

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEBERADAAN MIKROPLASTIK SERTA
KETERKAITANNYA DENGAN LOGAM BERAT (Pb DAN Cd)
PADA IKAN DI SUNGAI CODE YOGYAKARTA**

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



NADHIFAH KHAIRUNNISA

20513221

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

2024

TUGAS AKHIR

ANALISIS KEBERADAAN MIKROPLASTIK SERTA KETERKAITANNYA DENGAN LOGAM BERAT (Pb DAN Cd) PADA IKAN DI SUNGAI CODE YOGYAKARTA

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



Disusun Oleh:

Nadhifah Khairunnisa
20513221

Disetujui,

Dosen Pembimbing:



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

Tanggal: 23 /10/24

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KEBERADAAN MIKROPLASTIK SERTA KETERKAITANNYA DENGAN LOGAM BERAT (Pb DAN Cd) PADA IKAN DI SUNGAI CODE YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Dosen Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 14 Oktober 2024

Disusun oleh:

Nadhifah Khairunnisa

20513221

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.

 23/10/24

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 dari 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, 28 Agustus 2024

Yang Membuat Derivasi

Nadhifah K. Hairunnisa

NIM: 20513221

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Analisis Keberadaa Mikroplastik serta Keterkaitannya dengan Logam Berat (Pb dan Cd) pada Ikan di Sungai Code, Yogyakarta**. Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Pendidikan Strata satu (S1) pada Program Pendidikan Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini banyak hambatan dan rintangan yang penulis hadapi, namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak, baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada.

1. Allah SWT yang telah memberikan kelimpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
2. Kedua orang tua, adik tersayang, dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan serta kepercayaan kepada penulis selama penyusunan laporan ini.
3. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang turut memberikan bantuan berupa tenaga, usaha, dukungan, doa, kepercayaan serta bimbingan yang bermanfaat sampai dengan berakhirnya pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen, staff, dan keluarga besar Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia karena telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa perkuliahan.

5. Seluruh staff Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan bantuan serta arahan selama penulis melakukan pengujian di laboratorium.
6. Teman - teman yang telah kebersamai hingga saat ini Salma, Zahrah, Milla, Caca, Ano, dan Riri.
7. Rekan seperjuangan Tim Mikroplastik yang saling membantu menyelesaikan penelitian ini dari awal hingga akhir.
8. Teman - teman Program Studi Teknik Lingkungan Angkatan 2020.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Demikian prakata yang dapat penulis sampaikan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat di dalam laporan Tugas Akhir ini serta tidak luput dari kesalahan yang dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, penulis adanya kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kemajuan penulis dan kelengkapan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak.

Billahi taufiq wal hidayah,

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 28 Agustus 2024

Penulis

Nadhifah Khairunnisa

ABSTRAK

NADHIFAH KHAIRUNNISA. Analisis Keberadaan Mikroplastik serta Keterkaitannya dengan Logam Berat (Pb dan Cd) pada Ikan di Sungai Code, Yogyakarta. Dibimbing oleh Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Permasalahan mikroplastik di Indoensia mulai menjadi hal yang perlu diperhatikan terutama kontaminasi mikroplastik di makhluk hidup terutama ikan. Pencemaran mikroplastik ini disebabkan meningkatnya timbulan sampah yang dihasilkan oleh masyarakat. Mikroplastik yang dihasilkan juga dapat mengadsorpsi kontaminan lain salah satunya logam berat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis keberadaan mikroplastik pada ikan di Sungai Code yang akan diklasifikasikan berdasarkan kelimpahan, ukuran, jenis, warna, dan polimer mikroplastik. Analisis sampel mikroplastik pada ikan akan dilakukan pada tiga jenis organ ikan yaitu insang, jeroan, dan daging yang dilakukan mengacu terhadap metode *National Oceanic and Atmospheric Administration*, (2015). Sampel mikroplastik tersebut juga akan diuji menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui jenis polimernya. Logam berat pada mikroplastik di ikan dilakukan pengujian destruksi asam mengacu pada SNI 2354.5:2011. Adapun untuk mengetahui interaksi antara mikroplastik dan logam berat dilakukan uji korelasi menggunakan metode korelasi Pearson. Hasil yang didapatkan pada pengujian mikroplastik menunjukkan bahwa rata-rata kelimpahan terbesar ditemukan pada sampel jeroan sebesar 499,69 partikel/g. Jenis mikroplastik yang ditemukan tertinggi terdapat pada *fragment* sebesar 4811 partikel, dan warna yang mendominasi yaitu hitam sebesar 5635 partikel. Dugaan jenis polimer plastik yang ditemukan dengan nilai tertinggi berjenis *Polypropylene* (PP) sebesar 30%. Uji korelasi yang dilakukan mendapatkan nilai korelasi logam berat Pb terhadap mikroplastik sebesar 0,454 dan Cd sebesar 0,373 yang membuktikan bahwa hubungan antara logam berat dan mikroplastik pada Pb memiliki tingkat hubungan sedang, dan pada Cd dan mikroplastik memiliki tingkat hubungan rendah.

Kata Kunci: Code, Ikan, Logam Berat, Mikroplastik.

ABSTRACT

NADHIFAH KHAIRUNNISA. *Analysis of Microplastic and its Relationship with Heavy Metals (Pb and Cd) in Fish at Code River, Yogyakarta. Supervised by Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.*

The problem of microplastics in Indonesia is starting to become a matter of concern, especially microplastic contamination in living things, especially fish. Microplastic pollution is caused by the increasing amount of waste generated by the community. In addition, the resulting microplastics can also adsorb other contaminants, one of which is heavy metals. Therefore, this study was conducted to analyze the presence of microplastics in fish in the Code River which will be classified based on the abundance, size, type, color, and polymer of microplastics. Analysis of microplastic samples in fish will be carried out on three types of fish organs, namely gills, viscera, and meat, referring to the National Oceanic and Atmospheric Administration, (2015) method. The microplastic samples will also be tested using Fourier Transform Infrared (FTIR) to determine the type of polymer. Heavy metals in microplastics in fish are tested using acid deconstruction referring to SNI 2354.5: 2011. To determine the interaction between microplastics and heavy metals, a correlation test was conducted using the Pearson correlation method. The results obtained in microplastic testing showed that the largest average abundance was found in offal samples at 499.69 particles/g. The type of microplastics found was highest in fragments at 4811 particles, and the dominating color was black at 5635 particles. The alleged type of plastic polymer found with the highest value is Polypropylene (PP) type at 30%. The correlation test conducted obtained a correlation value of heavy metal Pb to microplastics of 0.454 and Cd of 0.373 which proves that the relationship between heavy metal Pb and microplastics has a moderate level of relationship, and the relationship between heavy metal Cd and microplastics has a low level of relationship.

Keywords: Code, Fish, Heavy Metals, Microplastics.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	II
PERNYATAAN.....	III
PRAKATA.....	IV
ABSTRAK.....	VI
ABSTRACT.....	VII
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR TABEL.....	X
DAFTAR GAMBAR.....	XI
DAFTAR LAMPIRAN.....	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Mikroplastik.....	4
2.1.1. Sumber Mikroplastik.....	4
2.1.2. Klasifikasi Mikroplastik.....	5
2.1.3. Mikroplastik pada Ikan.....	7
2.2. Logam Berat.....	8
2.3. Sungai Code.....	10
2.4. Penelitian Terdahulu.....	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2. Waktu dan Lokasi.....	16
3.3. Alat dan Bahan.....	19
3.4. Pengumpulan Data.....	20

3.4.1.	Data Sekunder	20
3.4.2.	Data Primer	21
3.4.2.1.	Pengambilan Sampel.....	21
3.4.2.2.	Pengujian Sampel.....	22
3.5.	Analisis Data	30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA		34
4.1.	Deskripsi Wilayah	34
4.2.	Identifikasi Karakteristik Ikan	44
4.3.	Analisis Mikroplastik	49
4.3.1.	Analisis Mikroplastik Berdasarkan Jumlah dan Kelimpahan	49
4.3.2.	Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis dan Warna	57
4.3.3.	Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis Polimer	73
4.4.	Analisis Korelasi Mikroplastik Terhadap Logam Berat Pb dan Cd	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		83
5.1.	Kesimpulan	83
5.2.	Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA		86
LAMPIRAN.....		95

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Logam Berat Pb dan Cd pada Ikan	10
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu Mengenai Logam Berat di Sungai Code	11
 Tabel 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel	17
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan Analisis Mikroplastik dan Logam Berat pada Ikan	19
Tabel 3. 3 Interpretasi Koefisien Korelasi.....	33
 Tabel 4. 1 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel.....	34
Tabel 4. 2 Identifikasi Jenis Ikan di Sungai Code.....	44
Tabel 4. 3 Hasil Uji t terhadap Kelimpahan Mikroplastik pada Setiap Daerah Pengambilan Sampel.....	53
Tabel 4. 4 Perbandingan Ukuran Mikroplastik pada Sampel Organ Ikan.....	60
Tabel 4. 5 Hasil Analisis FTIR Mikroplastik pada Insang Ikan di Sungai Code ..	73
Tabel 4. 6 Hasil Analisis FTIR Mikroplastik pada Jeroan Ikan di Sungai Code ..	75
Tabel 4. 7 Hasil Analisis FTIR Mikroplastik pada Daging Ikan di Sungai Code .	76
Tabel 4. 8 Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd pada Sampel Mikroplastik.....	81
Tabel 4. 9 Hasil Analisis Korelasi antara Logam Berat Pb dan Cd terhadap Kelimpahan Mikroplastik di Ikan	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sumber Mikroplastik Primer dan Sekunder	5
Gambar 2. 2 Jenis Mikroplastik	6
Gambar 2. 3 Warna Mikroplastik	6
Gambar 2. 4 Mekanisme Masuknya Mikroplastik pada Air, Tanaman, Biota Air, dan Manusia	7
Gambar 2. 5 Mekanisme Masuknya Mikroplastik pada Ikan	8
Gambar 2. 6 Adsorpsi Logam Berat terhadap Mikroplastik pada Ikan.....	9
Gambar 2. 7 Daerah Aliran Sungai Code.....	11
 Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Sampling Sungai Code Yogyakarta	16
Gambar 3. 3 Pengambilan Sampel Ikan.....	22
Gambar 3. 4 Sampel Insang Ikan	23
Gambar 3. 5 Sampel Jeroan Ikan	23
Gambar 3. 6 Sampel Daging Ikan	24
Gambar 3. 7 Preparasi Sampel Ikan	25
Gambar 3. 8 Proses WPO Sampel Ikan	26
Gambar 3. 9 Proses Pemisahan Densitas	27
Gambar 3. 10 Uji Mikroskop	27
Gambar 3. 11 Uji FTIR	28
Gambar 3. 12 Preparasi Sampel Logam Berat pada Mikroplastik.....	29
Gambar 3. 13 Proses Destruksi dan Penyaringan	29
Gambar 3. 14 Uji SSA	30
 Gambar 4. 1 Sampel Ikan Nila di Sungai Code	45
Gambar 4. 2 Sampel Ikan Wader Pari di Sungai Code	46
Gambar 4. 3 Sampel Ikan Gabus di Sungai Code.....	47
Gambar 4. 4 Sampel Ikan Baung di Sungai Code.....	47

Gambar 4. 5 Grafik Kadar Air Ikan di Sungai Code.....	48
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Jumlah Mikroplastik pada Insang, Jeroan, dan Daging Ikan Sungai Code	49
Gambar 4. 7 Grafik Jumlah Mikroplastik pada Ikan Sungai Code	50
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik pada Insang, Jeroan, dan Daging Ikan Sungai Code.....	51
Gambar 4. 9 Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Sungai Code	52
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik berdasarkan Jenis Ikan.....	52
Gambar 4. 11 Mikroplastik Jenis Fragment.....	58
Gambar 4. 12 Mikroplastik Jenis Film.....	58
Gambar 4. 13 Mikroplastik Jenis Fibre.....	59
Gambar 4. 14 Mikroplastik Jenis Foam	59
Gambar 4. 15 Mikroplastik Jenis Pellet	60
Gambar 4. 16 Grafik Klasifikasi Jenis Mikroplastik pada Insang Ikan di Sungai Code	61
Gambar 4. 17 Grafik Klasifikasi Jenis Mikroplastik pada Jeroan Ikan di Sungai Code	62
Gambar 4. 18 Grafik Klasifikasi Jenis Mikroplastik pada Daging Ikan di Sungai Code	62
Gambar 4. 19 Grafik Klasifikasi Jenis Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code ..	63
Gambar 4. 20 Persentase Jenis Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code	63
Gambar 4. 21 Peta Persebaran Jenis Mikroplastik pada Setiap Organ Ikan (Insang, Jeroan, dan Daging) di Sungai Code.....	64
Gambar 4. 22 Peta Persebaran Jenis Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code	64
Gambar 4. 23 Warna Mikroplastik pada Sampel Ikan di Sungai Code.....	66
Gambar 4. 24 Grafik Klasifikasi Warna Mikroplastik pada Insang Ikan di Sungai Code	66
Gambar 4. 25 Grafik Klasifikasi Warna Mikroplastik pada Jeroan Ikan di Sungai Code	67

Gambar 4. 26 Grafik Klasifikasi Warna Mikroplastik pada Daging Ikan di Sungai Code	67
Gambar 4. 27 Grafik Klasifikasi Warna Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code	68
Gambar 4. 28 Persentase Warna Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code.....	68
Gambar 4. 29 Peta Persebaran Warna Mikroplastik pada Setiap Organ Ikan (Insang, Jeroan, dan Daging) di Sungai Code.....	69
Gambar 4. 30 Peta Persebaran Warna Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code ...	69
Gambar 4. 31 Grafik Mikroplastik berdasarkan Jenis dan Warna pada Insang Ikan di Sungai Code	71
Gambar 4. 32 Grafik Mikroplastik berdasarkan Jenis dan Warna pada Jeroan Ikan di Sungai Code	71
Gambar 4. 33 Grafik Mikroplastik berdasarkan Jenis dan Warna pada Daging Ikan di Sungai Code	72
Gambar 4. 34 Grafik Mikroplastik berdasarkan Jenis dan Warna pada Ikan di Sungai Code	72
Gambar 4. 35 Jenis Polimer Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code	80
Gambar 4. 36 Grafik Persebaran Data Logam Berat Pb dan Cd terhadap Mikroplastik	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pengambilan Sampel	95
Lampiran 2. Dokumentasi Sampel Ikan.....	96
Lampiran 3. Dokumentasi Sampel Organ Ikan (Insang, Jeroan, dan Daging)	97
Lampiran 4. Dokumentasi Pengujian Sampel	98
Lampiran 5. Data Persentase Kadar Air Ikan di Sungai Code	102
Lampiran 6. Data Pengamatan Mikroplastik	103
Lampiran 7. Hasil Analisis FTIR	108
Lampiran 8. Hasil Analisis Software SPSS.....	114
Lampiran 9. Hasil Analisis SSA.....	118
Lampiran 10. Berita Acara Seminar Hasil	120
Lampiran 11. Daftar Hadir Mahasiswa Seminar Hasil	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mikroplastik merupakan plastik yang berukuran lebih kecil dari 5 mm (Mulu dkk., 2020). Mikroplastik memberikan dampak negatif bagi biota laut karena adanya senyawa kimia yang terkandung dalam plastik maupun senyawa toksik lainnya yang menempel pada mikroplastik. Sementara bahaya fisik dari mikroplastik yang berukuran kecil memungkinkan terjadinya translokasi mikroplastik ke organ-organ hewan atau organisme yang menelan mikroplastik (Vandermeersch dkk., 2015). Mikroplastik yang dimakan oleh ikan menyebabkan ikan mengalami kekenyangan palsu sehingga nafsu makannya dapat berkurang, bahkan lebih parahnya lagi bisa menyebabkan kepunahan suatu spesies ikan (Yudhantari dkk., 2019). Akumulasi tersebut dapat berpotensi juga membawa polutan yang bisa ikut masuk kedalam tubuh ikan (Lumban dkk., 2020).

Dilansir dalam BBC News Indonesia (2020), selama pandemi COVID-19 penggunaan pembungkus dan kantong plastik sekali pakai juga mengalami peningkatan sehingga memperburuk masalah sampah plastik yang sudah ada di Indonesia. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Yogyakarta (2023), mencatat adanya peningkatan volume sampah yang dibuang ke tiga sungai besar dan satu sungai kecil yang berada di Yogyakarta salah satunya termasuk Sungai Code. Menurut data dari Bappeda Provinsi DIY, volume produksi sampah terus meningkat dari 2019 sebesar 644,69 ton per hari hingga 2023 sebesar 1.231,55 ton per hari. Karena adanya proses pembuangan sampah plastik pada sungai tersebut serta aktivitas penduduk meningkat setiap tahunnya, maka penting untuk dilakukan penelitian kembali dengan kondisi yang sudah berbeda.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Sulistyio dkk., (2020) tentang identifikasi keberadaan dan jenis mikroplastik pada ikan di Sungai Code menyebutkan bahwa ditemukan sebanyak 11,205 partikel/g sampel. Oleh karena itu, Prasetyo (2020) menyatakan bahwa beberapa sungai di pulau Jawa telah

tercemar mikroplastik. Salah satu sungai yang ada di Kawasan Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu Sungai Code. Sungai ini merupakan sungai yang memiliki kemungkinan tercemar yang cukup tinggi di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai Code memiliki DAS yang cukup padat dengan pemukiman, terutama pada bagian tengah yang berada di Kota Yogyakarta. Aktivitas antropogenis di kawasan sungai Code mengakibatkan produksi sampah plastik yang menyebabkan pencemaran di badan air (Imroatushshoolikhah dkk., 2014).

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang kian meningkat konsentrasinya di alam pada setiap tahunnya. Logam berat dapat terakumulasi melalui rantai makanan (Nurhayati dan Putri, 2019). Interaksi berupa asosiasi logam berat dan mikroplastik berlangsung secara langsung dan tidak langsung. Berbagai faktor mempengaruhi adanya asosiasi logam berat dan mikroplastik. Beberapa faktor tersebut diantaranya karakteristik mikroplastik yakni ukuran, jenis polimer, bentuk, serta permukaannya. Pengaruh lain juga berasal dari logam berat itu sendiri dimana ada pengaruh konsentrasi dan tipe dari logam berat. Lingkungan juga memberikan pengaruh pada interaksi ini yaitu diantaranya merupakan salinitas, pH, konsentrasi logam berat pada area sekitar (Cao dkk., 2021).

Dilatarbelakangi masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontaminasi mikroplastik pada ikan di Sungai Code, serta menganalisis interaksi antara mikroplastik dan logam berat. Penelitian ini diharapkan akan menghasilkan informasi yang komprehensif mengenai kontaminasi mikroplastik pada ikan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kelimpahan dan karakteristik mikroplastik pada bagian insang ikan, jeroan ikan, dan daging ikan di perairan Sungai Code?
2. Bagaimana keterkaitan antara mikroplastik dan kandungan logam berat pada organ-organ ikan di perairan Sungai Code?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi kelimpahan dan karakteristik mikroplastik pada bagian insang ikan, jeroan ikan, dan daging ikan di perairan Sungai Code.

