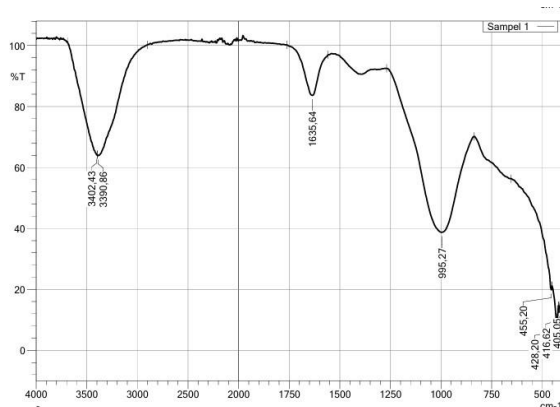


Gambar 4.9 Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna

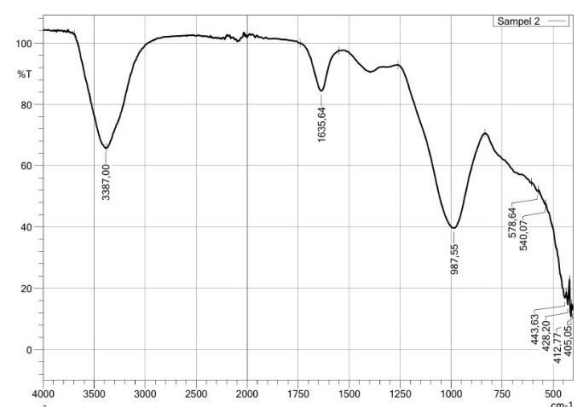
Pada gambar diatas (**Gambar 4.9**) terlihat grafik perbandingan kelimpahan mikroplastik berdasarkan warna pada penelitian lahan pertanian di Bangladesh dan lahan pertanian di sepanjang Sungai Code. Pada lahan pertanian di sepanjang Sungai Code memiliki variasi warna lebih banyak dibanding lahan pertanian di Bangladesh. Lahan pertanian di Bangladesh warna mikroplastik yang dominan yaitu warna putih dan oren, sedangkan lahan pertanian di sepanjang Sungai Code warna mikroplastik yang dominan adalah hitam dan abu-abu atau transparent. Perbedaan variasi dan jumlah warna dapat dipengaruhi oleh faktor waktu sampling dan kondisi lapangan pada saat pengambilan sampel. Adapun faktor warna mikroplastik di Indonesia lebih bervariasi dibandingkan dengan Bangladesh yaitu karena adanya perbedaan suhu dan musim antar negara. Suhu di Bangladesh lebih tinggi dibanding Indonesia, hal ini yang menyebabkan warna mikroplastik di Bangladesh lebih cepat terdegradasi dan warna aslinya akan lebih cepat memudar.

4.3 Identifikasi Mikroplastik Menggunakan Spektrofotometri FT-IR

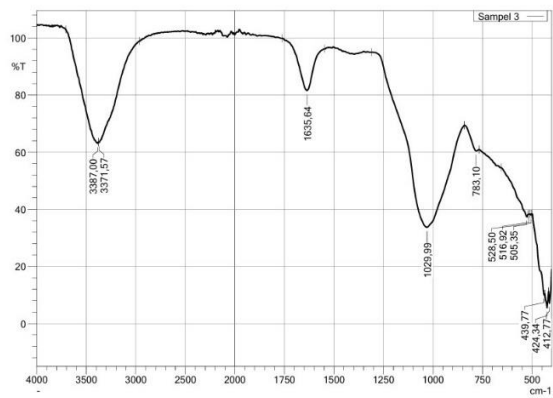
Setelah menganalisis sampel menggunakan mikroskop, hal yang dilakukan selanjutnya yaitu menganalisis sampel menggunakan spektrofotometri FT-IR. Spektrofotometri FT-IR berfungsi untuk membaca gugus kimia dan senyawa polimer apa yang terdeteksi pada sampel mikroplastik. Adapun pembacaan gelombang FT-IR yaitu dari panjang gelombang 400 – 4000 cm^{-1} dan bisa dilihat pada Tabel 3.2.



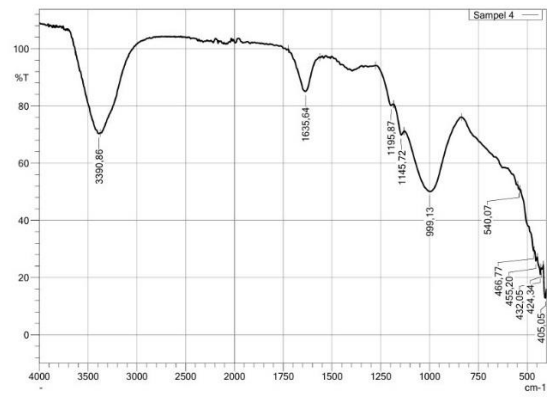
(Titik 1)



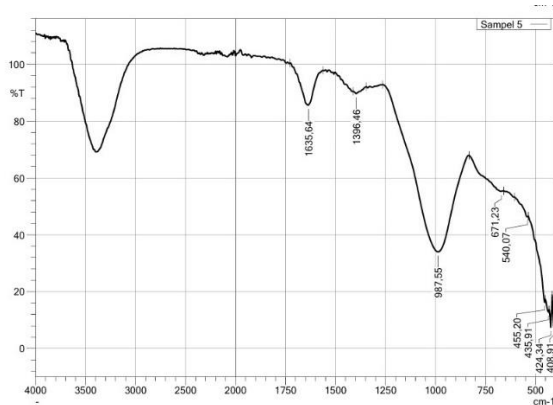
(Titik 2)



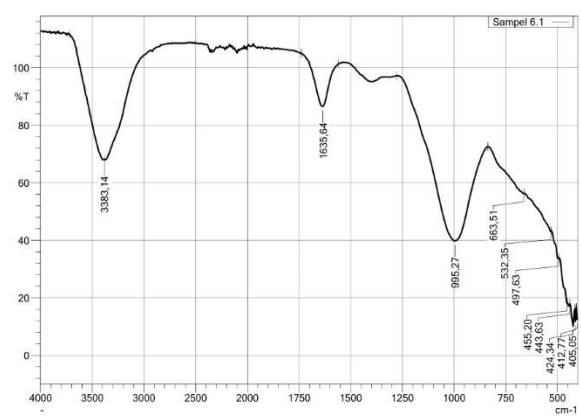
(Titik 3)



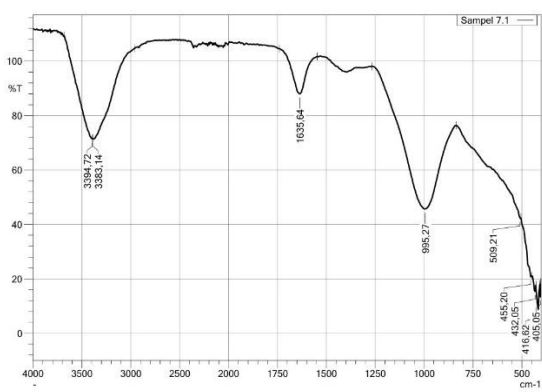
(Titik 4)