2. Menganalisis keterkaitan antara mikroplastik dan kandungan logam berat pada organ-organ ikan di perairan Sungai Code.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat umum tentang keberadaan mikroplastik dan logam berat pada ikan di perairan Sungai Code.
2. Memberikan hasil analisis mengenai keterkaitan antara logam berat dan mikroplastik yang ditemukan pada ikan di perairan Sungai Code.
3. Dapat menjadi bahan atau referensi untuk pengembangan ilmu pengetahuan di masa mendatang.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian ini dilakukan sepanjang perairan Sungai Code, Daerah Istimewa Yogyakarta pada bulan Februari 2024 – Agustus 2024.
2. Sampel pengujian berupa bagian insang ikan, jeroan ikan, dan daging ikan dari perairan Sungai Code.
3. Logam berat yang dikaji terdiri dari Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd).
4. Metode yang digunakan dalam pengujian mikroplastik adalah metode yang direkomendasikan oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), (2015).
5. Metode yang digunakan dalam pengujian logam berat mengacu pada SNI 2354.5:2011 Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan.
6. Pengujian sampel untuk mengidentifikasi karakteristik mikroplastik meliputi jumlah, bentuk dan warna dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10X.
7. Pengujian sampel untuk mengidentifikasi polimer mikroplastik dilakukan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR).
8. Pengujian sampel terhadap konsentrasi logam berat dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

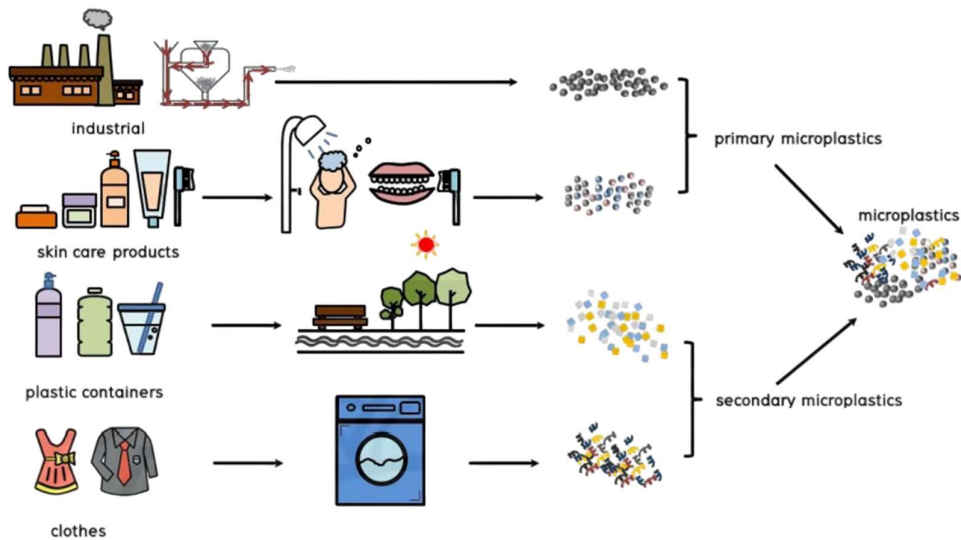
2.1. Mikroplastik

Mikroplastik merupakan serpihan plastik kecil yang disebabkan adanya degradasi dari sampah plastik yang terjadi seiring berjalannya waktu (Acmaad A.R. & Indah K.S., 2022). Mikroplastik mempunyai ukuran ≤ 5 mm dan tidak dapat larut dalam air (Hiwari dkk., 2019). Mikroplastik mengandung bahan kimia yang berbahaya, terlebih lagi jika kemudian tersebar secara liar dan bebas pada lingkungan. Persebaran tersebut dapat memunculkan dampak negatif bagi makhluk hidup. Transportasi dan transformasi bahan kimia beracun ke dalam organisme dapat disebabkan oleh jaring makanan yang saling mengonsumsi untuk memenuhi kebutuhan hidup sehingga memperbesar kemungkinan atas hal negatif yang diperoleh dari bahan kimia yang berada dalam mikroplastik (Rochman dkk., 2015).

2.1.1. Sumber Mikroplastik

Sumber mikroplastik dapat dikategorikan sebagai primer dan sekunder. Sumber primer merujuk ke partikel yang diproduksi dengan ukuran partikel kecil. Sumber sekunder adalah mikroplastik diproduksi oleh pemecahan atau fragmentasi plastik yang lebih besar karena paparan radiasi ultraviolet matahari, pelapukan, atau penurunan berat secara bertahap karena kerusakan fisik. (Andrady A., 2011).

Jenis-jenis mikroplastik yang ada pada dasarnya berasal dari buangan limbah atau sampah dari pertokoan dan warung-warung makanan yang ada di lingkungan sekitar perairan. Selain itu sumber mikroplastik dapat pula ditemui pada industri pertanian. Sumber limbah mikroplastik yang banyak ditemukan berasal dari buangan kantong-kantong plastik, baik kantong plastik yang berukuran besar maupun kecil, bungkus nasi atau *styrofoam*, kemasan-kemasan makanan siap saji, botol-botol minuman plastik serta perangkat bahan pertanian berupa pestisida dan hal semacamnya.



Gambar 2. 1 Sumber Mikroplastik Primer dan Sekunder

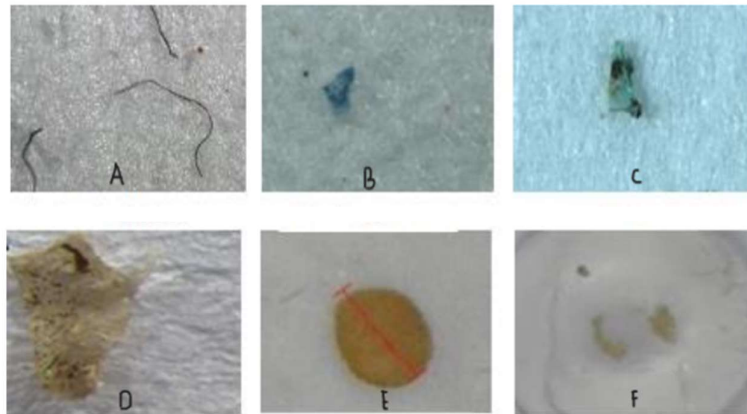
Sumber: (Sukrita & Prasongsom, 2020)

2.1.2. Klasifikasi Mikroplastik

Mikroplastik yang terdegradasi menjadi mikroplastik berasal dari tipe plastik yang berbeda-beda dengan densitas yang beragam. Mikroplastik digolongkan berdasarkan jenis, warna, dan ukuran. Jenis-jenis mikroplastik terdiri dari *fibre*, *fragment*, *film*, *foam*, *pellet*. Sedangkan berdasarkan warna, mikroplastik memiliki warna seperti merah, biru, hijau, hitam, transparan, dan warna-warna lainnya.

Fibre cenderung memiliki karakteristik memanjang dan biasanya merupakan degradasi dari kain sintetis ataupun jaring. Berdasarkan penelitian Zhao dkk, (2015), limbah domestik atau limbah rumah tangga atau sampah dari aktivitas manusia merupakan sumber utama dari sampah plastik yang berserat. Limbah plastik ini dapat berasal dari aktivitas manusia seperti mencuci pakaian. Mikroplastik jenis *fragment* memiliki karakteristik yang tidak dapat dihancurkan dan memiliki bentuk yang cukup keras serta bervolume (Yona dkk., 2020). Biasanya jenis ini berasal dari plastik keras seperti botol, kotak makan, dan lainnya. Mikroplastik jenis *film* memiliki densitas yang lebih rendah dibanding tipe mikroplastik lainnya, sehingga lebih mudah ditransportasikan yang diduga bersumber dari buangan sampah plastik oleh aktivitas manusia (Hastuti dkk, 2014).

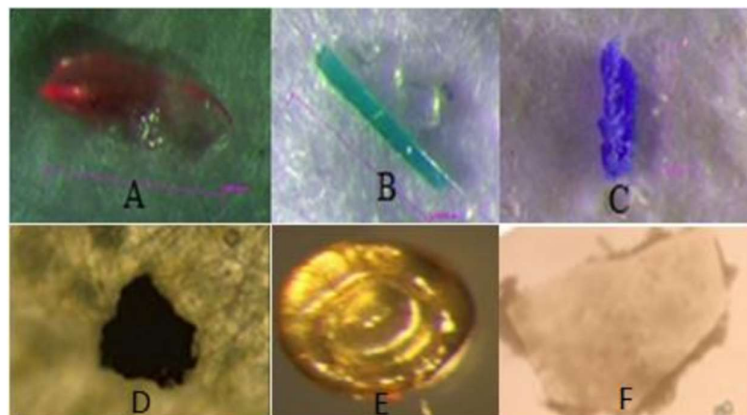
Mikroplastik jenis *foam* berasal dari *styrofoam* seperti bungkus mie instan yang biasa dikonsumsi (Yin dkk., 2019). Mikroplastik jenis *pellet* berasal dari *microbeads* yang sengaja dibuat oleh industri untuk produk kecantikan (P. L. Lenaker dkk., 2019).



Gambar 2. 2 Jenis Mikroplastik

(A. Fibre; B. Fragment; C. Sheet; D. Film; E. Granule; F. Pellet)

Sumber: (Feng dkk., 2019; Baalkhuyur dkk., 2018; Faruqi, 2019; Saptian W.S. dkk., 2021)



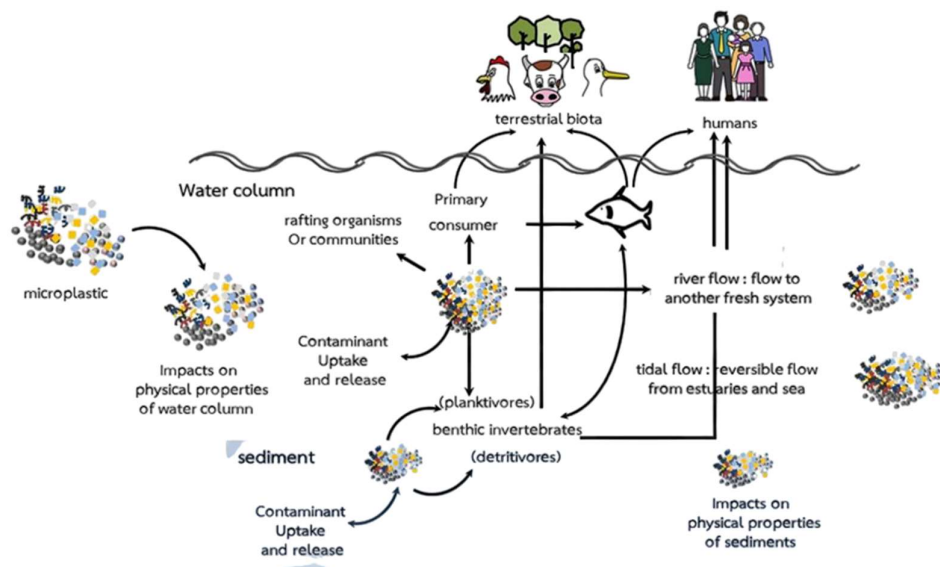
Gambar 2. 3 Warna Mikroplastik

(A. Merah; B. Hijau; C. Biru; D. Hitam; E. Kuning; F. Putih/Transparan)

Sumber: (Digka dkk., 2018; Ismail dkk., 2019; Cole dkk., 2014; Hossain dkk., 2019; Saptian W.S. dkk., 2021)

2.1.3. Mikroplastik pada Ikan

Ikan dapat dijadikan sebagai indikator biologi adanya perubahan dan kerusakan lingkungan terutama lingkungan perairan tawar atau sungai (Palacio–Núñez dkk., 2007; Li dkk., 2010; Mohite & Samant, 2013). Karena ukurannya yang sangat kecil, mikroplastik dapat memberikan dampak yang cukup besar terhadap makhluk hidup. Mikroplastik dapat tertelan oleh biota-biota tersebut dalam prosesnya mencari makan secara tidak sengaja karena bentuknya yang hampir sama dengan jenis makanannya (Neves dkk., 2015), atau karena mangsanya juga telah terkontaminasi oleh mikroplastik.

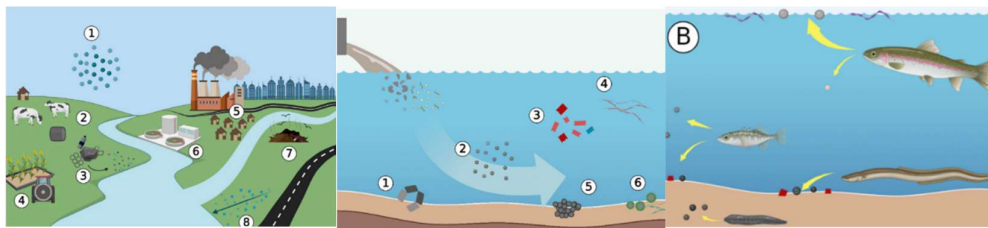


Gambar 2. 4 Mekanisme Masuknya Mikroplastik pada Air, Tanaman, Biota Air, dan Manusia

Sumber: (Sukrita & Prasongsom, 2020)

Pada ikan, organ tubuh yang dapat terpapar mikroplastik diantaranya adalah insang, saluran pencernaan, dan otot. Sebagian besar hasil penelitian menyebutkan bahwa keberadaan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan dianggap sebagai tempat terakumulasinya mikroplastik (Murphy dkk., 2017; Baalkhuyur dkk., 2018; Giani dkk., 2019; Savoca dkk., 2019). Mikroplastik juga mengontaminasi insang sehingga mikroplastik cenderung masuk secara insidental melalui saluran tersebut ketika ikan berenang, sehingga dapat mengontaminasi otot ikan apabila partikel

mikroplastik terserap ke dalam pembuluh darah ikan, baik melalui saluran pencernaan maupun saluran pernapasan (Jaafar dkk., 2021; Makhdoumi dkk., 2021; Adji dkk., 2022). Kontaminasi mikroplastik pada otot merupakan hasil dari absorpsi mikroplastik melalui darah, sehingga partikel mikroplastik tersebut dapat terakumulasi di otot (Aryani dkk., 2021). Apabila partikel plastik terakumulasi dalam jumlah yang besar dalam tubuh ikan, maka mikroplastik itu dapat menyumbat saluran pencernaan ikan. Mikroplastik yang terdapat pada insang ikan dapat menghalangi proses pernafasan (Eryan & Amalia, 2019).



Gambar 2. 5 Mekanisme Masuknya Mikroplastik pada Ikan

Sumber: (Badiozaman Sulaiman dkk., 2023)

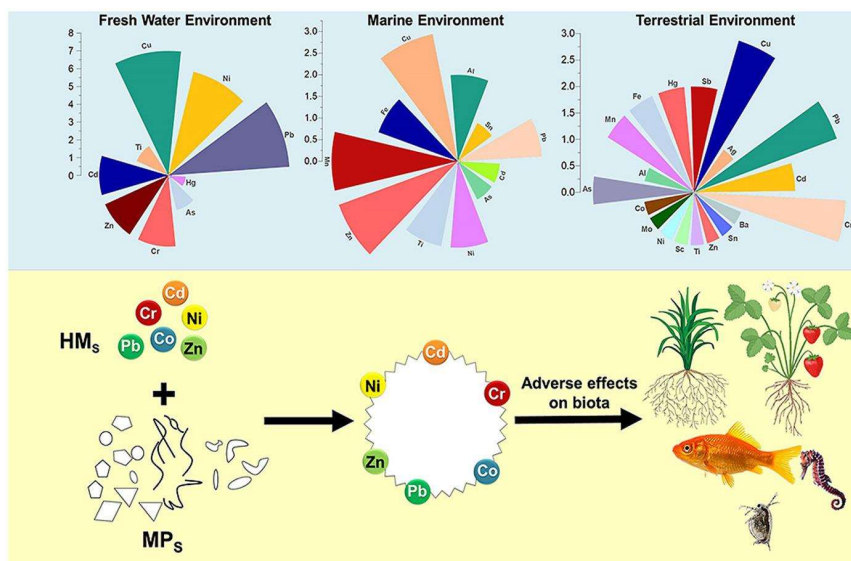
2.2. Logam Berat

Logam berat adalah suatu unsur logam dimana unsur tersebut memiliki kerapatan molekul penyusunnya lebih rapat daripada air. Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang kian meningkat konsentrasinya di alam pada setiap tahunnya. Walaupun logam berat adalah unsur yang secara alami dihasilkan oleh aktivitas di kerak bumi, konsentrasinya semakin meningkat dengan adanya aktivitas antropogenis. Adanya pencemaran logam berat berpengaruh pada pencemaran yang terjadi baik di daratan maupun di ekosistem perairan. Pencemaran lingkungan terjadi salah satunya akibat adanya proses korosi logam berat (Tchounwou dkk., 2012). Logam berat merupakan unsur logam dengan berat molekul tinggi dan termasuk polutan yang memberikan dampak signifikan bagi kesehatan makhluk hidup. Logam berat dalam kadar yang rendah umumnya sudah beracun bagi tumbuhan, hewan, bahkan manusia (Syauqiah dkk., 2011).

Logam berat pada suatu perairan lama kelamaan akan turun dan mengalami sedimentasi di dasar perairan, hal ini dapat menyebabkan biota laut terutama yang hidup di dasar perairan akan memiliki resiko yang sangat besar untuk

terkontaminasi logam berat (Barokah dkk., 2019). Logam berat dapat terakumulasi melalui rantai makanan, semakin tinggi tingkatan rantai makanan suatu organisme maka akumulasi logam berat di dalam tubuhnya juga semakin bertambah (Nurhayati dan Putri, 2019).

Interaksi berupa asosiasi logam berat dan mikroplastik berlangsung secara langsung dan tidak langsung. Berbagai faktor mempengaruhi adanya asosiasi logam berat dan mikroplastik. Beberapa faktor tersebut diantaranya karakteristik mikroplastik yakni ukuran, jenis polimer, bentuk, serta permukaannya. Pengaruh juga berasal dari logam berat itu sendiri dimana ada pengaruh konsentrasi dan tipe dari logam berat. Lingkungan juga memberikan pengaruh pada interaksi ini yakni diantaranya adalah salinitas, pH, konsentrasi logam berat pada area sekitar (Cao dkk., 2021).



Gambar 2. 6 Adsorpsi Logam Berat terhadap Mikroplastik pada Ikan
Sumber: (Khalid dkk., 2021)

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang berwarna kelabu keperakan, putih kebiruan. Timbal diklasifikasikan ke dalam logam pasca transisi. Logam ini akan berbentuk padatan pada kondisi suhu ruang. Timbal merupakan senyawa beracun dan memiliki tingkat bahaya tinggi apabila dalam jumlah atau konsentrasi yang tinggi. Logam ini secara alami terdapat dalam jumlah kecil pada

batuan, tanah dan tanaman. Timbal komersial dihasilkan melalui penambangan, peleburan, pengilangan dan pengolahan ulang sekunder (Suyono, 1995). Paparan timbal dalam jangka panjang akan berpengaruh pada penurunan status kesehatan gizi (Xu dkk., 2018). Cadmium (Cd) adalah suatu unsur alami yang dapat ditemukan pada kehidupan sehari-hari pada jumlah yang kecil. Tanah, batu, udara, pupuk untuk pertanian, juga mengandung cadmium. Terdapat pula cadmium yang diperuntukkan untuk mendukung aktivitas manusia, diekstrak dari logam lain misalnya seng, timah, dan tembaga. Secara morfologi, cadmium berwarna putih dan hampir mirip dengan seng (Nordberg dkk., 2002). Dalam SNI 7383:2009 Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan, baku mutu logam berat Pb dan Cd terhadap ikan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Logam Berat Pb dan Cd pada Ikan

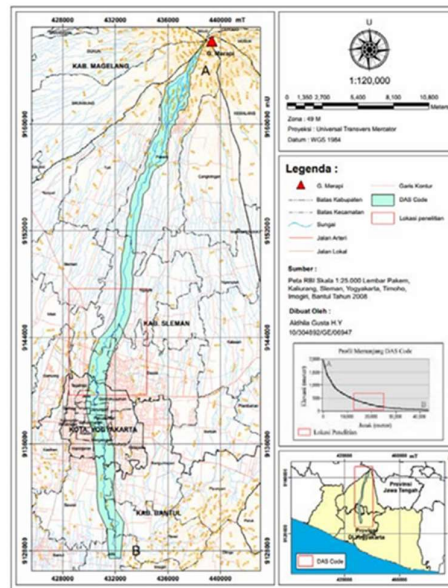
No	Parameter	Batas Maksimum (mg/kg)
1	Pb	0,3
2	Cd	0,1

2.3. Sungai Code

Sungai adalah sistem yang kompleks, terdiri dari banyak komponen yang saling berhubungan dan berpengaruh dalam suatu sistem yang sinergis dan mampu menghasilkan sistem kerja yang efisien. Kompleksitas sungai dapat diketahui dari bentuk alur dan percabangan sungai, formasi dasar sungai, morfologi sungai, dan ekosistem sungai (Maryono, 2010). Sungai sebagai ekosistem terbuka memiliki berbagai fungsi salah satunya untuk memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan.

Sungai Code merupakan salah satu sungai yang berada di Yogyakarta. Sungai ini mengalir membelah kota Yogyakarta dan melewati pusat kota, sehingga bantaran Sungai Code dianggap sebagai tempat tinggal ideal bagi masyarakat yang melakukan urbanisasi karena tidak tersedianya lahan tempat tinggal lain yang memadai. Sungai Code membentang dari Bukit Turgo yang terletak di lereng Gunung Merapi dan bermuara di Sungai Opak, Sungai Code terbagi menjadi dua ruas, yaitu Sungai Boyong (Sebelah Hulu) dan Sungai Code (Sebelah Hilir). Mata air Sungai Code berawal dari lereng Gunung Merapi dan bermuara di Sungai Opak kemudian berlanjut ke Samudera Hindia (Fithrart S.F., 2022). Air sungai Code

tergolong dalam air kelas II yang banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan perikanan, peternakan, serta pertanian (Imroatushshoolikhah dkk., 2014).



Gambar 2. 7 Daerah Aliran Sungai Code

Sumber: (Aldhila & Widiyanto, 2013)

Menurut Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta, status air Sungai Code telah melebihi nilai standar baku mutu lingkungan sehingga dinyatakan tercemar. Pencemaran yang terjadi sungai Code disebabkan antara lain oleh adanya limbah perhotelan di kawasan sekitar, industri tekstil percetakan, dan didominasi oleh limbah domestik. Peningkatan aktivitas antropogenik yang menghasilkan limbah berdampak pada kehidupan organisme di habitat tersebut (Widyasari, 2009).

2.4. Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu Mengenai Logam Berat di Sungai Code

No	Peneliti	Judul	Hasil
1	Nauval Putra Prabowo (2020)	Identifikasi Keberadaan dan Bentuk Mikroplastik pada Sedimen dan Ikan di Sungai Code	Bentuk mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan adalah <i>fibre</i> , <i>fragment</i> , dan <i>pellet</i> . Jumlah total partikel mikroplastik pada semua ikan adalah 47 partikel dengan kelimpahan total 706 partikel/kg berat ikan, meliputi ikan sapu-sapu 31 partikel dengan kelimpahan 207

No	Peneliti	Judul	Hasil
			partikel/kg berat ikan, ikan wader 6 partikel dengan kelimpahan 176 partikel/kg berat ikan, dan ikan lele 10 partikel dengan kelimpahan 323 partikel/kg berat ikan. Bentuk yang paling banyak ditemukan yaitu <i>fibre</i> sebanyak 18 partikel (38%), dan warna yang paling banyak ditemukan yaitu hitam sebanyak 34 partikel (72,34%)
2	Bella Seftianingrum dkk. (2023)	Identifikasi Mikroplastik pada Air, Sedimen, dan Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) di Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur	Jenis mikroplastik yang ditemukan paling umum pada sampel ikan adalah fiber dengan warna yang ditemukan yaitu hitam, merah, biru, kuning, dan putih. Hasil uji FTIR ATR menunjukkan bahwa mikroplastik yang ditemukan terbuat dari jenis polimer Polymethyl methacrylate acrylic (PMMA), High Density Polyethylene (HDPE), Cellulose Acetate (CA), dan Polyethylene terephthalate (PET).
3	Gitri Arisanti dkk. (2023)	Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kembung (<i>Rastrelliger Sp.</i>) di Pelabuhan Perikanan Samudera Belawan, Sumatera Utara	Tiga jenis mikroplastik ditemukan di seluruh sampel ikan yang berjumlah 30 ekor pada bagian pencernaan. Jenis mikroplastik diantaranya <i>film</i> (54 %), diikuti oleh <i>fragment</i> (33 %) dan <i>fibre</i> (13 %), dengan <i>film</i> merupakan jenis mikroplastik yang memiliki kelimpahan tertinggi yaitu $2,30 \pm 1,30$ partikel/g.
4	Pattira Kasamesiri dkk. (2020)	Microplastics Ingestion by Freshwater Fish in The Chi River, Thailand	Hasil penelitian membuktikan 72,9% sampel ikan terkontaminasi mikroplastik dengan kelimpahan $1,76 \pm 0,97$ partikel/ikan. Persentase mikroplastik paling tinggi ditemukan pada ikan omnivora <i>Puntius ticto</i> sebesar 86,7% dengan ukuran yang paling banyak ditemukan $<0,5$ mm (47,5%). Warna biru ditemukan sebesar 56,9% dan bentuk dominan yang ditemukan yaitu <i>fibre</i> sebesar 86,9%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaring ikan dan keramba ikan merupakan sumber utama kontaminan mikroplastik.

No	Peneliti	Judul	Hasil
5	Juan M.R. dkk. (2022)	Occurrence of microplastics in Fish from Mendoza River: First Insights into Plastic Pollution in the Central Andes, Argentina	<i>Fibre</i> berwarna biru merupakan jenis mikroplastik yang dominan ditemukan di sampel ikan Sungai Mendoza yaitu sebesar 85%. Kelimpahan mikroplastik terbesar ditemukan di spesies <i>Salmo trutta</i> sebesar $492 \pm 39,9$ partikel/g.
6	Tarigan Y.F. dkk. (2013)	Kandungan Kadmium (Cd) pada Air Sungai dan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus) di Sungai Code Kota Yogyakarta	Kandungan Cd pada tubuh ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>) di keramba Sungai Code Kota Yogyakarta ditemukan rata-rata konsentrasinya yaitu sebesar $-0,0013$ mg/L, $0,0557$ mg/L, dan $-0,0067$ mg/L.
7	Hasanah dkk. (2023)	Statistical Evaluation on Water Pollution Level of Code River, Yogyakarta Based on Heavy Metals Concentrations and Sampling Locations	Zn merupakan unsur logam berat yang paling dominan dan sangat berpengaruh terhadap pencemaran air di Sungai Code. As merupakan unsur yang paling berpengaruh terhadap tingkat pencemaran komposisi air di Sungai Code. Penelitian ini juga membandingkan konsentrasi As, Hg, Cr, dan Zn pada ikan rasbora perak dan kangkung. Hasil menunjukkan bahwa ikan rasbora perak dan kangkung di Sungai Code tidak aman untuk dikonsumsi manusia.
8	A.M. Sabilillah dkk. (2023)	Health Risk Assessment and Microplastic Pollution in Streams Through Accumulation and Interaction by Heavy Metals	Logam berat yang ditemukan teradsorpsi dalam mikroplastik yaitu kandungan Pb dan Cd. Adsorpsi logam berat dengan mikroplastik menyebabkan konsentrasi logam berat meningkat secara signifikan karena peningkatan luas permukaan mikroplastik. Dalam penelitian ini, <i>Rasbora lateristriata</i> dan <i>Oreochromis niloticus</i> ditemukan untuk mengakumulasi MPs dalam jumlah yang signifikan. Kedua jenis ikan tersebut dikonsumsi oleh masyarakat setempat yang dapat menyebabkan peningkatan risiko kesehatan.

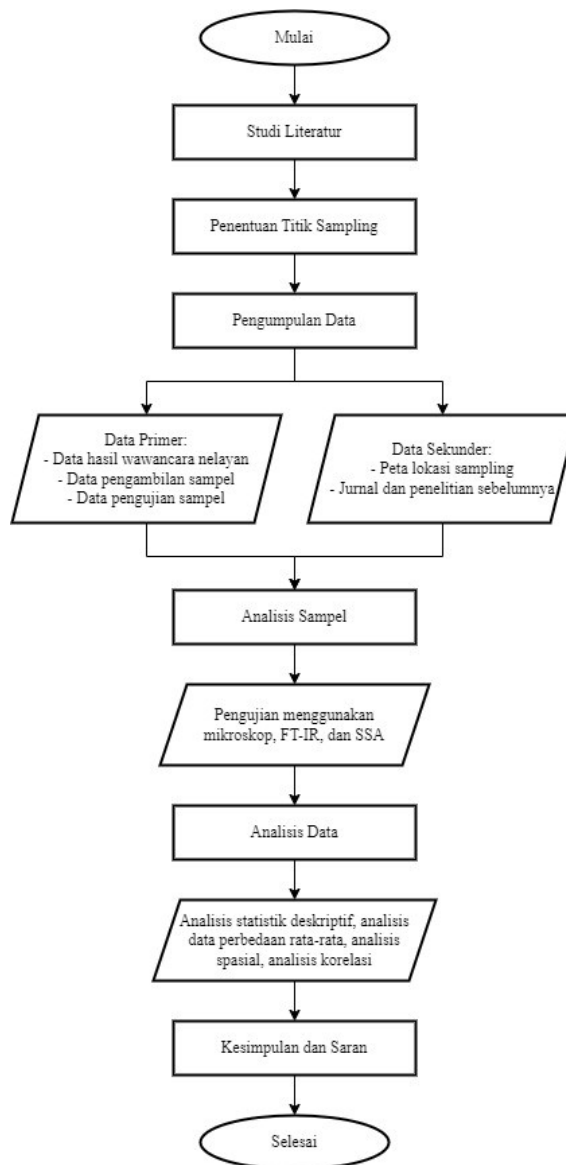
No	Peneliti	Judul	Hasil
9	Fitroh R.P. (2022)	Pencemaran Mikroplastik di Sungai Code, Daerah Istimewa Yogyakarta: Akumulasi pada Ikan, Interaksi Logam Berat (Pb dan Cd), dan Penilaian Risiko Kesehatan	Berdasarkan tingkat aktivitas manusia yang berkorelasi dengan tingkat pencemaran sampah plastik, ikan diambil dari 3 stasiun dengan cara memancing. Mikroplastik diekstraksi dari insang, saluran pencernaan, otot, dan air. Hasil penelitian menunjukkan mikroplastik telah mencemari air sungai dan ikan. Tingkat pencemaran limbah terkait dengan intensitas aktivitas manusia pada area sekitar aliran air sungai. Kontaminasi didominasi oleh mikroplastik berukuran kecil, warna hijau, berbentuk <i>fibre</i> , dan berjenis polimer LDPE. Akumulasi mikroplastik tertinggi terdapat pada organ pencernaan ikan. Terdapat asosiasi logam berat (Pb dan Cd) akibat adsorpsi oleh permukaan mikroplastik.
10	Mst Shamima Akter dkk. (2024)	Microplastics and heavy metals in freshwater fish species in the southwestern region of Bangladesh: An emerging concern for public health	Mikroplastik tertinggi yang ditemukan dari 17 sampel ikan yaitu pada <i>C. punctata</i> sebesar $3,43 \pm 3,15$ partikel dan terendah pada <i>A. mola</i> sebesar $0,14 \pm 0,38$ partikel. Mikroplastik yang teridentifikasi didominasi oleh ukuran <1 mm (87,3%), warna hitam (60,6%), dan jenis <i>fibre</i> (94,4%). Jenis polimer mikroplastik didominasi oleh polietilena (73,08%), polipropilena (21,15%), dan polistirena (5,77%). Korelasi positif ditemukan antara jumlah mikroplastik dengan berat dan panjang ikan. Konsentrasi logam berat yang ditemukan pada masing-masing sampel yaitu Cr ($0.47 - 2.89$; 0.79 ± 0.56) > Cu ($0.01 - 1.14$; 0.50 ± 0.44) > Pb ($0.04 - 0.58$; 0.22 ± 0.12) > Cd ($0.00 - 0.11$; 0.03 ± 0.03).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

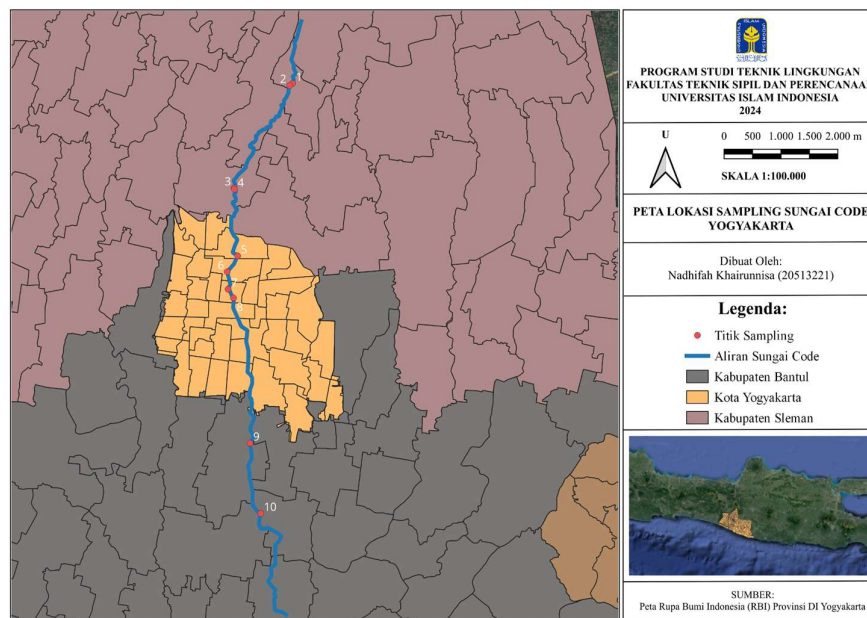
Prosedur penelitian akan digambarkan dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.1. adalah sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Waktu dan Lokasi

Pada penelitian ini sungai yang akan diteliti adalah Sungai Code dimana bagian hulu Sungai Code berada di Kabupaten Sleman, sedangkan bagian hilir berada di Kabupaten Bantul. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2024 hingga bulan Agustus 2024. Berikut merupakan peta lokasi pengambilan sampel yang akan dilakukan di sepanjang perairan Sungai Code.

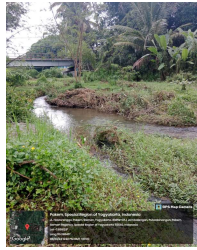
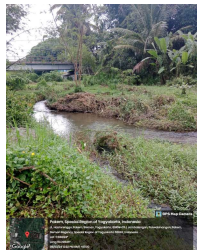
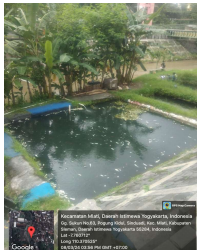
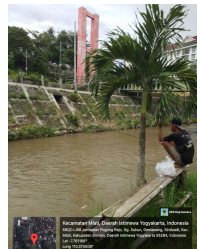


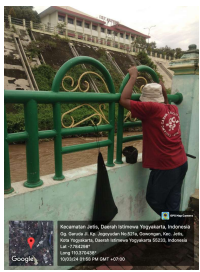
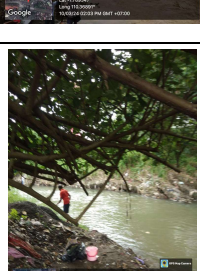
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Sampling Sungai Code Yogyakarta

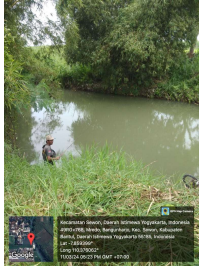
Pertimbangan pemilihan lokasi sampling dengan sepuluh titik yaitu lokasi yang mudah untuk diakses, terdapat keramba yang dibudidayakan warga lokal, dan lokasi warga lokal berkegiatan memancing. Titik-titik tersebut terdapat pada empat titik di Kabupaten Sleman, empat titik di Kota Yogyakarta, dan dua titik di Kabupaten Bantul. Alasan pemilihan kesepuluh titik tersebut agar sampel yang diambil dapat menjadi data representatif dari perairan Sungai Code. Sampel-sampel tersebut akan terbagi menjadi 2 sumber yaitu ikan yang berasal langsung dari perairan Sungai Code dan ikan yang berasal dari hasil budidaya warga lokal di perairan Sungai Code. Pembagian 2 sumber ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik yang berada pada sampel ikan dari hasil budidaya yaitu

ikan-ikan yang hidup di lingkungan keramba, dan juga kelimpahan mikroplastik yang berasal dari sampel ikan hasil pancing yaitu ikan-ikan yang hidup langsung di perairan Sungai Code.