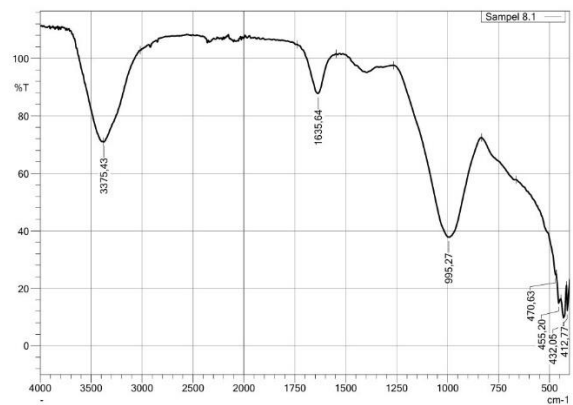
(Titik 5)



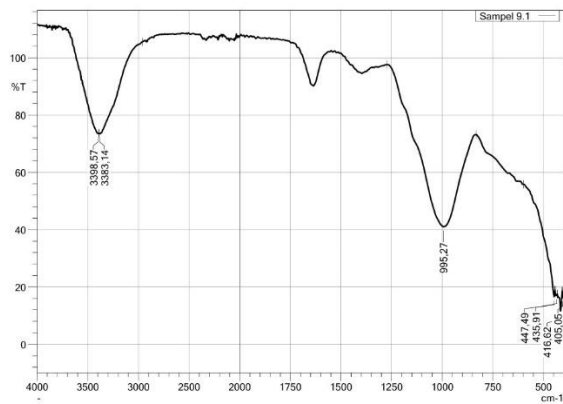
(Titik 6)



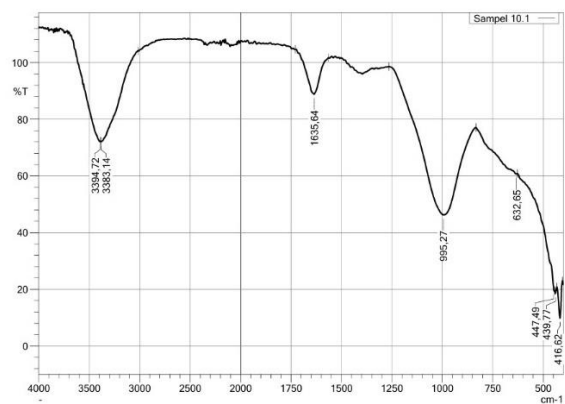
(Titik 7)



(Titik 8)



(Titik 9)



(Titik 10)

Gambar 4.10 Nilai Puncak Gelombang atau Peak pada Sampel Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code

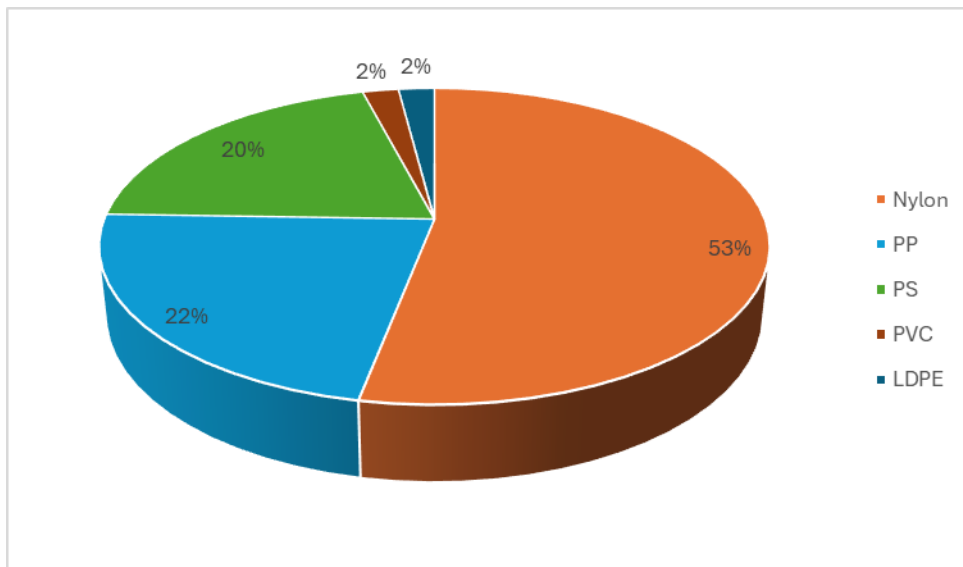
Tabel 4.2 Pendugaan Jenis Polimer pada Tanah Lahan Pertanian di Sepanjang Sungai Code

Titik Sampel	Peak (cm ⁻¹)	Peak Acuan (cm ⁻¹)	Dugaan Jenis Polimer
Titik 1	3402,43	3298	Nylon
	3390,86	3298	Nylon
	1635,64	1634	Nylon
	995,27	997	Polypropylene
Titik 2	3387,00	3298	Nylon
	1635,64	1634	Nylon
	987,55	972	Polypropylene
	578,64	537	Polystyrene
	540,07	537	Polystyrene
Titik 3	3387,00	3298	Nylon
	3371,57	3298	Nylon
	1635,64	1634	Nylon
	1029,99	1027	Polystyrene
	783,10	730	Low Density Polyethylene
	528,50	537	Polystyrene
	516,92	537	Polystyrene
	505,35	537	Polystyrene
Titik 4	3390,86	3298	Nylon
	1635,64	1634	Nylon
	1195,87	1199	Nylon
	1145,72	1166	Polypropylene
	999,13	997	Polypropylene
	540,07	537	Polystyrene
Titik 5	1635,64	1634	Nylon
	1396,46	1377	Polypropylene

	987,55	997	Polypropylene
	671,23	687	Nylon
	540,07	537	Polystyrene
Titik 6	3383,14	3298	Nylon
	1635,64	1634	Nylon
	995,27	997	Polypropylene
	663,51	687	Nylon
	532,35	537	Polystyrene
Titik 7	3394,72	3298	Nylon
	3383,14	3298	Nylon
	1635,64	1634	Nylon
	995,72	997	Polypropylene
	509,21	537	Polystyrene
Titik 8	3375,43	3298	Nylon
	1635,64	1634	Nylon
	995,27	997	Polypropylene
Titik 9	3398,57	3298	Nylon
	3383,14	3298	Nylon
	995,27	997	Polypropylene
Titik 10	3394,72	3298	Nylon
	3383,14	3298	Nylon
	1635,64	1634	Nylon
	995,27	997	Polypropylene
	632,65	616	Polyvinyl Chloride (PVC)

Berdasarkan Gambar 4.10 diatas, hasil pengujian FT-IR pada lahan pertanian di sepanjang Sungai Code memiliki jenis polimer yang bervariasi dilihat dari nilai Puncak gelombang atau nilai peak yang dihasilkan. Jenis polimer tersebut didapat dari hasil identifikasi nilai puncak gelombang atau peak yang terdeteksi. Nilai Puncak gelombang atau peak pada sampel tanah akan dibandingkan dengan nilai peak yang terdapat pada Tabel 3.2. Sehingga penentuan jenis polimer pada mikroplastik didapat dengan cara membandingkan nilai peak yang dihasilkan dengan polimer plastik yang terdapat pada Tabel 3.2.

Adapun jenis polimer yang terdapat pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code antara lain Polystyrene (PS), Nylon, Polypropylene (PP), Low density polyethylene (LDPE), dan Polyvinyl chloride (PVC). Tabel 4.2 merupakan hasil pembacaan dan pendugaan polimer pada pengujian mikroplastik dengan menggunakan FT-IR pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code.



Gambar 4.11 Kelimpahan Polimer Mikroplastik pada Lahan Pertanian

Berdasarkan gambar diatas polimer dominan yang ditemukan pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code adalah polimer nylon sebanyak 53%. Selain itu, terdapat polypropylene sebanyak 22%, polystyrene 20%, polyvinyl chloride 2%, dan low density polyethylene 2%. Polimer ini termasuk dalam kategori jenis polimer dengan densitas yang rendah (Tabel 2.2). Hal ini menyebabkan polimer-polimer tersebut dapat dengan mudah terbawa oleh aliran air pengairan yang ada pada lahan pertanian. Polimer tersebut kemudian dapat mengendap pada lahan pertanian dan lama kelamaan akan terdegradasi. Selain itu, penggunaan kemasan dari bahan plastik juga dapat menjadi faktor sumber polimer yang ditemukan. Berikut hasil identifikasi penggunaan polimer pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code.

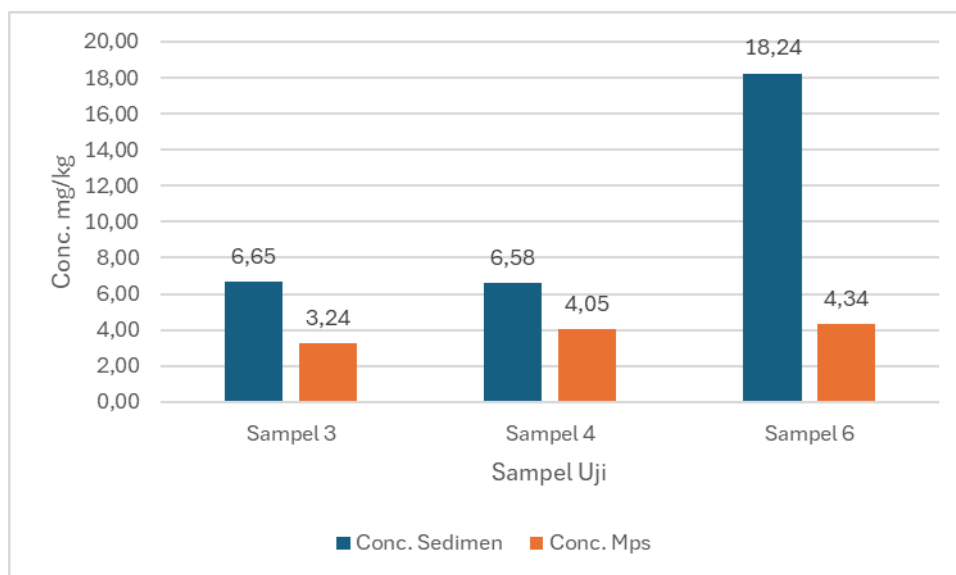
Tabel 4.3 Pendugaan Penggunaan Polimer

Jenis Polimer	Penggunaan
<i>Nylon</i>	Polimer ini biasanya sering digunakan sebagai bahan pembuatan tali, jaring, karung, dan bahan pakaian
<i>Polypropylene (PP)</i>	polimer ini biasanya sering digunakan sebagai bahan pembuatan tutup botol pupuk cair, wadah pada makanan panas,
<i>Polystyrene (PS)</i>	biasanya berasal dari wadah yang berbahan styrofoam, botol bekas minuman, botol dan kemasan pupuk,

<i>Low density polyethylene (LDPE)</i>	Polimer ini biasanya digunakan untuk bahan pembuatan plastik mulsa, bungkus plastik kemasaan pupuk dan bibit tanaman, pelapis kertas karton, botol yang dapat di pencet seperti botol saos dan kecap, dan wadah penyimpanan makanan
<i>Polyvinyl chloride (PVC)</i>	Polimer ini biasanya berasal dari pabrik pembuatan pulp dan kertas, pembuatan sabun dan surfaktan, deterjen daan pembersih, tekstil, dan industry makanan. Namun, pvc juga bisa berasal dari pipa saluran air yang terdegradasi.

4.4 Identifikasi Logam Berat Menggunakan AAS

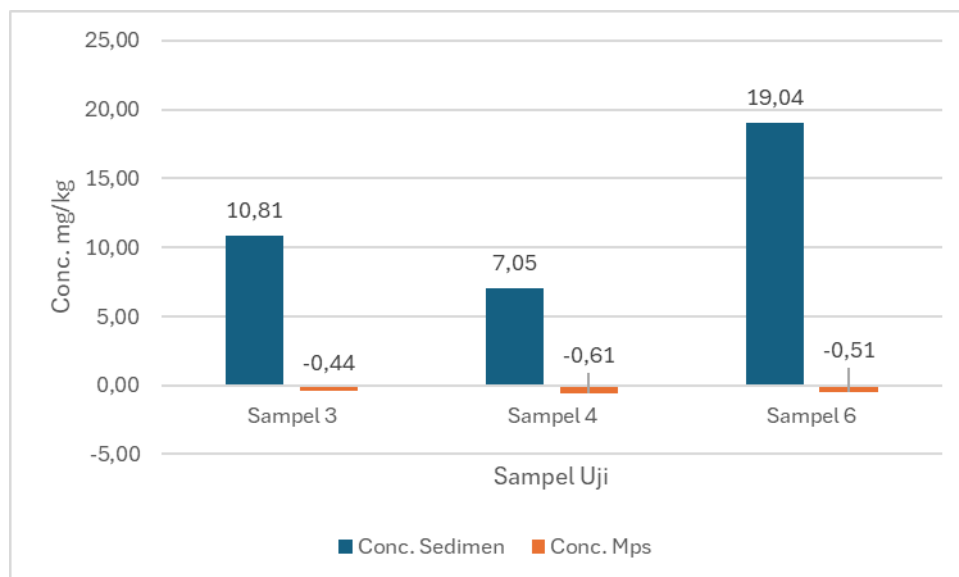
Berdasarkan hasil destruksi sampel dan pembacaan AAS, didapatkan hasil konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada tanah dan sampel kertas saring MPs lahan pertanian di sepanjang Sungai Code yang digunakan untuk pengujian penelitian ini. Adapun hasil yang didapatkan bisa dilihat pada tabel dibawah ini.