Tabel 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel

Daerah	Kode	Latitude	Longitude	Keterangan
Kabupaten Sleman	TS 1	-7.7659123	110.39645	
	TS 2	-7.7659123	110.39645	
	TS 3	-7.760712	110.370525	
	TS 4	-7.761168	110.370508	

Daerah	Kode	Latitude	Longitude	Keterangan
Kota Yogyakarta	TS 5	-7.789045	110.368562	
	TS 6	-7.784298	110.370438	
	TS 7	-7.789039	110.368536	
	TS 8	-7.789347	110.36891	
Kabupaten Bantul	TS 9	-7.837351	110.37649	

Daerah	Kode	Latitude	Longitude	Keterangan
	TS 10	-7.859399	110.376062	

3.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 2 Alat dan Bahan Analisis Mikroplastik dan Logam Berat pada Ikan

Jenis	Nama	Jumlah	Satuan
Alat			
Pengambilan Sampel Ikan	<i>Coolbox</i>	1	buah
	<i>Ziplock</i>	30	buah
	Aluminium Foil	2	box
	Es Batu Kristal	5	kg
Preparasi Sampel Ikan	Penggaris	1	buah
	Timbangan Analitik AND GR-202	1	buah
	Pisau	1	buah
	Talenan Kayu	1	buah
	Oven	1	buah
	Gelas Beaker 250 mL	10	buah
	Erlenmeyer 250 mL	10	buah
	Gelas Ukur 100 mL	1	buah
	Pipet Ukur 10 mL	1	buah
	Corong Kaca	1	buah
	Cawan Petri	30	buah
	Labu Ukur 100 mL	10	buah
	Bola Hisap	1	buah
	Penjepit	1	buah
	Vial 25 mL	10	buah
	<i>Hotplate Stirrer Thermo Scientific Tipe Cimarec II</i>	1	buah
	<i>Vacuum Pump Compressor</i>	1	buah
	Mikroskop Olympus BX53	1	buah

Jenis	Nama	Jumlah	Satuan
	IRT Tracer-100 FTIR Spektrofotometri Shimadzu	1	buah
	Spektrofotometer Serapan Atom GBC	1	buah
Bahan			
Pengujian Sampel	Kertas Saring Whatman GF/B CAT No. 1821-047	30	lembar
	Kertas Saring Whatman Cat No. 1001-125	1	lembar
	Larutan Fe (II) 0,05 M	600	mL
	Larutan H ₂ O ₂ 30%	650	mL
	Larutan NaCl 10%	1500	mL
	Larutan HNO ₃ 65%	100	mL

Alat-alat yang digunakan diperlukan pemantauan yang biasa disebut *Quality Control*. *Quality Control* adalah suatu proses didalam prosedur yang dilakukan untuk mengevaluasi proses pengujian, dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem mutu berjalan dengan benar untuk menjamin hasil pemeriksaan laboratorium (Meti dkk, 2022). *Quality Control* sangat penting dalam pengujian mikroplastik karena bertujuan untuk memastikan keakuratan dari data yang dihasilkan. Tanpa *Quality Control*, hasil pengujian bisa menjadi tidak akurat, sehingga sulit untuk menilai tingkat pencemaran yang terjadi. *Quality Control* melibatkan penerapan serangkaian prosedur operasi standar, yang mencakup kalibrasi instrumen, penggunaan bahan yang sesuai, dan mengikuti protokol yang telah ditetapkan ketika dilakukannya penelitian. Dengan mengikuti prosedur-prosedur tersebut, setiap sumber kesalahan atau dapat diidentifikasi dan diperkecil.

3.4. Pengumpulan Data

3.4.1. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang telah ada sebelumnya. Data jenis ini biasanya diperoleh dari regulasi, metode serta standar yang akan digunakan dalam melakukan penelitian. Data ini juga didapatkan dari hasil studi literatur penelitian sebelumnya yang dilakukan dengan cara membaca, mencatat, dan melakukan *resume* untuk menentukan metode yang akan digunakan. Selain itu, data sekunder pada penelitian ini juga diperlukan untuk penggambaran peta lokasi penelitian. Peta

tersebut didapatkan dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Standar acuan yang digunakan dalam penelitian ini untuk pengujian logam berat pada mikroplastik di ikan mengacu terhadap SNI 2354.5:2011 Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan, dan SNI 7383:2009 Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Untuk mikroplastik pada ikan metode yang digunakan mengacu terhadap metode *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), (2015), dan dilakukan modifikasi terhadap metode tersebut menyesuaikan dengan media yang akan dilakukan penelitian. Literatur-literatur yang digunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian analisis mikroplastik di ikan serta keterkaitannya terhadap logam berat. Literatur – literatur ini diambil bukan hanya di lokasi penelitian Sungai Code ataupun di Indonesia, namun dari berbagai lokasi di dunia.

3.4.2. Data Primer

3.4.2.1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian kali ini menggunakan metode *Purposive Sampling*. *Purposive Sampling* merupakan pengambilan sampel secara sengaja dengan adanya pertimbangan tertentu yang dianggap penting dan dapat mewakili keadaan ikan (Bella S dkk., 2023). Sampel-sampel yang diambil dari masing-masing titik didapatkan dari warga lokal yang sedang memancing dan dari keramba yang dibudidayakan warga lokal di Sungai Code. Sampel-sampel tersebut akan terbagi menjadi 2 sumber yaitu ikan yang berasal langsung dari perairan Sungai Code dan ikan yang berasal dari hasil budidaya warga lokal di perairan Sungai Code. Pengambilan sampel ini dilakukan atas kesepakatan bersama warga lokal terlebih dahulu, yaitu untuk ikan yang berasal dari hasil budidaya apakah ikan tersebut boleh diambil dan dibeli untuk dijadikan sampel penelitian, dan ikan yang berasal langsung dari sungai juga dilakukan pembelian langsung kepada warga yang berhasil mendapatkan ikan dengan cara memancing. Sampel-sampel yang sudah diambil dapat langsung dimasukkan ke dalam *ziplock* dan ditempatkan di dalam *coolbox* agar sampel tersebut tidak rusak, busuk dan terkontaminasi.



Gambar 3. 3 Pengambilan Sampel Ikan

3.4.2.2. Pengujian Sampel

A. Pengujian Sampel Mikroplastik

1) Preparasi Sampel

Preparasi sampel ikan dilakukan dengan pencairan sampel yang telah disimpan di dalam *freezer* dengan suhu -5°C . Proses ini bertujuan untuk memudahkan dalam pengambilan organ dalam ikan. Kemudian, dilakukan pengukuran panjang menggunakan penggaris dan berat basah ikan menggunakan timbangan analitik. Setelah itu, dilakukan pembedahan organ dalam ikan untuk mengambil jeroan, insang, dan daging ikan menggunakan pisau di atas talenan kayu.



(A)



(B)



(C)



(D)

Gambar 3. 4 Sampel Insang Ikan

(A. Insang Ikan Nila; B. Insang Ikan Wader Pari; C. Insang Ikan Gabus; D. Insang Ikan Baung)



(A)



(B)



(C)



(D)

Gambar 3. 5 Sampel Jeroan Ikan

(A. Jeroan Ikan Nila; B. Jeroan Ikan Wader Pari; C. Jeroan Ikan Gabus; D. Jeroan Ikan Baung)



(A)



(B)



(C)



(D)

Gambar 3. 6 Sampel Daging Ikan

(A. Daging Ikan Nila; B. Daging Ikan Wader Pari; C. Daging Ikan Gabus; D. Daging Ikan Baung)

Sampel organ dalam ikan dilakukan pengeringan selama 48 jam di oven dengan temperatur 65°C. Sampel yang sudah dikeringkan ditimbang kembali untuk mengetahui berat keringnya, kemudian dilakukan proses WPO dan penyaringan.



Gambar 3. 7 Preparasi Sampel Ikan

2) *Wet Peroxide Oxidation (WPO)*

WPO merupakan metode digesting untuk memisahkan partikel mikroplastik dan endapan organik. Sebelumnya dilakukan pengeringan sampel selama 48 jam dengan temperatur 65°C. Sampel dikeluarkan kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL untuk ditambahkan larutan Fe (II) 0.05 M sebanyak 20 mL dan larutan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) 30% sebanyak 20 mL pada sampel insang dan daging. Untuk sampel jeroan ikan larutan H_2O_2 30% yang digunakan sebanyak 25 mL. Hal tersebut dikarenakan sampel jeroan ikan mengandung kadar lemak yang tinggi. Menurut Pontoh (2019), kandungan tertinggi lemak ikan berada pada bagian kepala 63,8% diikuti oleh jeroan 19,9% dan perut 16,3%. Larutan Fe (II) berfungsi sebagai katalis. Besi(II) sulfat merupakan jenis senyawa besi yang dipakai dalam reagen Fenton. Hidrogen peroksida merupakan oksidator kuat namun pada

konsentrasi rendah kinetika reaksinya terlalu lambat untuk dapat mendegradasi kontaminan organik sehingga diperlukan penambahan Fe(II) untuk meningkatkan kekuatan oksidasinya sehingga dihasilkan radikal baru dan rantai reaksi dimulai (Marine dkk., 2015). Kemudian, erlenmeyer ditaruh di *Hotplate Stirrer Thermo Scientific Tipe Cimarec II* untuk pengadukan dan pemanasan selama 30 menit dengan suhu 65°C dengan kecepatan 120 rpm.



Gambar 3. 8 Proses WPO Sampel Ikan

3) Pemisahan Densitas

Proses ini bertujuan untuk memisahkan antara endapan organik dengan partikel mikroplastik agar memudahkan pengamatan dibawah mikroskop. Sampel yang sudah di *stirrer*, ditambahkan larutan NaCl 10% sebanyak 50 mL untuk menambah densitas larutan uji. Setelah 24 - 48 jam didiamkan, larutan disaring menggunakan Kertas Saring Whatman GF/B CAT No. 1821-047 menggunakan *Vacuum Pump Compressor*, kemudian didiamkan hingga semua larutan tersaring habis.



Gambar 3. 9 Proses Pemisahan Densitas

4) Pengujian Menggunakan Mikroskop

Setelah dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring, pengujian dilakukan menggunakan mikroskop jenis Mikroskop Olympus BX53 dengan perbesaran 10 kali. Sebelum pengujian mikroskop dilakukan, kertas saring dibagi menjadi empat bagian. Pada pengujian mikroskop ini dilakukan dengan cara menggeser bagian sampel yang sudah terbagi tersebut, kemudian dilakukan penghitungan dan identifikasi secara manual. Identifikasi mikroplastik yang didapatkan dari hasil pengujian mikroskop akan diklasifikasikan berdasarkan jenis dan warnanya.



Gambar 3. 10 Uji Mikroskop

5) Pengujian Menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Identifikasi jenis polimer mikroplastik menggunakan metode *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dengan jenis digunakan yaitu IRT Tracer-100 FTIR

Spektrofotometri Shimadzu. Pengujian ini dilakukan untuk menganalisis berdasarkan pengukuran intensitas *infrared* terhadap panjang gelombang. Sinar *infrared* tersebut akan diserap oleh polimer plastik dan dipancarkan kembali dalam bentuk spektrum. Spektrum ini nantinya dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis polimer plastik berdasarkan referensinya (Baalkhuyur dkk., 2018). Partikel yang digunakan dalam analisis FTIR tersebut dipilih menyesuaikan dengan jumlah, ukuran, dan keragaman partikel antar sampel dan dapat mewakili partikel yang paling besar dan banyak ditemukan di ikan.



Gambar 3. 11 Uji FTIR

B. Analisis Sampel Logam Berat

1) Preparasi Sampel

Sampel logam berat yang teradsorpsi pada mikroplastik dianalisis menggunakan proses ekstraksi asam lemah. Sampel kertas saring untuk pengujian mikroplastik ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat awal yaitu berat sebelum dilakukannya pengujian dan berat kering akhir yaitu berat setelah dilakukannya pengujian. Kemudian, sampel kertas saring tersebut digunting dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL.



Gambar 3. 12 Preparasi Sampel Logam Berat pada Mikroplastik

2) Destruksi dan Penyaringan

Sampel kertas saring yang sudah digunting ditambahkan 25 mL aquades dan 10 mL HNO_3 pekat 65%, selanjutnya dibiarkan selama 2 jam di atas *hotplate* pada suhu 120°C - 200°C . Sampel tersebut disaring menggunakan kertas saring Whatman Cat No. 1001-125 untuk memisahkan partikel-partikel halus yang masih tersisa. Hasil filtrasi dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda tera. Kemudian dimasukkan ke dalam vial untuk analisis logam berat menggunakan SSA.



Gambar 3. 13 Proses Destruksi dan Penyaringan

3) Pengujian Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Kandungan logam berat ditentukan menggunakan metode Spektrometri Serapan Atom (SSA) jenis GBC. Metode ini menjadi metode yang paling umum digunakan dalam menganalisis kandungan logam berat pada berbagai jenis sampel. Selain itu, metode ini mampu mendeteksi kadar logam yang sangat kecil. Metode ini memiliki prinsip kerja dengan absorpsi atom dan spektrum emisi atom. Emisi atom dapat terjadi dikarenakan radiasi cahaya dapat menyebabkan logam-logam tersebut mengalami eksitasi sehingga mengalami kehilangan energi (Setyawarno dkk., 2018).



Gambar 3. 14 Uji SSA

3.5. Analisis Data

A. Statistik Deskriptif

a) Mikroplastik pada Ikan

Analisis data bersifat deskriptif kuantitatif, dengan identifikasi dan klasifikasi mikroplastik berdasarkan jenis, warna, dan kelimpahan mikroplastik pada ikan. Sebelum melakukan identifikasi dan klasifikasi, perlu dilakukannya perhitungan kadar air ikan. Hal tersebut dilakukan karena jenis sampel ikan yang berbeda-beda. Perhitungan kadar air ikan adalah sebagai berikut.

$$\text{Kadar Air Ikan (\%)} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Berat Basah Ikan (g)

b = Berat Kering Ikan (g)

Klasifikasi mikroplastik ditentukan berdasarkan bentuk dari *fragment*, *film*, *fibre*, *foam*, dan *pellet*. Analisa diadopsi dari metode *National Oceanic Atmospheric Administration* (NOAA), (2015). Untuk perhitungan kelimpahan mikroplastik pada ikan adalah sebagai berikut.

$$\text{Kelimpahan (partikel/g)} = \frac{\text{Jumlah Partikel Mikroplastik (partikel)}}{\text{Berat Kering Sampel (g)}}$$

Perhitungan jumlah partikel diamati dan dihitung secara manual menggunakan mikroskop, selanjutnya jenis, warna, dan polimer mikroplastik dilakukan perhitungan persentase dengan rumus adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah partikel jenis atau warna atau polimer}}{\text{Jumlah seluruh partikel jenis atau warna atau polimer}} \times 100\%$$

Data yang sudah dilakukan perhitungan disajikan dalam berbagai jenis grafik menggunakan Microsoft Excel.

b) Logam Berat pada Mikroplastik di Ikan

Analisis kandungan logam berat Pb dan Cd pada sampel mikroplastik di ikan menggunakan metode SNI 2354.5:2011. Konsentrasi logam berat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Konsentrasi Logam Berat } \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{kg}} \right) = \frac{(D-E) \times Fp \times V}{1000 \times W}$$

Keterangan:

D = Konsentrasi sampel $\mu\text{g/l}$ dari hasil pembacaan SSA $\left(\frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \right)$

E = Konsentrasi blanko sampel $\mu\text{g/l}$ dari hasil pembacaan SSA $\left(\frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \right)$

Fp = Faktor pengenceran

V = Volume akhir larutan sampel (mL)

W = Berat sampel (g)

B. Analisis Data Perbedaan Rata-Rata

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata yaitu jika data terdistribusi normal, maka menggunakan pengujian parametrik uji t, sedangkan jika tidak terdistribusi dengan normal menggunakan pengujian nonparametrik uji *Mann Whitney*. Uji t digunakan untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan antara rata-rata dua kelompok. Uji t mengasumsikan data terdistribusi normal, varians sama antara kelompok, dan observasi bersifat independen. Uji Mann Whitney tidak mengasumsikan distribusi tertentu untuk data. Analisis dilakukan menggunakan *software Statistical Product and Service Solutions (SPSS)*.

C. Analisis Data Spasial

Analisis data spasial merupakan analisis data yang menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG) (Keele, 1997). SIG merupakan system informasi berbasis computer yang digunakan untuk menggambarkan dan menganalisa ciri-ciri geografi pada permukaan bumi (Feick dkk., 1999; Tuman 2001). Analisis ini diperlukan untuk mengetahui persebaran data jenis dan warna mikroplastik di Sungai Code. Data diolah dengan *pie chart* pada peta menggunakan *software Quantum Geographic Information System (QGIS)*.

D. Analisis Data Korelasi

Interaksi mikroplastik dan logam berat akan dianalisis menggunakan metode Korelasi. Korelasi merupakan uji yang mengukur terkait keeratan hubungan secara linier antara dua variabel. Seperti yang diungkapkan oleh Ronny Kountur (2009) bahwa data yang berskala interval atau rasio ataupun yang terdistribusi normal dapat menggunakan korelasi Pearson. Sedangkan korelasi spearman digunakan ketika data berskala interval dan tidak terdistribusi normal.

Nilai koefisien korelasi berada di antara $-1 < 0 < 1$ yaitu apabila $r = -1$ korelasi negatif sempurna, artinya taraf signifikansi dari pengaruh variabel X terhadap variabel Y sangat lemah dan apabila $r = 1$ korelasi positif sempurna, artinya taraf signifikansi dari pengaruh variabel X terhadap variabel Y sangat kuat (Sudjana, 2005). Analisis korelasi pada penelitian ini dilakukan menggunakan *software Statistical Product and Service Solutions (SPSS)*.

Tabel 3. 3 Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,199	Sangat Rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,00	Sangat Kuat

Sumber: (Sugiyono, 2006)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1. Deskripsi Wilayah

Pengambilan sampel dilakukan pada seluruh bagian Sungai Code yang terbagi menjadi 10 titik yaitu 4 titik pada bagian hulu di Kabupaten Sleman, 4 titik pada bagian tengah di Kota Yogyakarta, dan 2 titik pada bagian hilir di Kabupaten Bantul.

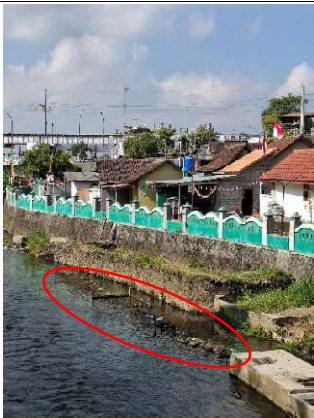
Tabel 4. 1 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
Jembatan Pulowatu (Kabupaten Sleman)	TS1		<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Purwobinangun, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman. - Sampel ikan berasal dari budidaya ikan yang biasanya digunakan untuk tempat khusus memancing. - Daerah yang tidak terlalu padat penduduk, namun banyak rumah makan yang berada di sekitar jembatan. - Air sungai cenderung jernih dan tidak keruh. - Aliran sungai deras. - Aktivitas harian masyarakat sekitar kebanyakan berasal dari pertanian, dan aktivitas rumah makan

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
			
Jembatan Pulowatu (Kabupaten Sleman)	TS2	  	<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Purwobinangun, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman. - Sampel ikan berasal dari warga lokal yang memancing di perairan Sungai Code. - Lokasi pengambilan sampel dikelilingi hutan dan jauh dari rumah penduduk, namun berdekatan dengan tempat memancing serta rumah makan. - Air buangan dari rumah makan langsung mengalir ke sungai. - Air sungai cenderung jernih dan tidak keruh. - Aliran sungai deras. - Aktivitas harian masyarakat sekitar kebanyakan berasal dari pertanian dan aktivitas rumah makan.

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
Jembatan Pogung Rejo (Kabupaten Sleman)	TS3	   	<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. - Sampel ikan berasal dari budidaya warga lokal. - Keramba sudah berumur hampir 20 tahun. - Keramba merupakan hasil renovasi karena pernah terkena erupsi Merapi pada tahun 2006 dan 2010. - Lokasi pengambilan sampel berdekatan langsung dengan kandang unggas yaitu bebek. - Lokasi pengambilan sampel berada di wilayah yang padat penduduk, dan berada pada kawasan pendidikan yaitu berdekatan dengan instansi pendidikan Universitas Gajah Mada.

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
Jembatan Pogung Rejo (Kabupaten Sleman)	TS4	    	<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. - Sampel ikan warga lokal yang memancing di perairan Sungai Code. - Lokasi pengambilan sampel berada di wilayah yang padat penduduk, dan berada pada kawasan pendidikan yaitu berdekatan dengan instansi pendidikan Universitas Gajah Mada. - Terdapat beberapa titik saluran pembuangan <i>drainase</i>.