Gambar 4.12 Konsentrasi Pb pada sampel tanah tanah dan mikroplastik lahan pertanian di sepanjang Sungai Code

Berdasarkan gambar grafik diatas, dapat dilihat bahwa pada titik sampel 6 memiliki konsentrasi Pb yang paling tinggi baik pada sampel tanahnya yaitu sebesar 18,23 mg/kg. Tingginya konsentrasi Pb pada titik 6 ini dapat dipengaruhi oleh penggunaan kendaraan

bermotor seperti mesin pembajak sawah yang digunakan pada lahan tersebut. Pada lahan sampel 6 ini, penggunaan mesin pembajak lebih sering digunakan karena lahan tersebut cukup luas sehingga penggunaan mesin pembajak sawah lebih efektif dalam menghemat waktu dan tenaga. Mesin pembajak ini digunakan setiap musim tanam tiba yaitu setiap 4 bulan sekali. Mesin pembajak sawah ini menggunakan bensin sebagai bahan bakarnya. Indonesia mulai tidak menggunakan bahan bakar bermotor yang tidak mengandung timbal mulai tahun 2006. Sehingga kemungkinan besar sebelum tahun 2006, petani menggunakan bensin yang mengandung timbal untuk bahan bakar mesin pembajak sawah. Bensin tersebut mengandung zat aditif berupa senyawa tetraetil-Pb atau tertametil-Pb bahkan mengandung perpaduan dari kedua senyawa tersebut. Senyawa-senyawa itu berfungsi sebagai bahan anti ketuk untuk mesin kendaraan. Selain itu, bensin juga mengandung senyawa 1,2 dibromo etana ($C_2H_4Br_2$) dan etilen klorida ($C_2H_2Cl_2$), yang menyebabkan saat proses pembakaran pada mesin kendaraan akan terbentuk hasil samping berupa senyawa timah (Pb) dengan bromide (Br) dan Klor (Cl) yang akan dilepaskan ke udara dan menyebabkan lingkungan sekitarnya akan terkontaminasi.

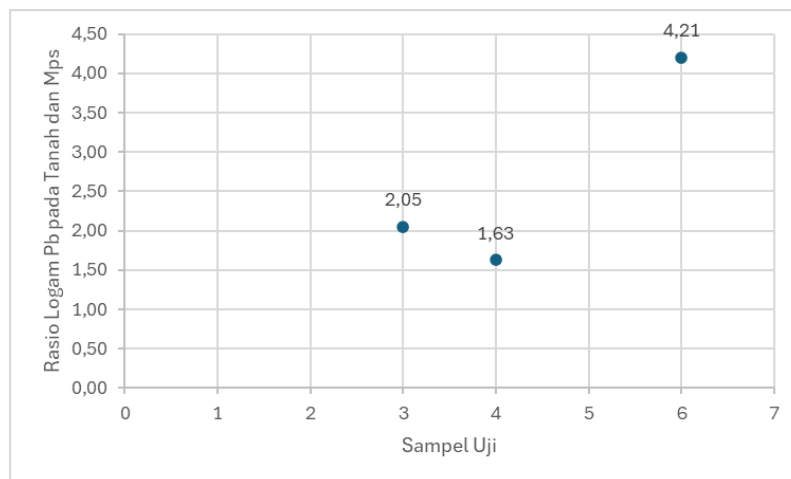


Gambar 4.13 Konsentrasi Cu pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code

Sedangkan logam berat Cu pada sampel tanah lahan pertanian paling tinggi ditemukan pada sampel tanah 6 sebesar 19,04 mg/kg dan pada sampel MPs yaitu sampel 3 yaitu -0,44 mg/kg. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi tingginya kadar Cu pada tanah lahan pertanian yaitu karena logam Cu dapat dengan mudah berinteraksi atau berikatan dengan senyawa organik yang ada pada lahan pertanian. Hal ini disebabkan karena logam Cu

memiliki tingkat stabilitas yang tinggi dari Cu-komponen organik. Penggunaan pupuk kandang, pupuk sintetis, dan pestisida sintetis yang berlebihan dapat menjadi sumber utama yang menghasilkan logam berat Cu pada tanah lahan pertanian. Rendahnya tingkat konsentrasi logam berat Cu pada sampel MPs disebabkan karena mikroplastik tidak dapat mengadsorpsi logam berat Cu secara maksimal seperti pada logam berat Pb.

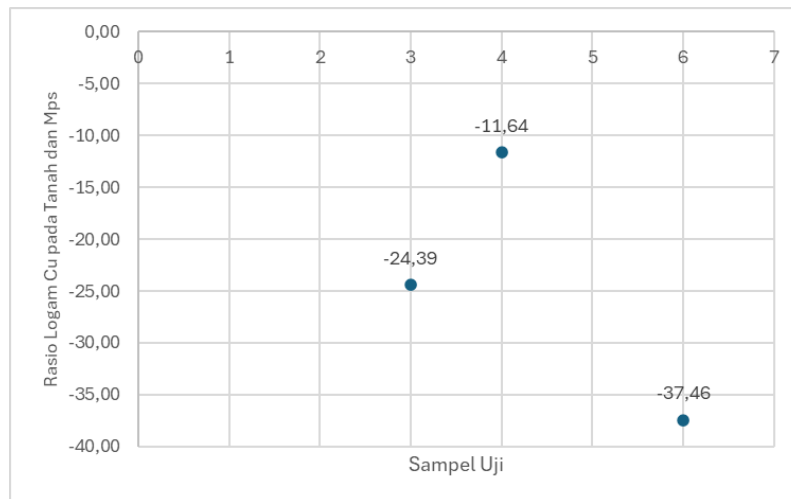
Dari data penelitian yang sudah pernah dilakukan, bahwa pada hasil penelitian menyebutkan mikroplastik mengandung lebih banyak logam berat Pb dibandingkan logam berat Cu (Putri Sampurna, 2020). Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan karakteristik logam berat Pb dan logam berat Cu seperti reaktivitas, kapasitas pertukaran ion, dan koefisien partisi. Oleh karena itu, Pb sangat mudah berikatan dan teradsorpsi dengan senyawa lain yaitu seperti mikroplastik (Mahdi dkk., 2019). Konsentrasi Pb pada tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code yang lebih tinggi dibandingkan Cu (Tabel 4.5 dan Tabel 4.7), menunjukkan bahwa konsentrasi Pb lebih tinggi berinteraksi dengan mikroplastik dibandingkan Cu. Waktu pemaparan juga menjadi penyebab lainnya yang dapat mempengaruhi konsentrasi logam pada mikroplastik. Gao dkk. (2019) menyebutkan bahwa semakin lama waktu pemaparan maka semakin tinggi kandungan logam pada mikroplastik.



Gambar 4.14 Rasio logam Pb pada tanah dan mikroplastik lahan pertanian sepanjang Sungai Code

Gambar diatas menunjukkan hasil rasio logam berat Pb pada tanah dan mikroplastik pada lahan pertanian sepanjang Sungai Code. Hasil rasio logam Pb yang tidak terlalu tinggi dan positif menunjukkan bahwa logam berat Pb pada tanah dan mikroplastik saling berkaitan. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.12 dimana konsentrasi logam Pb pada mikroplastik berjumlah setengah dari logam Pb pada tanah. Dengan demikian, semakin tinggi logam berat

Pb pada tanah, maka logam berat Pb pada mikroplastik juga semakin tinggi. Hal ini dikarenakan logam Pb dapat teradsorpsi dengan baik pada mikroplastik.