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
Jembatan Gondolayu (Kota Yogyakarta)	TS5		<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Cokrodiningratan, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta. - Sampel ikan berasal dari budidaya warga lokal. - Jika air pasang maka ikan yang berada di dalam keramba bisa ikut keluar dan memungkinkan sampah yang terbawa dari Sungai ikut masuk ke dalamnya, karena keramba pada titik ini merupakan jenis keramba terbuka. - Lokasi pengambilan sampel berada di wilayah yang padat penduduk. - Terdapat beberapa titik saluran pembuangan <i>drainase</i>.

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
Jembatan Gondolayu (Kota Yogyakarta)	TS6		<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Cokrodiningratan, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta. - Sampel ikan berasal dari warga lokal yang memancing di perairan Sungai Code. - Lokasi pengambilan sampel berada di wilayah yang padat penduduk. - Terdapat beberapa titik saluran pembuangan <i>drainase</i>.

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
Jembatan Kewek (Kota Yogyakarta)	TS7		<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Tegal Panggung, Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta. - Sampel ikan berasal dari budidaya warga lokal. - Keramba merupakan jenis keramba tertutup yang terbuat dari bambu. - Lokasi pengambilan sampel berada di wilayah yang padat penduduk. - Terdapat beberapa titik saluran pembuangan <i>drainase</i>.

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
Jembatan Kewek (Kota Yogyakarta)	TS8		<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Tegal Panggung, Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta. - Sampel ikan berasal dari warga lokal yang memancing di perairan Sungai Code. - Lokasi pengambilan sampel berada di wilayah yang padat penduduk. - Terdapat beberapa titik saluran pembuangan <i>drainase</i>. - Aktivitas penduduk sangat bervariasi pada lokasi ini, yaitu terdapat aktivitas domestik, aktivitas rumah makan, dan juga terdapat penginapan. Lokasi ini berada dekat dengan stasiun kereta api dan berada di bawah jalur kereta.

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
Jl. Wojo Selatan (Kabupaten Bantul)	TS9	  	<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Bangunharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul. - Sampel ikan berasal dari warga lokal yang memancing di perairan Sungai Code. - Kebanyakan ikan yang hidup pada lokasi ini merupakan ikan yang aktif pada malam hari, hal tersebut menyebabkan kebanyakan warga memancing dimulai pada petang hingga malam hari. - Air sungai keruh. - Aliran air sungai tenang. - Lokasi pengambilan sampel dikelilingi hutan, dan berdekatan langsung dengan rumah penduduk. - Lokasi pengambilan sampel berdekatan dengan tempat pembuangan sampah. - Beberapa penduduk yang tinggal di dekat sungai memelihara beberapa hewan seperti kuda, ayam, angsa, dan juga bebek.

Lokasi	Titik	Dokumentasi	Keterangan
Bendung Sorogenen (Kabupaten Bantul)	TS10	  	<ul style="list-style-type: none"> - Titik ini berada di Bangunharjo, Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul. - Sampel ikan berasal dari warga lokal yang memancing di perairan Sungai Code. - Kebanyakan ikan yang hidup pada lokasi ini merupakan ikan yang aktif pada malam hari, hal tersebut menyebabkan kebanyakan warga memancing dimulai pada petang hingga malam hari. - Air sungai keruh. - Aliran air sungai tenang. - Lokasi pengambilan sampel berdekatan dengan tempat pemotongan ayam dan lahan pertanian. - Terdapat titik saluran pembuangan <i>drainase</i>.

4.2. Identifikasi Karakteristik Ikan

Ikan yang didapatkan dari hasil pengambilan sampel di Sungai Code sebanyak 10 ekor meliputi ikan nila, ikan wader pari, ikan gabus, dan ikan baung. Jenis ikan yang paling banyak didapatkan yaitu Ikan Nila sebanyak 7 ekor. Hasil identifikasi jenis ikan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Identifikasi Jenis Ikan di Sungai Code

Sampel	Asal	Jenis Ikan	Panjang Ikan (cm)	Berat Ikan (g)	Organ Ikan					
					Insang		Jeroan		Daging	
					Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)
TS1	Keramba	Nila	18,7	120	3,43	1,08	4,33	0,77	21,46	5,45
TS2	Pancing	Nila	27,0	280	5,07	2,72	9,51	5,95	29,82	7,67
TS3	Keramba	Nila	18,6	110	3,56	1,21	4,81	1,25	28,13	6,57
TS4	Pancing	Wader	11,7	25	3,21	0,25	1,96	0,51	10,17	2,68
TS5	Keramba	Nila	18,2	46	3,01	0,65	3,82	0,83	10,35	2,58
TS6	Pancing	Gabus	14,1	25	2,57	0,24	2,11	0,21	9,03	2,04
TS7	Keramba	Nila	16,4	32	1,81	0,49	2,54	0,87	11,70	3,20
TS8	Pancing	Nila	18,6	110	5,01	1,18	4,16	0,91	19,46	4,92
TS9	Pancing	Nila	16,1	31	3,42	1,06	2,45	0,45	13,98	3,86
TS10	Pancing	Baung	16,6	70	2,45	0,31	5,18	0,70	28,35	6,73

1. Ikan Nila

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan ikan air tawar yang termasuk dalam famili cichlidae dan merupakan ikan asal Afrika (Boyd, 2004). Ikan ini biasanya hidup di sungai, danau, dan kolam. Ikan nila memiliki bentuk tubuh yang panjang dan ramping yang umumnya berwarna hitam, putih, merah bercak-bercak hitam, atau hitam keputih-putihan. Mata ikan nila berbentuk bulat dengan bagian tepi berwarna putih dan menonjol. Ikan nila merupakan ikan omnivora. Pakan ikan tersebut dapat berupa plankton, perifiton, hydrilla, klekap, alga atau lumut, dan segala jenis tumbuhan termasuk partikel sampah yang terdapat di dalam air, dan makanan sisa dari sampah dapur serta buah-buahan yang jatuh ke air (Amri dan Khairuman, 2003). Habitat ikan nila berada pada air tawar dengan ketinggian 0-500 m dpl dan dapat hidup pada keadaan oksigen minim yaitu kurang dari 3 ppm.

Pertumbuhan ikan nila dipengaruhi oleh salinitas, suhu, pH, dan kualitas air habitat hidupnya (Suyanto, 2010).

Berdasarkan hasil identifikasi sampel yang didapatkan, ikan nila memiliki ukuran rata-rata yaitu 19,1 cm dan rata-rata berat yaitu 104 gram. Ikan nila terbesar terdapat pada sampel TS2 dengan ukuran panjang ikan yaitu 27 cm, dan berat ikan yaitu 280 gram. Ikan nila ini didapatkan pada perairan Sungai Code di Daerah Kabupaten Sleman. Dan untuk ikan nila terkecil terdapat pada sampel TS9 dengan ukuran panjang ikan yaitu 16,1 cm, dan berat ikan yaitu 31 gram. Ikan nila ini didapatkan pada perairan Sungai Code di Daerah Kabupaten Bantul.



Gambar 4. 1 Sampel Ikan Nila di Sungai Code

2. Ikan Wader Pari

Ikan wader pari (*Rasbora lateristriata*) merupakan ikan lokal air tawar di Indonesia. Ikan ini mudah beradaptasi dan mempunyai ketahanan yang cukup tinggi terhadap kondisi lingkungan yang buruk (Retnoaji dkk., 2016). Ikan ini dikelompokkan sebagai ikan omnivora. Pakan ikan wader pari meliputi fitoplankton, zooplankton, dan seresah daun.

Ikan wader pari yang didapatkan pada perairan Sungai Code berada di Kabupaten Sleman yaitu pada TS4. Ikan ini memiliki panjang sebesar 11,7 cm dan memiliki berat sebesar 25 gram.



Gambar 4. 2 Sampel Ikan Wader Pari di Sungai Code

3. Ikan Gabus

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan ikan lokal air tawar dari keluarga *Channidae*. Ikan gabus memiliki daya toleransi yang tinggi terhadap lingkungan. Ikan tersebut dapat hidup dalam kondisi yang ekstrem contohnya pada rawa dengan kondisi kering dengan cara membenamkan dirinya dalam lumpur. Ikan gabus memiliki organ pernapasan tambahan yang berfungsi untuk menghirup udara langsung dari atmosfer sehingga mampu bertahan pada kondisi perairan dengan konsentrasi oksigen terlarut yang rendah, dan bahkan dapat bertahan hidup tanpa air (Muliani dkk., 2021). Ikan gabus merupakan ikan omnivora atau pemakan segalanya baik tumbuhan maupun daging. Pakan Ikan gabus meliputi cacing-cacingan, plankton, dan tanaman air. Ikan gabus juga menyukai pakan berupa invertebrata air, katak, ikan, reptil, udang, insekta air, gastropoda, zooplankton, dan ikan yang hidup berasosiasi dengan tumbuhan air (Muliani dkk, 2021).

Ikan gabus yang didapatkan pada perairan Sungai Code berada di Kota Yogyakarta yaitu pada TS6. Ikan ini memiliki panjang sebesar 14,1 cm dan memiliki berat sebesar 25 gram.



Gambar 4. 3 Sampel Ikan Gabus di Sungai Code

4. Ikan Baung

Ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) merupakan ikan lokal air tawar di Indonesia. Habitat ikan baung berada pada perairan yang tenang (Rukmini, 2012). Rukmini (2012) juga mengungkapkan bahwa ikan baung dapat hidup hingga ketinggian 1000 m dpl dan berada pada suhu 24 – 29 °C. Ikan Baung suka berkumpul di dasar perairan dan membuat sarang berupa lubang lunak. Ikan ini menyukai tempat tersembunyi dan aktif pada malam hari. Ikan ini tergolong jenis ikan omnivora yang makanannya terdiri dari anak ikan, udang remis, insekta, molusca dan rumput (Djadjadiredja dkk., 1977).

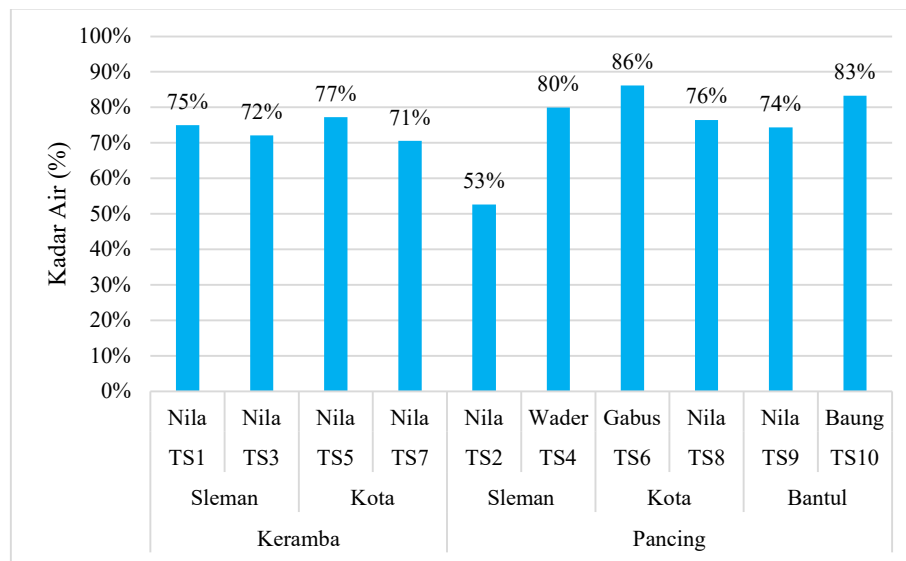
Ikan baung yang didapatkan pada perairan Sungai Code berada di Kabupaten Bantul yaitu pada TS10. Ikan ini memiliki panjang sebesar 16,6 cm dan memiliki berat sebesar 70 gram.



Gambar 4. 4 Sampel Ikan Baung di Sungai Code

Jenis ikan yang berbeda pada masing-masing sampel akan berpengaruh pada ukuran organ ikan yang digunakan dalam pengujian mikroplastik. Menurut (Agus

dkk., 2014) kadar air merupakan parameter yang harus diperhatikan dalam pengawetan ikan dan akan menentukan kualitas olahan ikan nantinya. Kadar air pada ikan akan berpengaruh terhadap lamanya penyimpanan ikan yang akan dilakukan. Hal itu dipengaruhi karena mikroba melakukan perkembangan biakan pada kadar air tersebut. Rata-rata kadar air pada masing-masing sampel ikan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Grafik Kadar Air Ikan di Sungai Code

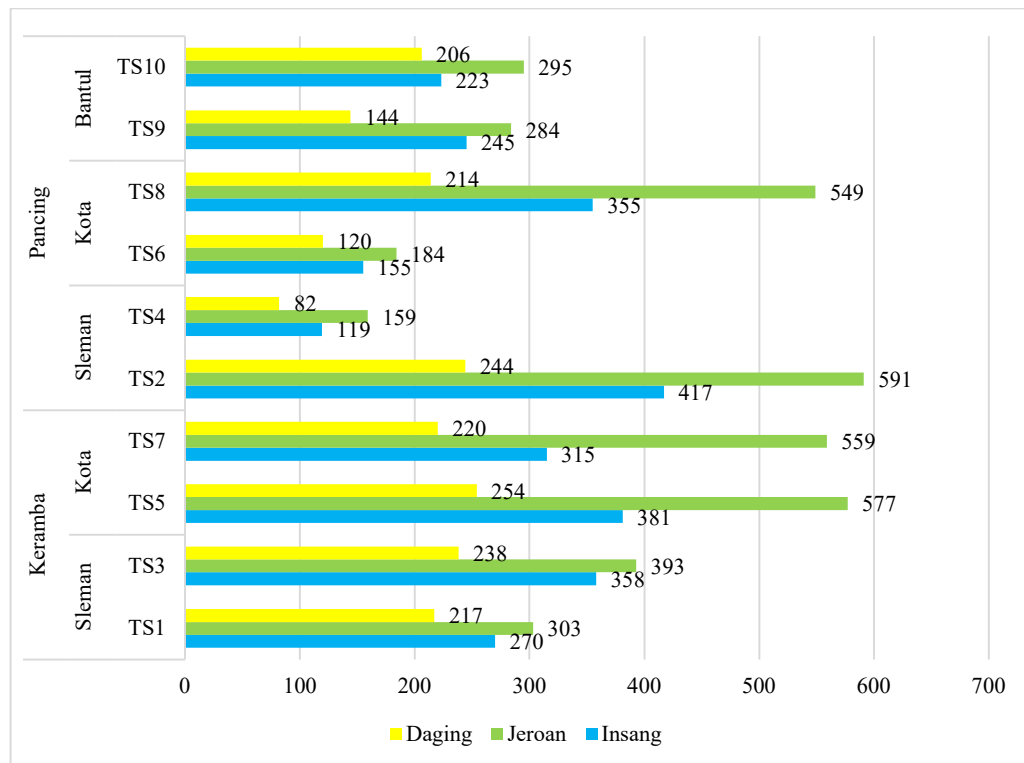
Berdasarkan grafik tersebut didapatkan bahwa persentase kadar air tertinggi dimiliki oleh ikan gabus pada sampel TS6 sebesar 86%, dan persentase kadar air terendah dimiliki oleh ikan nila pada sampel TS2 sebesar 53%. Menurut (Abriana, 2017), ikan normal pada umurnya memiliki tingkat kadar air sebesar 70% dengan rentang normal yaitu 60% - 84%. Perbedaan kadar air pada masing-masing ikan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan kadar air pada ikan yaitu meliputi jenis ikan dan lama penyimpanannya. Setiap jenis ikan memiliki karakteristik yang berbeda sehingga kadar air pada masing-masing jenis ikan dapat berbeda. Waktu penyimpanan yang semakin lama juga dapat menurunkan kadar air karena dapat terjadi reaksi fisikokimiawi yang dilakukan oleh mikroba pada ikan (Daud dkk., 2019).

4.3. Analisis Mikroplastik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap sampel organ ikan yaitu pada insang, jeroan, dan daging di perairan Sungai Code terdapat mikroplastik. Temuan mikroplastik tersebut akan diidentifikasi berdasarkan jumlah, kelimpahan, jenis, dan warna pada setiap sampel organ ikan yang diperoleh.

4.3.1. Analisis Mikroplastik Berdasarkan Jumlah dan Kelimpahan

Hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah yang didapatkan pada setiap sampel organ ikan yaitu di insang, jeroan, dan daging dapat dilihat pada Gambar 4.6.

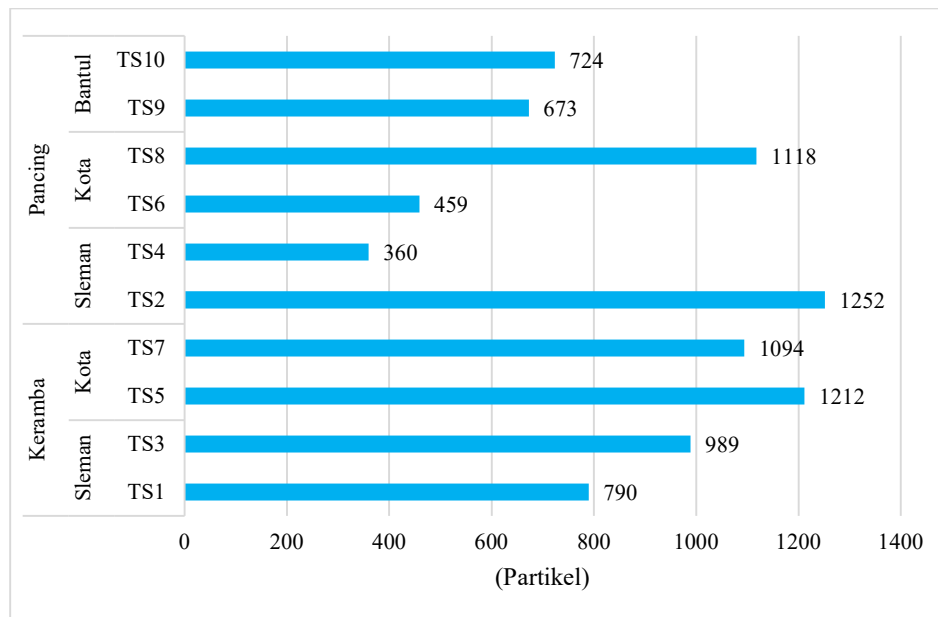


Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Jumlah Mikroplastik pada Insang, Jeroan, dan Daging Ikan Sungai Code

Berdasarkan data yang didapatkan, jumlah mikroplastik terbanyak ditemukan pada bagian jeroan ikan dengan rata-rata sebesar 389 partikel. Sedangkan rata rata jumlah mikroplastik di insang sebesar 284 partikel, dan di daging sebesar 194 partikel. Tingginya mikroplastik pada jeroan dapat disebabkan karena ikan yang

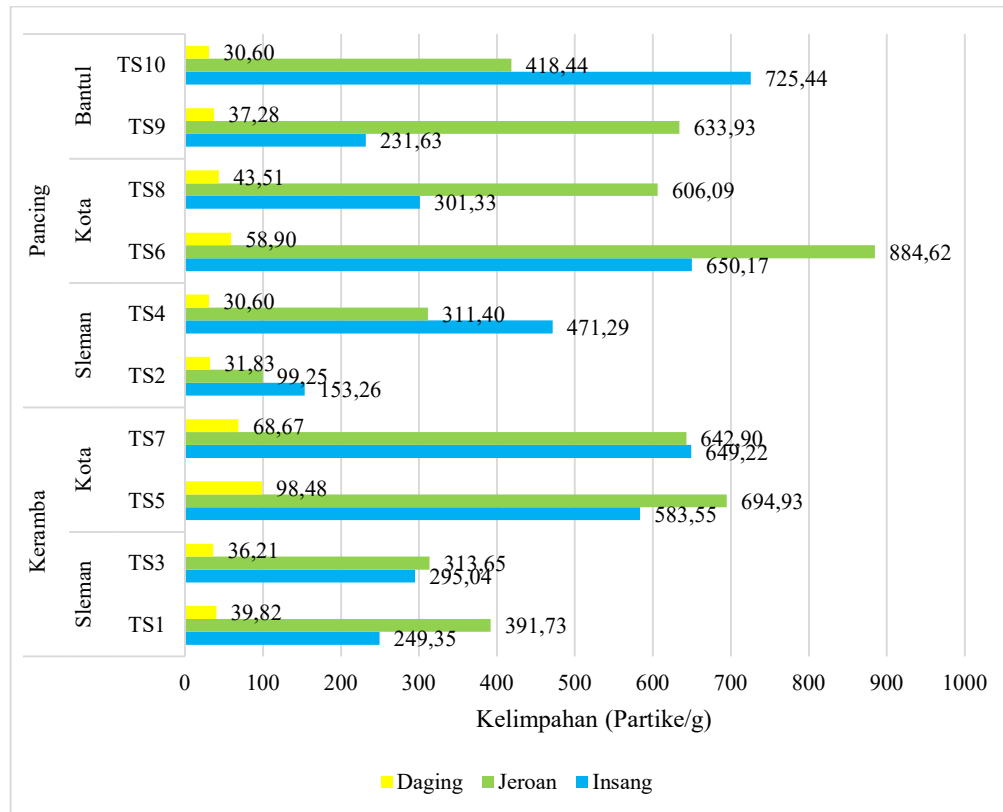
memakan langsung partikel mikroplastik di Sungai Code. Ikan-ikan tersebut tidak dapat mengenali antara makanan asli ataupun mikroplastik yang berada di perairan tersebut. Jumlah mikroplastik tertinggi pada sampel insang berada pada titik TS2 yaitu sebesar 417 partikel dan terendah pada titik TS4 yaitu sebesar 119 partikel. Jumlah mikroplastik tertinggi pada sampel jeroan berada pada titik TS2 yaitu sebesar 591 partikel dan terendah berada pada titik TS4 yaitu sebesar 159 partikel. Dan pada sampel daging, jumlah mikroplastik tertinggi berada pada titik TS5 yaitu sebesar 254 partikel, dan terendah berada pada titik TS9 yaitu sebesar 82 partikel.

Total mikroplastik yang ditemukan di ikan dapat dilihat pada Gambar 4.7.



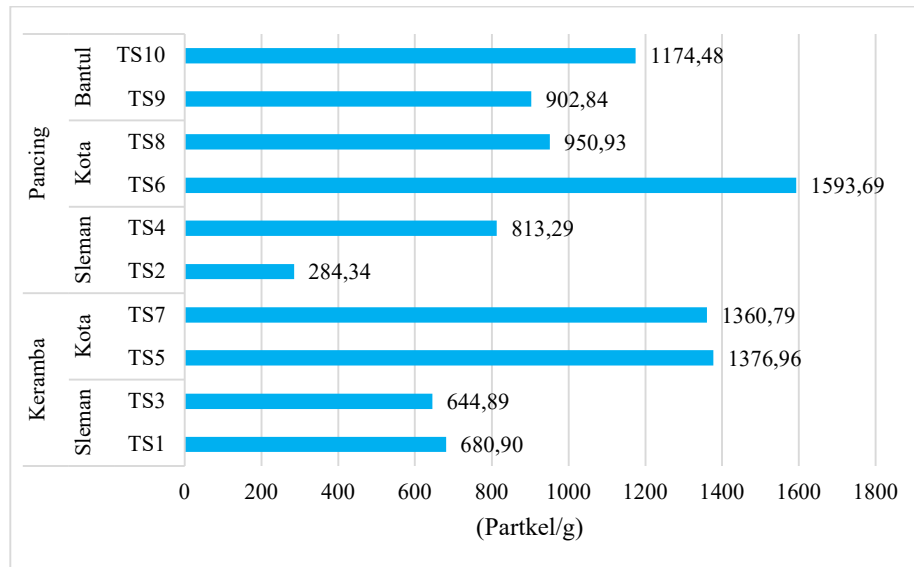
Gambar 4. 7 Grafik Jumlah Mikroplastik pada Ikan Sungai Code

Adapun dari pengamatan jumlah mikroplastik didapatkan total kelimpahan partikel mikroplastik pada masing-masing sampel. Kelimpahan mikroplastik dihitung dengan membagi jumlah partikel mikroplastik yang didapatkan dengan berat kering masing-masing sampel organ ikan. Hasil kelimpahan mikroplastik di insang, jeroan, dan daging dapat dilihat pada Gambar 4.8.



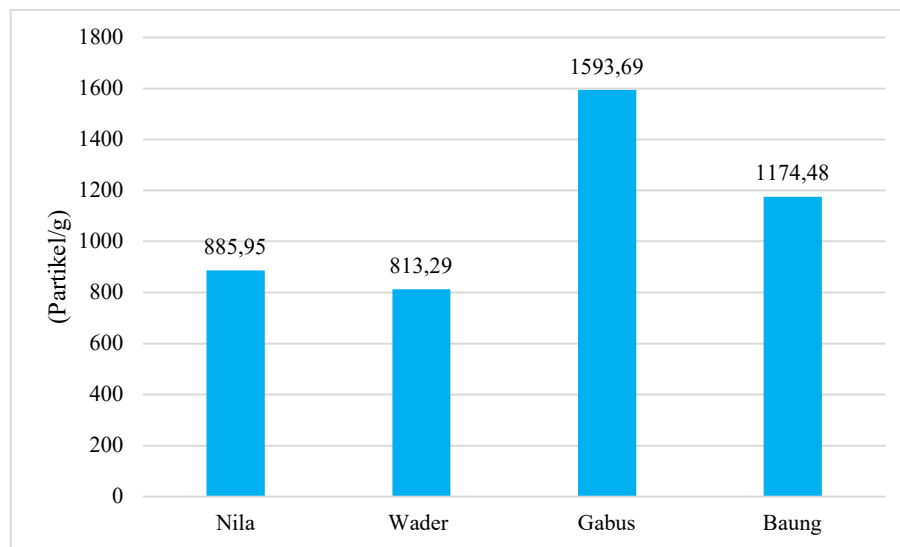
Gambar 4. 8. Grafik Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik pada Insang, Jeroan, dan Daging Ikan Sungai Code

Kelimpahan mikroplastik pada sampel keseluruhan ikan, dapat dihitung dengan menjumlahkan seluruh kelimpahan yang didapatkan dari masing-masing sampel organ ikan. Hal tersebut dikarenakan jumlah mikroplastik pada keseluruhan ikan tidak dapat langsung dibagi dengan berat kering ikan karena akan memunculkan perbedaan hasil. Kelimpahan mikroplastik pada keseluruhan sampel ikan dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Sungai Code

Adapun grafik perbandingan kelimpahan mikroplastik berdasarkan jenis ikan dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik berdasarkan Jenis Ikan

Berdasarkan data yang didapatkan, kelimpahan tertinggi berada pada titik TS6 yaitu sebesar 1593,69 partikel/g, kemudian pada titik TS5 yaitu sebesar 1376,96 partikel/g, dan pada titik TS7 yaitu sebesar 1360,79 partikel/g. Adapun

berdasarkan hasil uji perbedaan rata-rata antara ikan yang berasal dari Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul, data yang didapatkan terdistribusi dengan normal. Maka pengujian menggunakan uji t dengan membandingkan kelimpahan antara Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Sleman, serta Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 3 Hasil Uji t terhadap Kelimpahan Mikroplastik pada Setiap Daerah Pengambilan Sampel

Daerah	Nilai t	Sig
Sleman - Yogyakarta*	-4,073	0,003
Yogyakarta - Bantul	1,295	0,133
Sleman - Bantul*	-2,29	0,042

*Nilai signifikan di bawah 0,05

Nilai t menunjukkan jika kelimpahan antara Kabupaten Sleman mempunyai perbedaan antara Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Faktor jumlah mikroplastik dapat dipengaruhi oleh kepadatan penduduk, jumlah sumber air, jenis pengolahan limbah, dan jumlah saluran pembuangan. Moore dkk., (2010) juga mengatakan faktor penyebab banyaknya mikroplastik yang ada di lingkungan perairan tawar terutama sungai yaitu perbandingan populasi manusia dibandingkan dengan jumlah sumber air, letak pusat perkotaan, waktu tinggal air, ukuran sumber air, jenis pengolahan limbah, dan jumlah saluran pembuangan. Kota Yogyakarta merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk yang tinggi terutama pada lokasi pengambilan sampel. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Yogyakarta, Kota Yogyakarta merupakan lokasi dengan rata-rata kepadatan penduduk yang tinggi pada 5 tahun terakhir yaitu sebesar 14061 jiwa/km², dibandingkan dengan Kabupaten Sleman yaitu sebesar 2231 jiwa/km² dan Kabupaten Bantul sebesar 2099 jiwa/km². Ketiga titik dengan kelimpahan mikroplastik tertinggi merupakan lokasi pengambilan sampel di Sungai Code yang berlokasi pada daerah Kota Yogyakarta. Titik TS5 dan TS6 berada di sekitar Jembatan Gondolayu, Kelurahan Cokrodiningratan, Kecamatan Jetis. Rumah penduduk yang berada di sana merupakan rumah susun yang langsung berhadapan dengan sungai. Kondisi

tersebut dapat menyebabkan warga setempat membuang timbulan sampah domestik langsung ke sungai. Selain itu, saluran pembuangan yang ada di pemukiman penduduk juga langsung mengarah ke aliran Sungai Code. Sama halnya yang terjadi pada titik TS7, titik ini berada di Sungai Code sekitar Jembatan Kewek, Kelurahan Tegal Panggung, Kecamatan Danurejan. Lokasi ini juga merupakan lokasi padat penduduk di mana rumah-rumah penduduk merupakan kawasan rumah susun. Selain dekat dengan kawasan penduduk, lokasi ini juga dekat dengan jalur kereta api. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan tingginya timbulan sampah yang dihasilkan, dan dapat mempengaruhi tingginya mikroplastik yang ditemukan pada titik ini. Dari hasil uji t juga menunjukkan jika tidak ada perbedaan signifikan antara Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Pada penelitian yang dilakukan Salma Y.B. (2024), kelimpahan mikroplastik tertinggi pada perairan Sungai Code terdapat di wilayah Kabupaten Bantul. Aliran air sungai yang mengalir dari hulu ke hilir menyebabkan Kabupaten Bantul mendapatkan aliran air dari daerah Kota Yogyakarta. Hal tersebut yang menyebabkan kelimpahan mikroplastik di Kabupaten Bantul tidak mempunyai signifikansi dengan Kota Yogyakarta karena memiliki nilai kelimpahan yang tinggi juga. Namun, berbeda dengan Kabupaten Sleman yang jangkauan aliran airnya masih berada di hulu sungai.

Hasil kontaminasi mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan memiliki perbedaan di setiap organ yang diambil. Dimana akumulasi mikroplastik lebih tinggi pada jeroan dibandingkan pada insang dan daging. Kontaminasi mikroplastik pada ikan di jeroan sebesar 499,69 partikel/g, pada insang sebesar 431,03 partikel/g, dan pada daging sebesar 47,59 partikel/g. Sebagian besar hasil penelitian menyebutkan bahwa keberadaan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan yaitu pada jeroan dianggap sebagai tempat terakumulasinya mikroplastik (Murphy dkk., 2017; Baalkhuyur dkk., 2018; Giani dkk., 2019; Savoca dkk., 2019). Mikroplastik juga mengontaminasi insang sehingga mikroplastik cenderung masuk secara insidental melalui saluran tersebut ketika ikan berenang, sehingga dapat mengontaminasi daging ikan apabila partikel mikroplastik terserap ke dalam pembuluh darah ikan, baik melalui saluran pencernaan maupun saluran pernapasan (Jaafar dkk., 2021; Makhdoumi dkk., 2021; Adji dkk., 2022). Kontaminasi

mikroplastik pada daging merupakan hasil dari absorpsi mikroplastik melalui darah, sehingga partikel mikroplastik tersebut dapat terakumulasi di sana (Aryani dkk., 2021). Mikroplastik yang telah terakumulasi pada jeroan dan insang ikan memiliki dampak negatif terhadap kehidupan ikan yang terkontamasi, seperti gangguan makan karena menimbulkan kekenyangan palsu akibat tidak tercernanya mikroplastik pada saluran pencernaan ikan, yang dapat menyebabkan kematian pada ikan. Mikroplastik juga telah dapat mengganggu hormon reproduksi ikan, sehingga ikan memiliki dua kelamin atau *interseksual*. Kemudian yang paling berbahaya adalah mikroplastik dapat membawa racun dari perairan sehingga dapat menyebabkan gangguan metabolisme pada ikan yang terkontaminasi (Prasetyo, 2020).

Grafik kelimpahan mikroplastik tersebut juga menunjukkan bahwa sampel ikan hasil budidaya memiliki rata-rata jumlah partikel mikroplastik tertinggi yaitu sebesar 1015,88 partikel/g dibandingkan dengan sampel ikan yang berasal dari hasil pancing yaitu memiliki rata-rata sebesar 953,26 partikel/g. Hal tersebut diduga dapat terjadi karena ikan hasil budidaya memiliki lingkungan hidup dan sirkulasi air yang tidak luas. Kedua faktor tersebut dapat menyebabkan ikan-ikan hasil budidaya tidak dapat berkeliaran dengan bebas dan hanya mengenal lingkungan keramba saja. Ikan-ikan tersebut tidak dapat mengenal jenis pakan lain dan hanya memakan apapun yang berada di wilayah keramba. Pengambilan sampel ikan dilakukan ketika musim hujan yang mana hasil wawancara dari beberapa warga yang membudidayakan ikan juga mengatakan bahwa jika musim hujan dan terjadi air pasang yaitu kondisi dimana permukaan air sedang naik menyebabkan sampah-sampah yang berada di sungai memungkinkan untuk masuk ke dalam keramba. Sampah-sampah tersebut mendukung penyebab tingginya kandungan mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sri (2022), kondisi pasang surut tidak memberikan pengaruh terhadap kelimpahan mikroplastik yang ditemukan. Namun, karena kondisi pada saat air sungai pasang yang memungkinkan sampah masuk ke dalam keramba dan terkumpul di sana menjadi salah satu dugaan penyebab tingginya kelimpahan mikroplastik pada sampel yang berasal dari lingkungan keramba. Sedangkan ikan yang berasal

langsung dari hasil pancing merupakan ikan yang memiliki cakupan habitat yang cukup luas. Ikan-ikan tersebut berada di wilayah alam bebas. Hal tersebut dapat mendukung ikan-ikan yang berada di sungai juga bebas dalam berburu makanan. Sampel ikan dalam penelitian ini merupakan jenis ikan omnivora yang merupakan ikan pemakan segala. Ikan omnivora sangat terdampak terhadap kontaminasi mikroplastik, hal ini dikarenakan ikan dengan kategori omnivora tidak memilah makanannya. Ikan omnivora juga aktif berenang sehingga lebih luas daerah cakupan makanannya (Zen, 2012). Adapun berdasarkan hasil uji perbedaan rata-rata antara ikan yang berasal dari keramba dan hasil pancing, data yang didapatkan tidak terdistribusi dengan normal. Maka pengujian menggunakan *Mann Whitney*. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai signifikansi $> 0,05$ yang membuktikan jika tidak ada perbedaan antara kelimpahan ikan yang ada di keramba dan ikan yang berasal langsung dari sungai yaitu ikan hasil pancing.

Sampel ikan yang didapatkan memiliki gaya hidup yang berbeda beda. Ikan nila dan ikan wader pari merupakan ikan yang berada di permukaan air sungai. Sedangkan ikan gabus dan ikan baung merupakan ikan yang berada di dasar air sungai. Berdasarkan grafik pada Gambar 4.10., kelimpahan tertinggi terdapat pada ikan gabus yaitu sebesar 1593,69 partikel/g. Ikan gabus hidup di dasar sungai yang memungkinkan ikan tersebut lebih banyak mengonsumsi mikroplastik. Adapun berdasarkan hasil uji perbedaan rata-rata antara ikan yang berada pada permukaan dan dasar sungai, data yang didapatkan terdistribusi dengan normal. Maka pengujian menggunakan uji t. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai signifikansi $> 0,05$ yang membuktikan jika tidak ada perbedaan antara kelimpahan ikan yang berada pada permukaan dan dasar sungai.

Ditemukannya kelimpahan mikroplastik yang cukup tinggi pada ikan di Sungai Code tersebut sangat berbahaya dan akan berdampak terhadap makhluk hidup yang akan menjadikan ikan sebagai bahan pangan. Kontaminasi mikroplastik pada sungai masih kurang diperhatikan oleh masyarakat akibat ukuran dan bentuk dari mikroplastik yang sulit untuk dilihat oleh mata secara langsung. Diperlukan langkah mitigasi dan remediasi untuk mengurangi dan mencegah meningkatnya pencemaran polutan ini, salah satunya yaitu memperbaiki kesadaran masyarakat

setempat mengenai pembuangan sampah tidak langsung ke sungai dan dibuang pada tempat yang seharusnya. Masyarakat harus mulai paham akan bahayanya sampah-sampah yang masuk ke sungai terutama sampah plastik. Selain itu, industri yang berada di sekitar perairan Sungai Code juga harus mulai melakukan pengolahan limbah dan tidak langsung membuangnya ke sungai. Selain itu, untuk masyarakat yang membudidayakan ikan juga harus memiliki kesadaran terkait bahayanya mikroplastik jika tertelan oleh ikan. Pakan-pakan ikan kembali disortir agar meminimalisir kandungan mikroplastik yang ada di dalamnya. Selain itu, jenis keramba yang terbuka bisa lebih diperhatikan dengan memasang jaring di atasnya untuk mencegah sampah ataupun kontaminan lain masuk ke lingkungan keramba. Fachrul dan Rinanti (2018) menjelaskan bahwa salah satu strategi untuk mengendalikan pencemaran mikroplastik dapat dilakukan dengan pendekatan teknologi remediasi yaitu memanfaatkan potensi mikroba atau bakteri indigenous dan jamur atau fungi yang ditumbuhkan dalam lingkungan media yang terpapar mikroplastik yang terkontrol.

4.3.2. Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis dan Warna

Jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Code diidentifikasi menjadi 5 jenis, yaitu *fragment*, *film*, *fibre*, *foam*, dan *pellet*.