Gambar 4.15 Rasio logam Cu pada tanah dan mikroplastik lahan pertanian sepanjang Sungai Code

Gambar diatas menunjukkan hasil rasio logam berat Cu pada tanah dan mikroplastik pada lahan pertanian sepanjang Sungai Code. Hasil rasio logam Cu yang tinggi dan negatif menunjukkan bahwa logam berat Cu pada tanah dan mikroplastik tidak saling berkaitan. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.13 dimana semua konsentrasi logam Cu pada mikroplastik bernilai minus (-). Dengan demikian, semakin tinggi logam berat Cu pada tanah, tidak mempengaruhi logam berat Cu pada mikroplastik. Hal ini dikarenakan logam Cu tidak dapat teradsorpsi dengan baik pada mikroplastik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang analisis kandungan mikroplastik dan logam berat (Pb & Cu) di lahan pertanian sepanjang Sungai Code, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Hasil penelitian pengambilan sampel tanah lahan pertanian pada 10 titik sampling (3 Kabupaten Sleman, 2 Kota Yogyakarta, 5 Kabupaten Bantul) lahan pertanian di sepanjang Sungai Code menunjukkan bahwa:
 - a. Lahan pertanian terkontaminasi mikroplastik, dengan rentang jumlah mikroplastik pada lahan pertanian di sepanjang Sungai Code sebanyak 351 - 3602 partikel/100 gram.
 - b. Jenis mikroplastik yang ditemukan pada tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code yaitu fragmen sebanyak 8876 partikel mikroplastik/100 gram, film sebanyak 3443 partikel mikroplastik/100 gram, fiber sebanyak 1392 partikel mikroplastik/100 gram dan pellet sebanyak 1590 partikel mikroplastik/100 gram.
 - c. Warna mikroplastik yang ditemukan pada sampel yaitu warna hitam sebanyak 7224 partikel mikroplastik/100 gram, abu-abu/transparan sebanyak 5109 partikel mikroplastik/100 gram, coklat sebanyak 1820 partikel mikroplastik/100 gram, oren sebanyak 1100 partikel mikroplastik/100 gram, kuning sebanyak 634 partikel mikroplastik/100 gram, merah sebanyak 513 partikel mikroplastik/100 gram, biru sebanyak 385 partikel mikroplastik/100 gram, hijau sebanyak 189 partikel mikroplastik/100 gram dan merah muda sebanyak 107 partikel mikroplastik/100 gram.
2. Jenis senyawa polimer yang teridentifikasi pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code pada saat uji Spektrofotometri FT-IR yaitu Nylon, Polystyrene (PS), Polypropylene (PP), Polyvinyl Chloride (PVC) dan Low Density Polyethylene (LDPE).
3. Konsentrasi logam berat Pb pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code yaitu dengan rentang 6,58 – 18,24 mg/kg dan pada sampel mikroplastik yaitu dengan rentang 3,24 – 4,33 mg/kg. Sedangkan logam berat Cu pada sampel tanah lahan pertanian di sepanjang Sungai Code yaitu dengan rentang 7,05 – 19,04 mg/kg dan pada sampel mikroplastik yaitu (-0,60) – (-0,44) mg/kg.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, Adapun saran yang diberikan oleh peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Jika melakukan penelitian mikroplastik dan logam berat pada sampel yang sama, sebaiknya menggunakan kertas saring sebaiknya menggunakan kertas saring alumina karena dapat mempermudah mengidentifikasi karakteristik fisik mikroplastik serta memudahkan pada saat destruksi logam berat pada mikroplastik. Kertas saring alumina yang digunakan yaitu berdiameter 2,5 cm dan memiliki permukaan yang licin dan sedikit transparan.
2. Memperhatikan luas lokasi sampel yang akan diambil serta waktu dan kondisi lapangan ketika pengambilan sampel uji karena dapat mempengaruhi jumlah, jenis, dan warna pada mikroplastik.
3. Sebaiknya terdapat minimal 3 vegetasi atau jenis tanaman yang berbeda pada lahan pertanian agar dapat menjadi perbandingan antar sampel untuk membandingkan kelimpahan dan karakteristik mikroplastik pada setiap lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Andrady, A.L. 2011. Microplastics in the Marine Environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 1596-1605.
- Anna, I., Yulianto, S., Trisnoa., Putri, S., Wike A., Rozirwana., Fitri A., Fauziyaha., Reza, C., Alan, F., 2020. Concentration and adsorption of Pb and Cu in microplastics: Case study in aquatic environment
- Avio, G. C., Gorbi, S., dan Regoli, F. 2016. Plastics and Microplastics in the Oceans: From Emerging Pollutants to Emerged Threat. *Marine Environmental Research*, 128 :1-10.
- B. Long dkk, 2023. Impact of plastic film mulching on microplastic in farmland soils in Guangdong province, China
- Bakir, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C., 2014b. Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 140, 14-21.
- Bandow, N., Will, V., Wachtendorf, V., and Simon, F. (2017). Contaminant release from aged microplastic. *Environ. Chem.* 14, 394–405. doi: 10.1071/EN17064 ;
- Borrelle dkk. (2020). Predicted growth in plastic Waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution
- Brennecke D, Duarte B, Paiva F, Cacador I, Clode JC. 2016. Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol. 178
- Browne, M. A. 2015. Sources and Pathways of Microplastics to Habitats. *Marine Anthropogenic Litter*. Springer International Publishing. 229–244
- Cattle, S.R., Robinson, C., Whatmuff, M., 2020. The character and distribution of physical contaminants found in soil previously treated with mixed waste organic outputs and garden waste compost. *Waste Manag.* 101, 94–105

- Chamas A., Moon H., Zheng J., Qiu Y., Tabassum T., Jang JH, Abu-Omar M., Scott SL, Suh S. Tingkat degradasi plastik di lingkungan. Keberlanjutan ACS. kimia. bahasa Inggris 2020; 8 :3494–3511. doi: 10.1021/acssuschemeng.9b06635.
- Cole, M., P. Lindeque, C. Halsband, & Galloway, T.S., 2011. Microplastics as Contaminant in the Marine Environment. *Marine Pollution Bulletin*. 62: 2588–2597
- Corcoran PL Degradasi mikroplastik di lingkungan. Dalam: Rocha-Santos T., Costa M., Mouneyrac C., editor. *Buku Pegangan Mikroplastik di Lingkungan*. Penerbitan Internasional Springer; Cham, Swiss: 2020. hlm.1–12.
- Corradini, F., González, N., Casado, F., Rojas, V., van der Ploeg, M., 2019a. Usefulness of an opportunistic data analysis approach to evaluate if environmental regulations aim at relevant applications. *Geoderma* 351, 261–269
- Darmono, 2004. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksisitas Logam Senyawa*. UI Press. Jakarta : 55-56, 65-69
- Deng, H., He, J., Feng, D., Zhao, Y., Sun, W., Yu, H., & Ge, C. (2021). Microplastics pollution in mangrove ecosystems: A critical review of current knowledge and future directions. *Science of the Total Environment*, 753(142041), 1–16
- Ding, L., Zhang, S., Wang, X., Yang, X., Zhang, C., Qi, Y., Guo, X., 2020. The occurrence and distribution characteristics of microplastics in the agricultural soils of Shaanxi Province, in north-western China. *Sci. Total Environ*. 720
- Djumanto dan N. Probosunu. 2011. Biodiversitas Sumber Daya Ikan di Hulu Sungai Opak. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(1):1-10.
- Fan, W., Qiu, C., Qu, Q., Hu, X., Mu, L., Gao, Z., & Tang, X. (2023). Sources and identification of microplastics in soils. *Soil & Environmental Health*, 1(2), 100019. <https://doi.org/10.1016/j.seh.2023.100019>
- Feldman D. Degradasi dan stabilisasi polimer, oleh Norman Grassie dan Gerald Scott, Cambridge University Press, New York, 1988, 222 hal. Harga: \$24,95. *J.Polim. Sains. Bagian C Polim. Biarkan*. 1989; 27 :84. doi: 10.1002/pol.1989.140270209.
- Fibrianti, L.D & Azizah, R. 2015. Karakteristik, Kadar Timbal (Pb) dalam Darah, dan Hipertensi Pekerja Home Industry Aki Bekas di Desa Talun Kecamatan Sukodadi Kabupaten Lamongan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1):92-102

- Gale, N.L., Adams, C.D., Wixson, B.G., Loftin, K.A., Huang, Y.W., 2004. Lead, zinc, copper, and cadmium in fish and sediments from the Big River and Flat River Creek of Missouri's Old Lead Belt. *Environ. Geochem. Health* 26, 37–49
- Gao, F., Li, J., Sun, C., Zhang, L., Jiang, F., Cao, W., Zheng, L., 2019. Study on the capability and characteristics of heavy metals enriched on microplastics in marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 144, 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.039>.
- Grassie N., Scott G. *Degradasi dan Stabilisasi Polimer*. Pers Universitas Cambridge; Cambridge, Inggris: 1988.
- Grifoni, M., Pellegrino, E., Arrighetti, L., Bronco, S., Pezzarossa, B., & Ercoli, L. (2024). Interactive impacts of microplastics and arsenic on agricultural soil and plant traits. *Science of the Total Environment*, 912(December 2023), 169058. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169058>
- Guo, X., Hu, G., Fan, X., and Jia, H. (2020). Sorption properties of cadmium on microplastics: the common practice experiment and a two-dimensional correlation spectroscopic study. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 190:110118. doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.110118
- Hildago V, Gutow L, Thompson RC, & Thiel M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environ.*
- Hindarwati, Y., Soeprbowati, T. R., dan Izzati, M, 2023. Kontaminan Logam Berat (Pb, Cd, Dan Cu) pada Tanah dari Pemupukan Berbasis Jerami Padi
- Hiwari, H. (2019). Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*.
- Hodson, A.M., Duffus-Hodson, C.A., Clark, A., Prendergast-Miller, M.T., Thorpe, K.L. 2017. Plastic bag-microplastic derivatives as vectors of metal exposure in terrestrial invertebrates *Environ. Science. Technology*. 51, 4714-4721
- Holmes, L. A., Turner, A., and Thompson, R. C. (2012). Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. *Environ. Pollut.* 160, 42–48. doi: 10.1016/j.envpol.2011.08.052

- Holmes, L. A., Turner, A., and Thompson, R. C. (2014). Interactions between trace metals and plastic production pellets under estuarine conditions. *Mar. Chem.* 167, 25–32. doi: 10.1016/j.marchem.2014.06.001
- Huang, Y., Liu, Q., Jia, W., Yan, C., Wang, J., 2020. Agricultural plastic mulching as a source of microplastics in the terrestrial environment. *Environ. Pollut.* 260
- Huerta Lwanga, E., Gertsen, H., Gooren, H., Peters, P., Salánki, T., Van Der Ploeg, M., Besseling, E., Koelmans, A.A., Geissen, V., 2016. Microplastics in the terrestrial ecosystem: implications for *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta, Lumbricidae). *Environ. Sci. Technol.* 50, 2685–2691
- Hwang J, Choi D, Han S, Jung SY, Choi J, Hong J. Potential toxicity of polystyrene microplastic particles. *Sci Rep.* 2020;10(1):1–12
- Isabelle gerretsen. (2023). how microplastics are infiltrating the food you eat
- Jenner LC, Rotchell JM, Bennett RT, Cowen M, Tentzeris V, Sadofsky LR. (2022). Detection of microplastics in human lung tissue using μ FTIR spectroscopy. *Sci Total Environ*
- Julienne F., Delorme N., Lagarde F. Dari makroplastik ke mikroplastik: Peran air dalam fragmentasi polietilen. *Kemosfer.* 2019; 236 :124409. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.124409.
- 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
- Khopkar, S.M. 2008. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Kunti Sri Panca Dewi IGA.2009. Kemampuan Adsorpsi Batu Pasir Yang Dilapisi Besi Oksida (Fe_2O_3). *Jurnal Bumi Lestari*, Volume 9 No. 2, Agustus 2009, hlm. 254 - 262
- Leslie HA, van Velzen MJM, Brandsma SH, Vethaak AD, Garcia-Vallejo JJ, Lamoree MH. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environ Int*
- Lestari, C. S., Warsidah, & Nurdiansyah, S. I. (2019). Identifikasi dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(3), 96–101

- Ling Ding dkk., 2019. Microplastics In Surface Waters and Sediments Of The Wei River, In The Northwest Of China
- Ling, D., Mao. R. Fan., Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., Yang, C. 2019. Microplastics In Surface Waters And Sediments Of The Wei River, In The Northwest Of China. *Science of the Total Enviroment* 667 : 427 – 434.
- Liu, G., Zhu, Z., Yang, Y., Sun, Y., Yu, F., and Ma, J. (2019). Sorption behavior and mechanism of hydrophilic organic chemicals to virgin and aged microplastics in freshwater and seawater. *Environ. Pollut.* 246, 26–33. doi: 10.1016/j.envpol.2018.11.100
- Liu, P., Zhan, X., Wu, X., Li, J., Wang, H., & Gao, S. (2020). Effect of weathering on environmental behavior of microplastics: Properties, sorption and potential risks. *Chemosphere*, 242, 1-45.
- Lusher & Peter. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety
- M. Ogonowski, C. Schur, A. Jarsen dan E. Gorokhova, “The effects of natural and anthropogenic microparticles on individual fitness in *Daphnia magna*,” *PLoS One* , vol. 11, p. 0155063, 2016
- Mahdi, Z., Yu, Q.J., El Hanandeh, A., 2019. Competitive adsorption of heavy metal ions (Pb²⁺, Cu²⁺, and Ni²⁺) onto date seed biochar: batch and fixed bed experiments.
- Mai, L., Bao, L.-J., Shi, L., Liu, L-Y.. Zeng. EY, 2018. Polycyclic aromatic hydrocarbons associated with microplastics in surface waters of the Bohai and Huanghai Seas, China Encircle. *Pollution* 241, 834-840
- Maliha Momotaj Himu.; Sadia Afrin.; Md Ahedul Akbor.; Md Abu Bakar Siddique.; Md Khabir Uddin.; Md Mostafizur Rahman.; 2022. Assessment of microplastics contamination on agricultural farmlands in central Bangladesh
- Massos, A., & Turner, A. (2017). Cadmium, lead and bromine in beached microplastics *. *Environmental Pollution*, 227, 139–145. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.04.034>
- Matsuguma, Y., Takada, H., Kumata, H., Kanke, H., Sakurai, S., Suzuki, T., Itoh, M., Okazaki, Y., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Weerts, S., dan Newman, B. 2017. Microplastics in Sediment Cores from Asia and Africa as Indicators of Temporal Trends in Plastic Pollution. *Arch Environ Contam*