1. *Fragment*

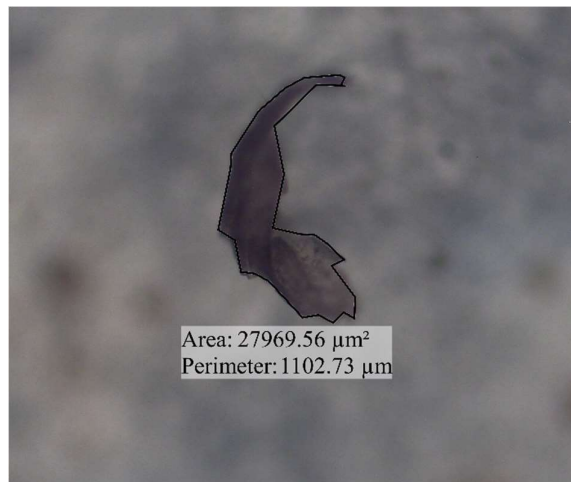
Mikroplastik jenis *fragment* merupakan mikroplastik yang berasal dari potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang kuat. Mikroplastik jenis ini biasanya berasal dari patahan plastik yang lebih besar (Cole dkk., 2011; Dewi dkk., 2015), yaitu seperti botol, kantong plastik tebal, dan potongan pipa paralon yang kemudian terpecah menjadi ukuran kecil (Ayuningtas dkk., 2019).



Gambar 4. 11 Mikroplastik Jenis *Fragment*

2. *Film*

Mikroplastik jenis *film* merupakan potongan plastik yang memiliki lapisan sangat tipis berbentuk lembaran dengan densitas yang rendah. Mikroplastik ini banyak berasal dari potongan dan degradasi dari kantong-kantong plastik (Dewi dkk., 2015; Di & Wang, 2018).

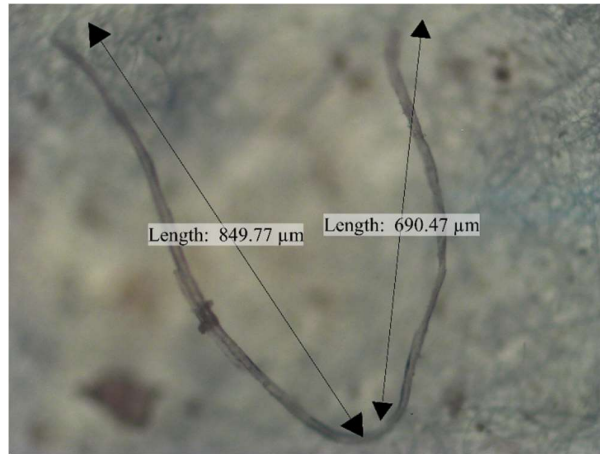


Gambar 4. 12 Mikroplastik Jenis *Film*

3. *Fibre*

Fibre cenderung memiliki karakteristik memanjang dan biasanya merupakan degradasi dari kain sintetis ataupun jaring. Berdasarkan penelitian Zhao dkk., (2015), limbah domestik atau limbah rumah tangga atau sampah dari aktivitas manusia merupakan sumber utama dari sampah plastik yang berserat. Limbah

plastik ini dapat berasal dari aktivitas manusia seperti mencuci pakaian dan aktivitas *laundry*. Selain itu, mikroplastik jenis ini juga dapat dihasilkan dari aktivitas memancing dari alat pancing maupun jaring ikan (Basri dkk., 2021).



Gambar 4. 13 Mikroplastik Jenis *Fibre*

4. *Foam*

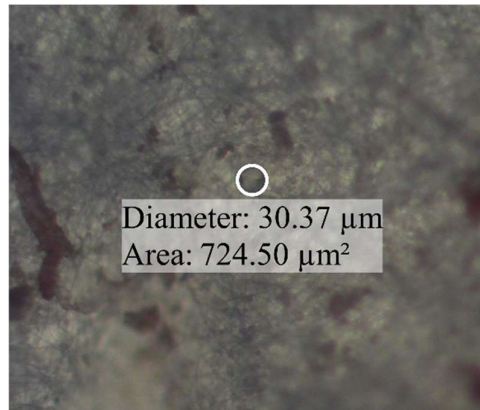
Mikroplastik jenis *foam* berasal dari limbah bungkus makanan dan limbah hasil *packing* yang berbahan *styrofoam* (Sugandi dkk., 2021).



Gambar 4. 14 Mikroplastik Jenis *Foam*

5. *Pellet*

Mikroplastik jenis *pellet* berasal dari *microbeads* yang sengaja dibuat oleh industri untuk produk kecantikan (P. L. Lenaker dkk., 2019).



Gambar 4. 15 Mikroplastik Jenis *Pellet*

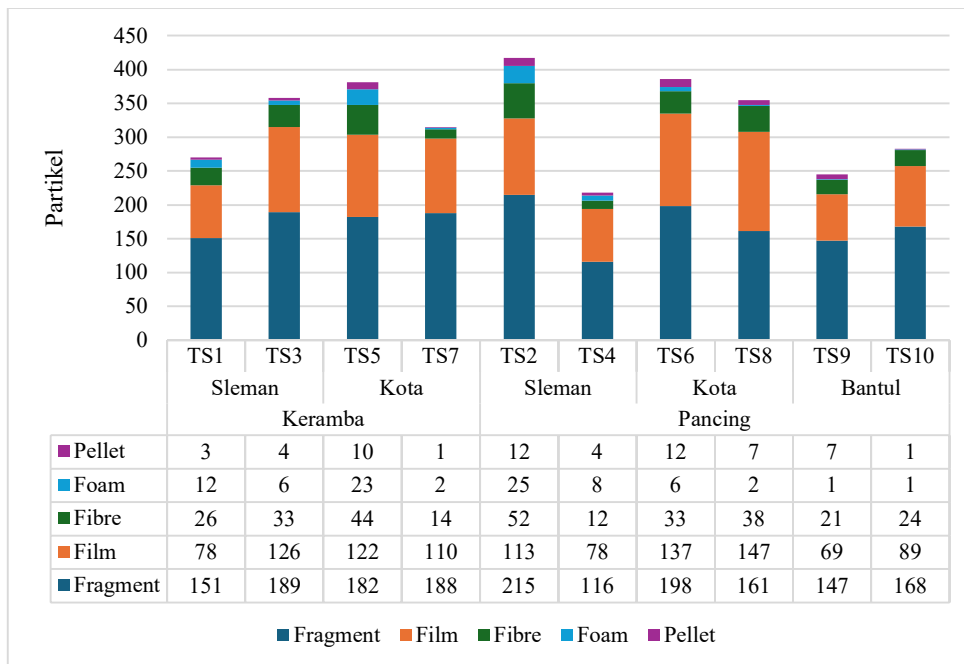
Partikel mikroplastik yang ditemukan pada setiap sampel memiliki ukuran yang berbeda-beda. Ukuran terbesar dan terkecil mikroplastik pada setiap sampel organ ikan yang diuji dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Perbandingan Ukuran Mikroplastik pada Sampel Organ Ikan

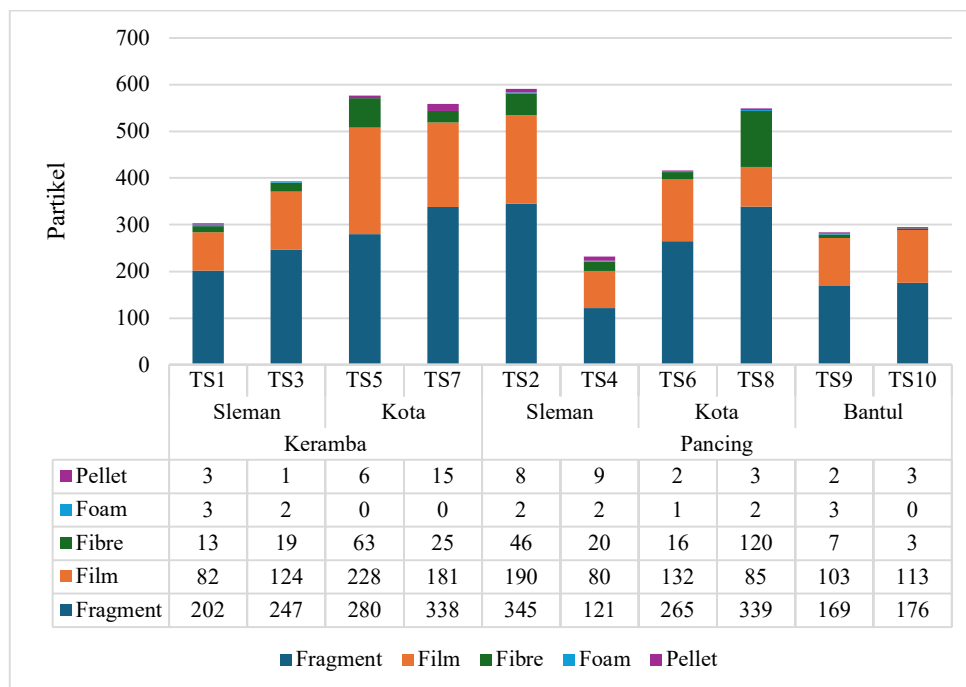
No	Sampel	Ukuran Mikroplastik (μm^2)	
		Minimum	Maksimum
1	Insang	27,75	30691,22
2	Jeroan	51,77	71404,46
3	Daging	15,13	15185,57

Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa mikroplastik di jeroan merupakan mikroplastik dengan ukuran terbesar yaitu 71404,46 μm^2 . Abassi dkk., (2018) menyatakan bahwa dominansi mikroplastik berukuran besar cenderung ditemukan pada organ pencernaan dibandingkan dengan organ tubuh yang lain. Savoca dkk., (2019) juga menyebutkan bahwa lambung dan saluran pencernaan merupakan tempat terakumulasinya mikroplastik pada tubuh ikan. Mikroplastik dengan ukuran terkecil terdapat pada sampel daging yaitu 15.13 μm^2 . Mikroplastik yang ditemukan di daging cenderung lebih kecil karena mikroplastik ini merupakan mikroplastik yang sudah terakumulasi dengan organ ikan, dan merupakan pecahan dari mikroplastik yang masuk ke tubuh ikan melalui saluran pencernaan.

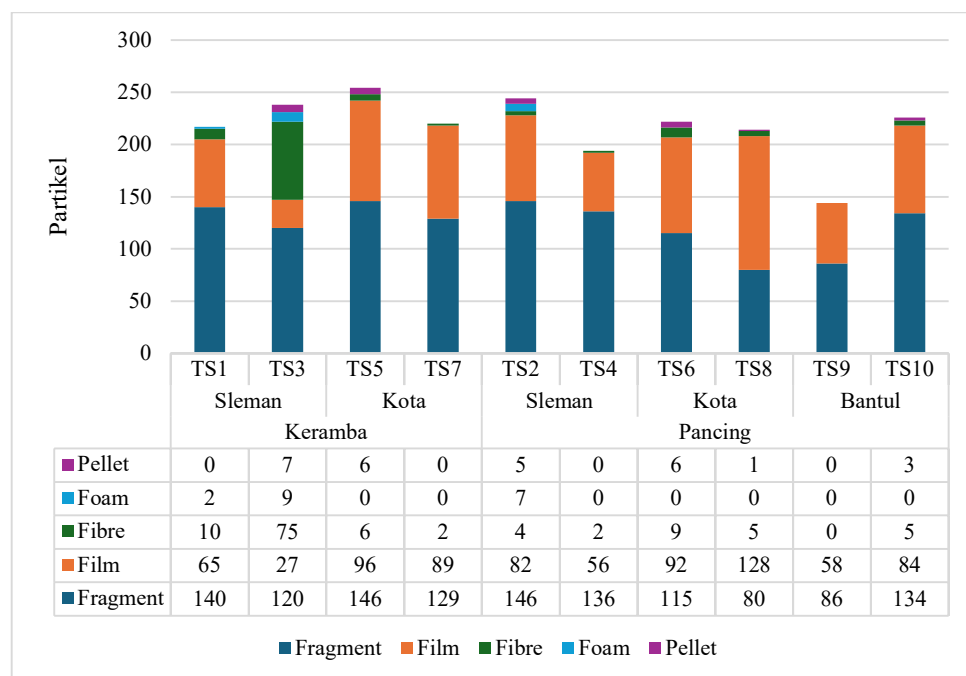
Identifikasi jenis mikroplastik dapat dilihat di insang pada Gambar 4.16., di jeroan pada Gambar 4.17., di daging pada Gambar 4.18., dan di keseluruhan sampel ikan pada Gambar 4.19.



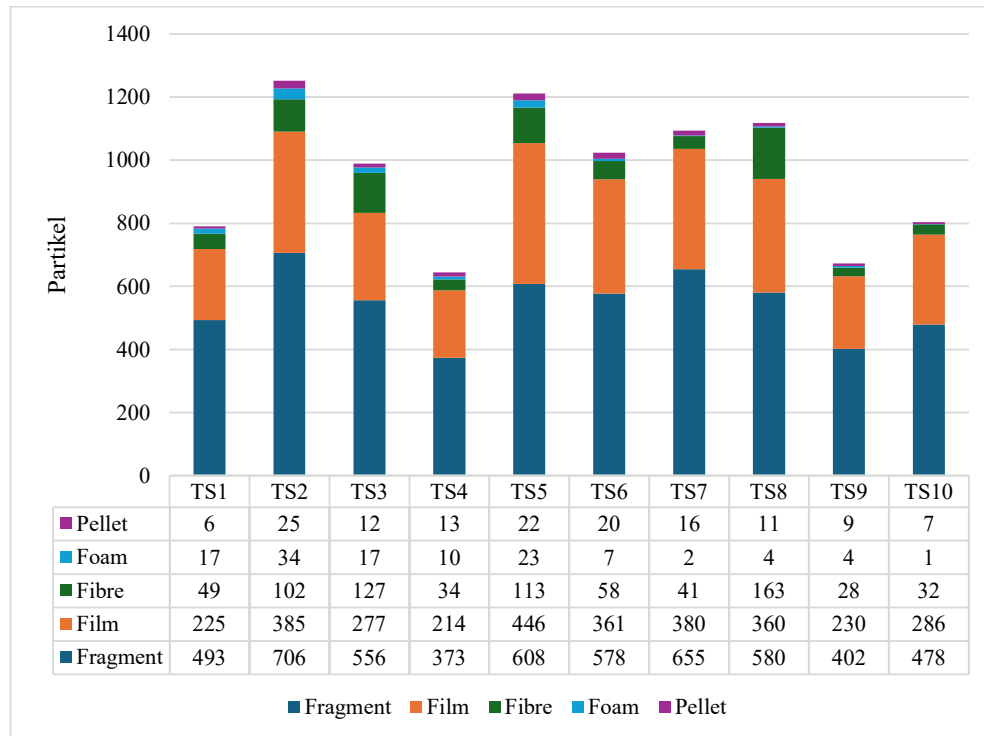
Gambar 4. 16 Grafik Klasifikasi Jenis Mikroplastik pada Insang Ikan di Sungai
Code



Gambar 4. 17 Grafik Klasifikasi Jenis Mikroplastik pada Jeroan Ikan di Sungai Code

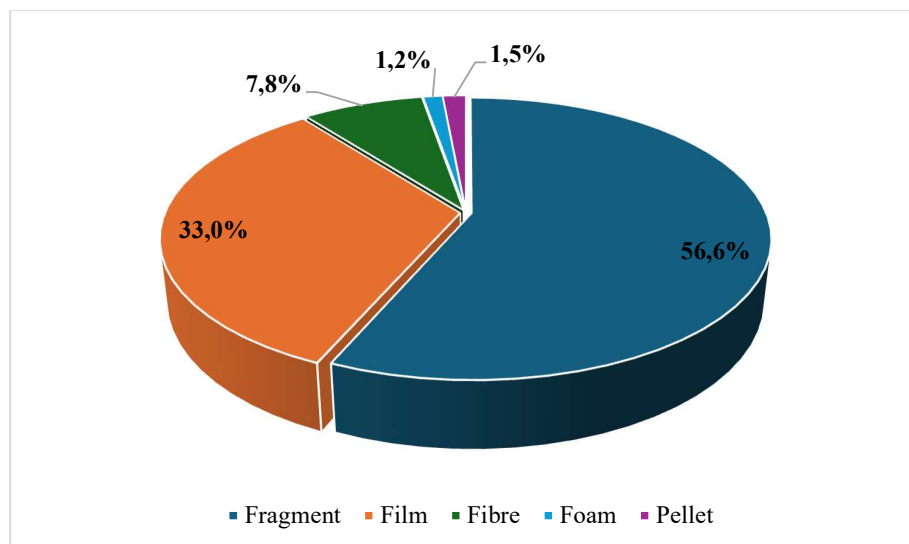


Gambar 4. 18 Grafik Klasifikasi Jenis Mikroplastik pada Daging Ikan di Sungai Code



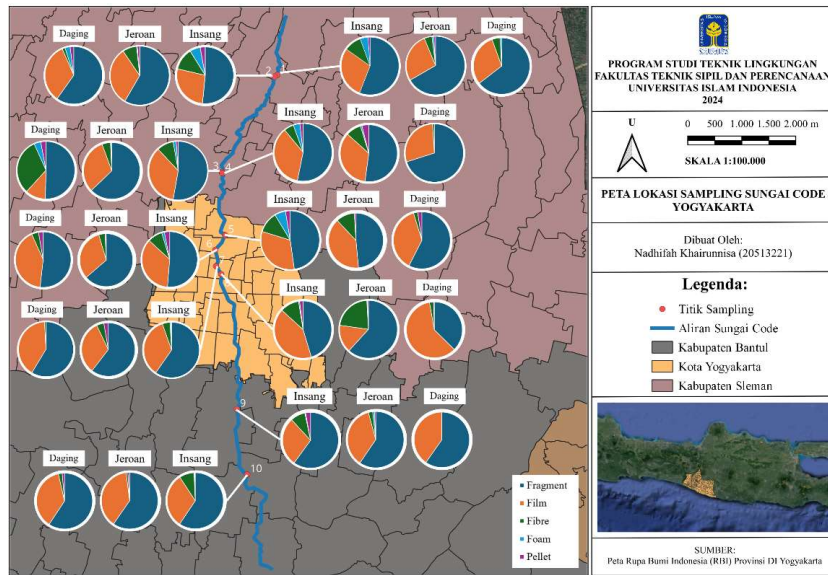
Gambar 4. 19 Grafik Klasifikasi Jenis Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code

Dengan persentase akhir klasifikasi jenis mikroplastik di ikan dapat dilihat pada Gambar 4.20.

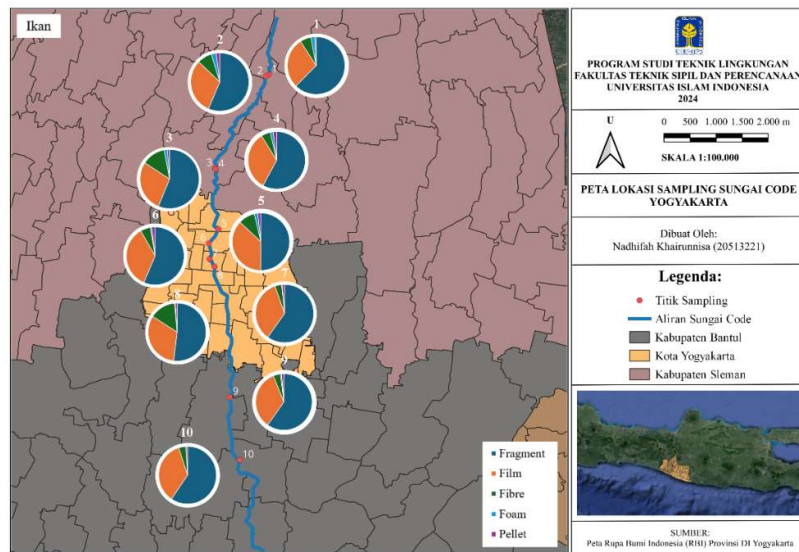


Gambar 4. 20 Persentase Jenis Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code

Persebaran jenis mikroplastik di setiap lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada peta analisis spasial berikut ini.