- Nur, M.A, dan H Adijuana. 1989. Teknik Spektroskopi dalam Analisis Biologis. Depdikbud, Dirjen Dikti, Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati, IPB Bogor.
- Ogonowski M., Schür C., Jarsén Å., Gorokhova E. Pengaruh Mikropartikel Alami dan Antropogenik terhadap Kebugaran Individu pada *Daphnia magna*.
- Oz, N., Kadizade, G., and Yurtsever, M. (2019). Investigation of heavy metal adsorption on microplastics. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 17, 7301–7310. doi: 10.15666/aeer/1704_73017310
- P. Azizah dkk (2020). Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini
- Piehl, S., Leibner, A., Löder, M.G.J., Dris, R., Bogner, C., Laforsch, C., 2018. Identification and quantification of macro- and microplastics on an agricultural farmland. *Sci. Rep.* 8, 17950
- Prasetyo, Dimas. 2020. Pencemaran Mikroplastik Menggunakan *Sepia pharaonis* di Pasar Pelelangan Ikan Muara Angke. [Skripsi]. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Putri Sampurna Ningrum, (2019). Interaksi Logam Berat Cu pada Surface Mikroplastik di Perairan Musi Provinsi Sumatera Selatan
- Putro, D. H. W. (2021). Identifikasi Keberadaan Mikroplastik pada Sedimen di Sungai Yogyakarta
- Rahmadhani, F. (2019a). Identifikasi dan Analisis Kandungan Mikroplastik pada Ikan Pelagis dan Demersal serta Sedimen dan Air Laut di Perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang
- Ramos, L., Berenstein, G., Hughes, E.A., Zalts, A., Montserrat, J.M., 2015. Polyethylene film incorporation into the horticultural soil of small periurban production units in Argentina. *Sci. Total Environ.* 523, 74–81
- Ratnasari, Irene O. 2017. Identifikasi Jenis dan Jumlah Mikroplastik Pada Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*) di Perairan Air Payau Semarang.[Skripsi].Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata.
- Saputra, Ade Jaya., Sujono, J., dan Jayadi, R. 2019. Kajian Hidrologi dan Analisa Kapasitas Tampang Sungai Opak Yogyakarta.Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air. Bandung, Indonesia.

- Sarah Winarmadani, (2019). Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cd, Cu, dan Fe) pada Tanah di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah
- SNI 06-6992.3-2004. Sedimen – Bagian 4 : Cara uji timbal (Pb) Secara destruksi asam dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
- SNI 06-6992.5-2004. Sedimen – Bagian 5 : Cara uji tembaga (Cu) Secara destruksi asam dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)
- Surbakti. 2011. Analisis logam berat Cadmium (Cd), Cuprum (Cu), Cromium (Cr), Ferrum (Fe), Nikel (Ni), Zinkum (Zn) pada sedimen muara Sungai Asahan di Tanjung Balai dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan. (Tidak diterbitkan)
- Sutanhaji, dkk. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang
- Tang, S., Lin, L., Wang, X., Feng, A., and Yu, A. (2020). Pb(II) uptake onto nylon microplastics: Interaction mechanism and adsorption performance. *J. Hazard. Mater.* 386:121960. doi: 10.1016/j.jhazmat.2019.121960
- Turroni S, Wright S, Rampelli S, Brigidi P, Zinzani PL, Candela M. (2021). Microplastics shape the ecology of the human gastrointestinal intestinal tract. *Curr Opin Toxicol*
- Ullah dkk, 2021. Microplastics interaction with terrestrial plants and their impacts on agriculture
- Veerasingam, S., Vethamony, P., Aboobacker, V.M., Giraldez, A. E., Dib, S., & Al-Khayat, J.A. (2021). Factors influencing the vertical distribution of microplastics in the beach sediments around the Ras Rakan Island, Qatar. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(26): 34259–34268. doi: 10.1007/s11356-020-12100-4.
- Virsek M. K, A. Palatinus, S. Koren, M. Peterlin, A. Krzan. 2016. Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments*. 118: 55161
- Wang, J., Liu, X., Li, Y., Powell, T., Wang, X., Wang, G., dkk. (2019a). Microplastics as contaminants in the soil environment: a mini-review. *Sci. Total Environ.* 691, 848–857. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.07.209
- Wang, T., Yu, C., Chu, Q., Wang, F., Lan, T., and Wang, J. (2020). Adsorption behavior and mechanism of five pesticides on microplastics from agricultural

polyethylene films. Chemosphere 244:125491. doi:
10.1016/j.chemosphere.2019.125491

Wei, J., Jia, R., Marinova, D., Zhao, D., 2012. Modelling pollution control and performance in China's provinces. J. Environ. Manage. 113, 263–270

Yang, H., Yumeng, Y., Yu, Y., Yinglin, H., Fu, B., & Wang, J. (2022). Distribution, sources, migration, influence and analytical methods of microplastics in soil ecosystems. Ecotoxicology and Environmental Safety, 243(July), 114009. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.114009>

Yolla, 2020. Jenis Dazan Kepadatan Mikroplastik Di Sedimen Pantai desa Naras Hilir Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat.[Jurnal]. Fakultas Perikanan Dan Kelautan. Universitas Riau Pekanbaru.

Yu, H., Hou, J., Dang, Q., Cui, D., Xi, B., Tan, W., 2020. Decrease in bioavailability of soil heavy metals caused by the presence of microplastics varies across aggregate levels. J. Hazard. Mater. 395

Zhang, Y., Gao, T., Kang, S., Sillanpää, M., 2019. Importance of atmospheric transport for microplastics deposited in remote areas. Environ. Pollut. 254

Zhao, X., Wang, J., Yee Leung, K. M., & Wu, F. (2022). Color: An Important but Overlooked Factor for Plastic Photoaging and Microplastic Formation. In Environmental Science and Technology, 56(13), 9161–9163.

LAMPIRAN

1. Jumlah dan Kelimpahan Mikroplastik

No	Lokasi Sampling	Sampel	Jumlah Mikroplastik (partikel/100gram)	Berat Sampel (gram)	Kelimpahan MPS (partikel/gram)
1	Titik 1	Tanah	2543	100	25,43
2	Titik 2	Tanah	1509		15,09
3	Titik 3	Tanah	3602		36,02
4	Titik 4	Tanah	709		7,09
5	Titik 5	Tanah	351		3,51
6	Titik 6	Tanah	1635		16,35
7	Titik 7	Tanah	1296		12,96
8	Titik 8	Tanah	1550		15,5
9	Titik 9	Tanah	1124		11,24
10	Titik 10	Tanah	980		9,8

2. Kelimpahan Jenis Mikroplastik

Jenis Mikroplastik	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Titik 6	Titik 7	Titik 8	Titik 9	Titik 10
Fragmen	1479	1061	1861	508	222	1186	858	683	529	487
Fiber	85	67	463	55	73	88	190	194	85	92
Pelet	350	246	247	80	19	78	67	199	181	123
Film	629	135	1031	66	37	283	181	474	329	278
Total	2543	1509	3602	709	351	1635	1296	1550	1124	980

3. Kelimpahan Warna Mikroplastik

No	Lokasi Sampling	Sampel	Warna Mikroplastik								
			Biru	Merah	Hijau	Kuning	Hitam	Abu-abu/Transparan	Merah Muda	Coklat	Oren
1	Titik 1	Tanah	56	72	21	100	2049	1184	16	270	308
2	Titik 2	Tanah	32	87	98	11	497	347	0	299	138
3	Titik 3	Tanah	99	70	28	192	1357	1172	6	421	297
4	Titik 4	Tanah	33	28	8	19	303	184	12	68	62
5	Titik 5	Tanah	5	21	1	11	221	193	10	25	29
6	Titik 6	Tanah	35	103	14	6	499	617	0	334	27
7	Titik 7	Tanah	30	23	6	40	589	444	19	102	43
8	Titik 8	Tanah	41	51	1	99	723	392	16	158	103
9	Titik 9	Tanah	11	11	3	95	535	343	0	87	41
10	Titik 10	Tanah	43	47	9	61	451	233	28	56	52
		17081	385	513	189	634	7224	5109	107	1820	1100
			2%	3%	1%	4%	42%	30%	1%	11%	6%

4. Olah Data Logam Berat Pb

Sample	Conc. (μ /ml)	Mean Abs
Standard 1	0,05	0,0021
Standard 2	0,1	0,0053
Standard 3	0,3	0,0126
Standard 4	0,6	0,0234
Standard 5	1	0,0358
Standard 6	1,5	0,0534
Slope		0,034675627
Intersept		0,001583587
STEYX		0,000893373
LoD		0,077291171

Konsentrasi Pb pada Sampel Tanah						
No	Kode	Abs	Conc.(mg/l)	Pengenceran	Konsentrasi Sesungguhnya (mg/l)	Konsentrasi Sesungguhnya (mg/kg)
1	Sampel 3	0,013	0,332	1,000	0,332	6,642
2	Sampel 4	0,013	0,329	1,000	0,329	6,585
3	Sampel 6	0,033	0,912	1,000	0,912	18,236

Konsentrasi Pb pada Sampel Mps						
No	Kode	Abs	Conc.(mg/l)	Pengenceran	Konsentrasi Sesungguhnya (mg/l)	Konsentrasi Sesungguhnya (mg/kg)
1	Sampel 3	0,007	0,162	1,000	0,162	30,793
2	Sampel 4	0,009	0,202	1,000	0,202	38,468
3	Sampel 6	0,009	0,217	1,000	0,217	41,210

5. Olah Data Logam Berat Cu

Sample	Conc. (μ /ml)	Mean Abs
Standard 1	0,2	0,0260
Standard 2	0,3	0,0392
Standard 3	0,5	0,0661
Standard 4	0,8	0,1075
Standard 5	1	0,1291
Standard 6	2	0,2536
Standard 7	3	0,3670
Standard 8	0,1	0,0130
Standard 9	0,05	0,0060
Slope		0,122965252
Intersept		0,003325139
STEYX		0,004018041
LoD		0,098028683

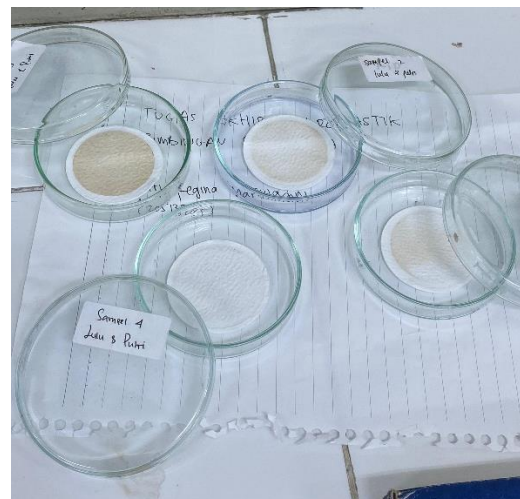
Konsentrasi Cu pada Sampel Tanah						
No	Kode	Abs	Conc.(mg/l)	Pengenceran	Konsentrasi Sesungguhnya (mg/l)	Konsentrasi Sesungguhnya (mg/kg)
1	Sampel 3	0,070	0,541	1,000	0,541	10,812
2	Sampel 4	0,047	0,353	1,000	0,353	7,055
3	Sampel 6	0,120	0,952	1,000	0,952	19,042

Konsentrasi Cu pada Sampel Mps						
No	Kode	Abs	Conc.(mg/l)	Pengenceran	Konsentrasi Sesungguhnya (mg/l)	Konsentrasi Sesungguhnya (mg/kg)
1	Sampel 3	0,0006	-0,022	1,000	-0,022	-4,213
2	Sampel 4	-0,0004	-0,030	1,000	-0,030	-5,759
3	Sampel 6	0,0002	-0,025	1,000	-0,025	-4,832

6. Dokumentasi Pengambilan Sampel



7. Dokumentasi Preparasi Sampel di Laboratorium UII



DAFTAR RIWAYAT



Lulu Maharani Ayuningtyas atau biasanya dipanggil Lulu lahir di Ujung Batu, 31 Januari 2002. Merupakan anak pertama dari Bapak Eko Widodo dan Ibu Dasmawati. Penulis merupakan lulusan dari sekolah dasar di SDN 008 Salo. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Bangkinang Kota dan melanjutkan pendidikan menengah atas di MAN 1 Kampar. Pada tahun 2020, penulis melanjutkan pendidikan Strata-1 di Universitas Islam Indonesia Yogyakarta dan menempuh program studi Teknik Lingkungan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.

Penulis juga aktif dalam kegiatan akademik dan non akademik. Seperti kegiatan organizing committee Lintas Lingkungan tahun 2021 bidang Wali Jamaah, pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) UII tahun 2022/2023 bidang Kewirausahaan, organizing committee Nature tahun 2022, dan panitia Latihan Dasar Kepemimpinan HMTL tahun 2022. Penulis juga melaksanakan Kerja Praktik di PT. Kilang Internasional Pertamina Refinery Unit II Dumai, Riau pada bulan Januari 2023 hingga Februari 2023.