Gambar 4. 21 Peta Persebaran Jenis Mikroplastik pada Setiap Organ Ikan (Insang, Jeroan, dan Daging) di Sungai Code



Gambar 4. 22 Peta Persebaran Jenis Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code

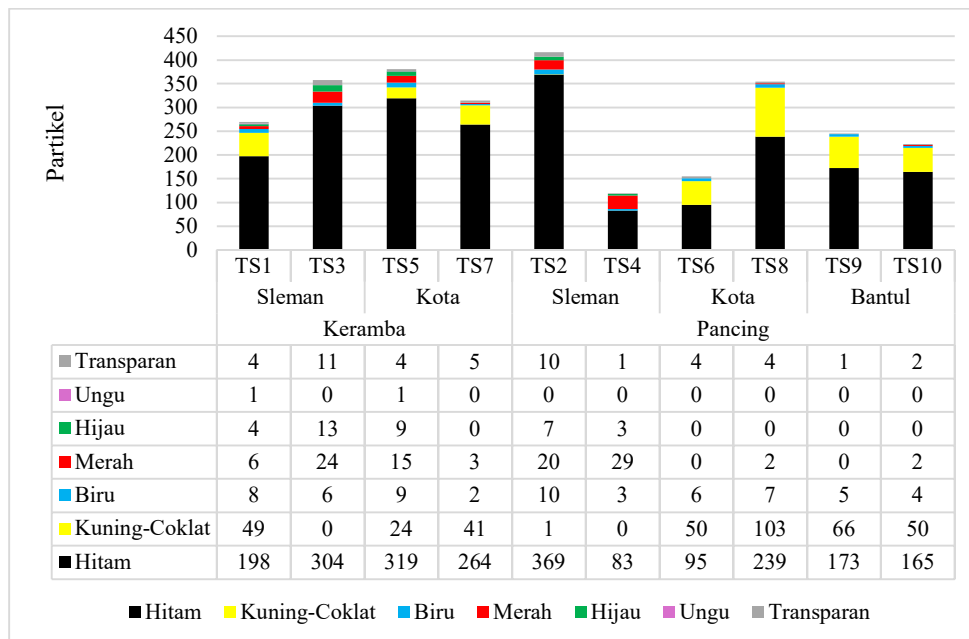
Dapat dilihat dari hasil yang didapatkan *fragment* merupakan jenis mikroplastik tertinggi sebesar 4811 partikel, kemudian didominasi juga dengan jenis *film* yaitu sebesar 2855 partikel, *fibre* sebesar 747 partikel, *pellet* sebesar 139 partikel dan *foam* merupakan jenis mikroplastik terendah yaitu sebesar 119 partikel. *Fragment* mempunyai densitas yang tinggi jika dibandingkan dengan jenis mikroplastik lainnya, sehingga menyebabkan *fragment* mudah tenggelam dan cenderung melayang di perairan. Mikroplastik ini biasanya memiliki ukuran yang kecil dan menyebabkan sukar terlihat oleh ikan. Mikroplastik jenis *film* merupakan mikroplastik kedua terbanyak yang ditemukan pada sampel ikan. Mikroplastik jenis ini sering kali ditemukan di pencernaan ikan, hal ini dikarenakan banyaknya cemaran sampah plastik sekali pakai seperti tas kresek di perairan sungai. Sampah plastik sekali pakai merupakan sumber dari mikroplastik jenis ini yang mencemari perairan (Azizah dkk., 2020). Akibatnya banyak ikan yang memakan mikroplastik berjenis film dan terkumpul di saluran pencernaan karena mikroplastik tidak dapat dicerna dan tidak semua mikroplastik dikeluarkan melalui feses ikan (Yudhantari dkk., 2019). Mikroplastik jenis *fibre* sering kali ditemukan, hal ini dikarenakan mudahnya mikroplastik jenis ini tersangkut pada insang ikan dengan posisi menempel pada organ insang (Yona dkk., 2020). Adanya mikroplastik *fibre* di perairan terjadi akibat tingginya aktivitas penangkapan ikan, aktivitas cuci baju, limbah buangan *laundry*, atau bisa juga dari limbah industri serat dan kain.

Mikroplastik yang ditemukan juga memiliki berbagai warna. Adapun warna-warna yang ditemukan pada mikroplastik di penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.23.

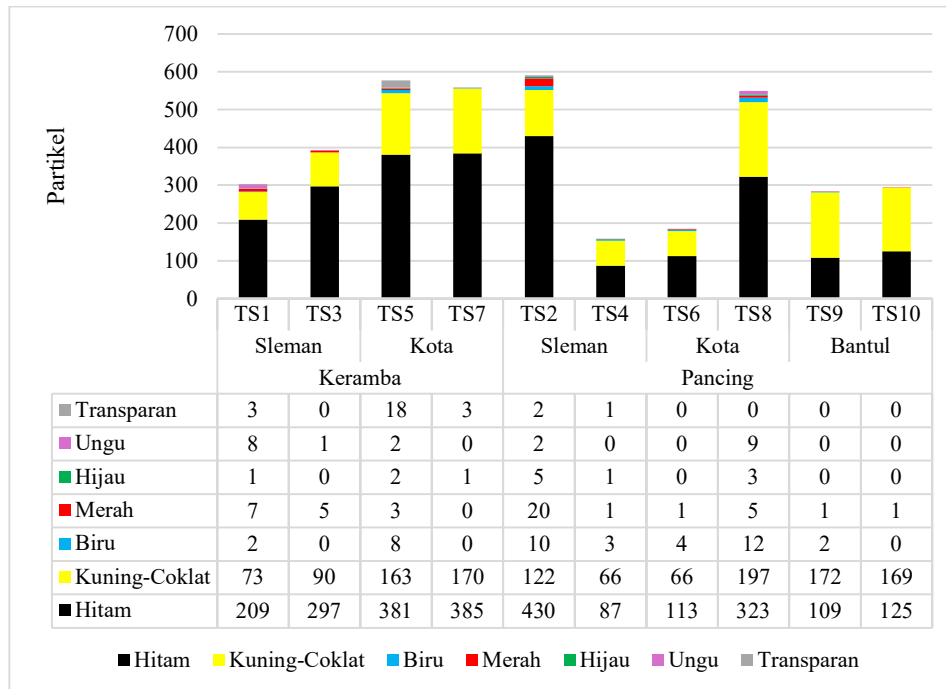


Gambar 4. 23 Warna Mikroplastik pada Sampel Ikan di Sungai Code

Hasil identifikasi berdasarkan warna dapat dilihat di insang pada Gambar 4.24., di jeroan pada Gambar 4.25., di daging pada Gambar 4.65., dan di keseluruhan sampel ikan pada Gambar 4.27.

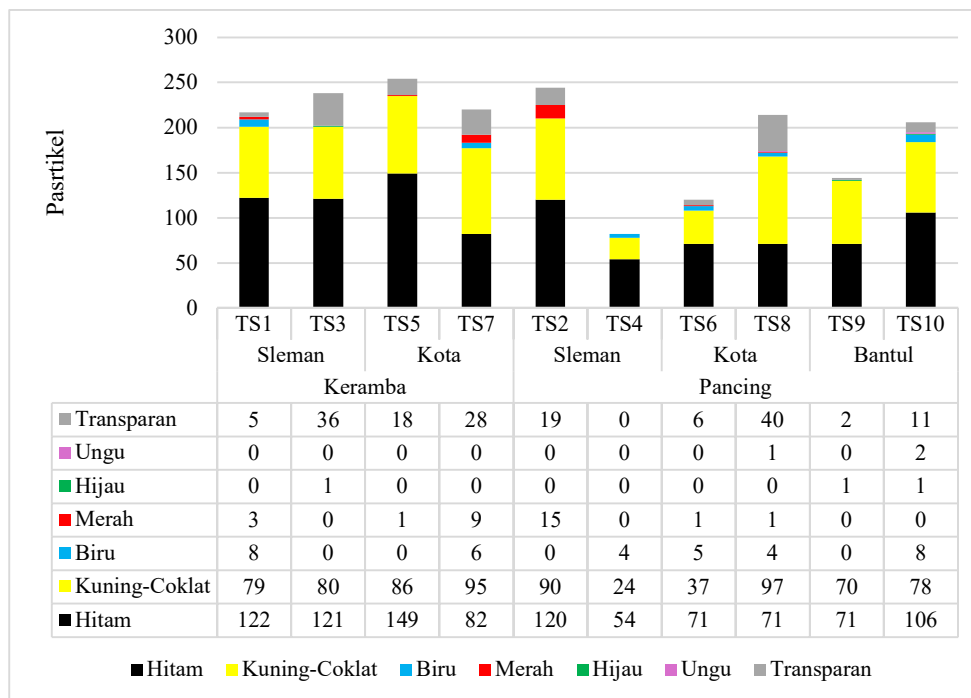


Gambar 4. 24 Grafik Klasifikasi Warna Mikroplastik pada Insang Ikan di Sungai Code



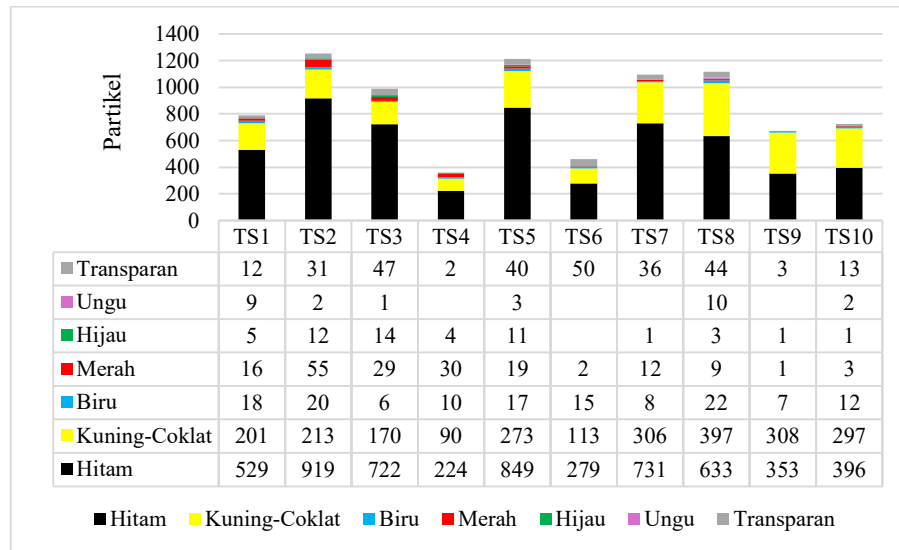
Gambar 4. 25 Grafik Klasifikasi Warna Mikroplastik pada Jeroan Ikan di Sungai

Code



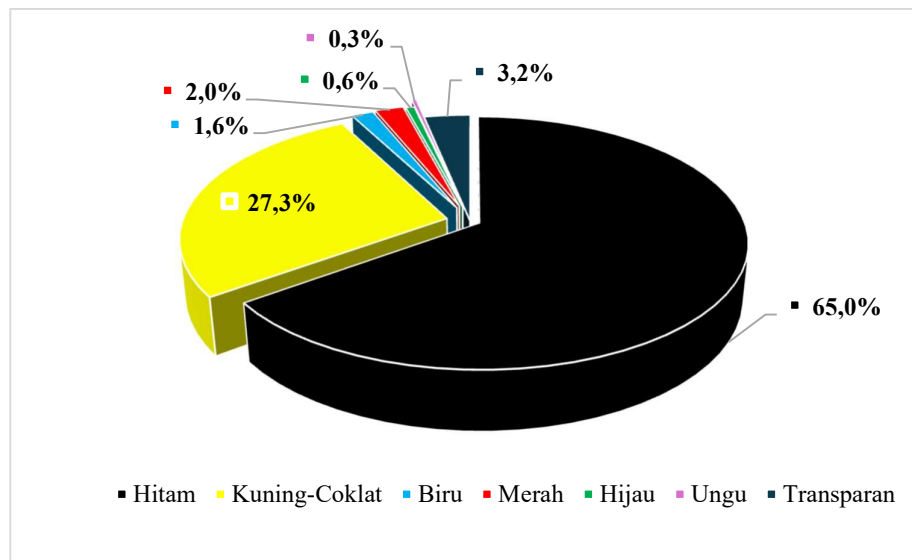
Gambar 4. 26 Grafik Klasifikasi Warna Mikroplastik pada Daging Ikan di Sungai

Code



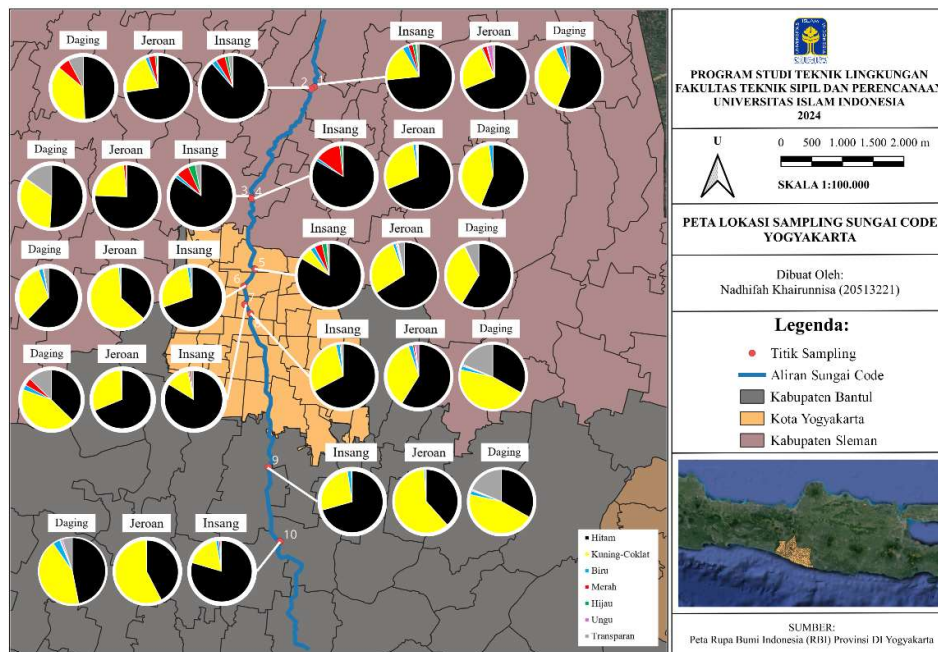
Gambar 4. 27 Grafik Klasifikasi Warna Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code

Dengan persentase akhir klasifikasi warna mikroplastik pada setiap ikan di Sungai Code dapat dilihat pada Gambar 4.28.

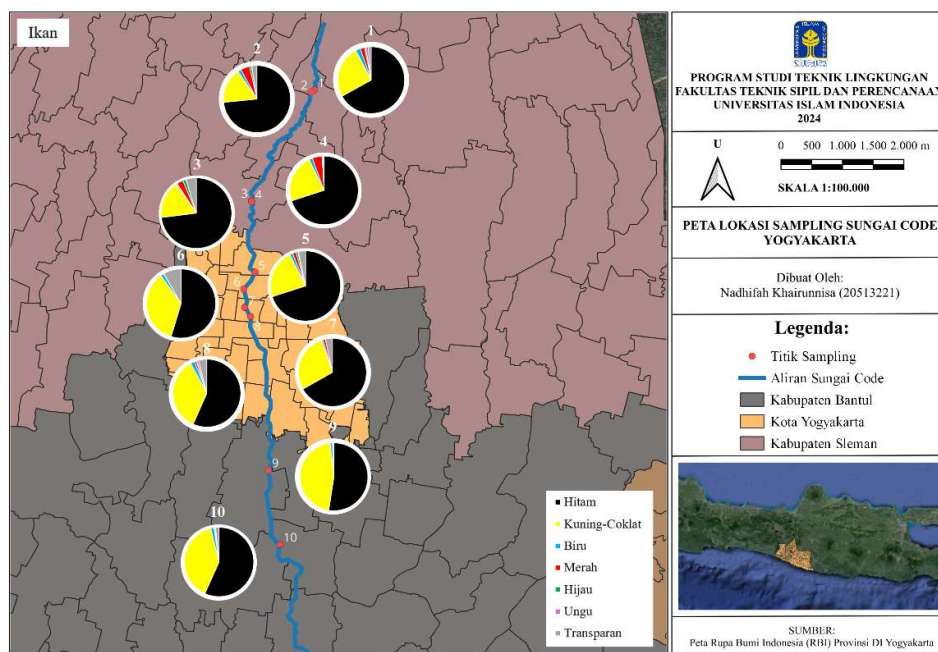


Gambar 4. 28 Persentase Warna Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code

Sama halnya dengan jenis mikroplastik, persebaran warna mikroplastik di setiap lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada peta analisis spasial berikut ini.



Gambar 4. 29 Peta Persebaran Warna Mikroplastik pada Setiap Organ Ikan (Insang, Jeroan, dan Daging) di Sungai Code

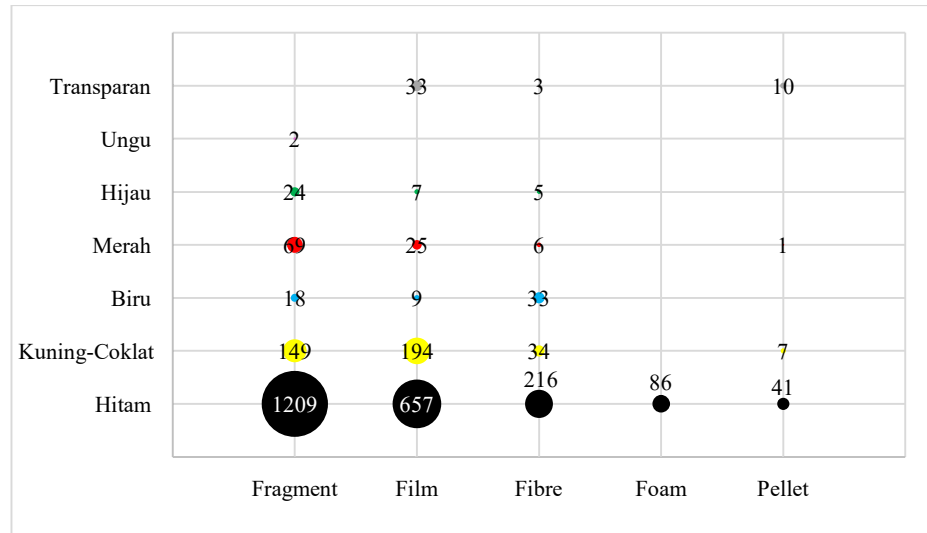


Gambar 4. 30 Peta Persebaran Warna Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code

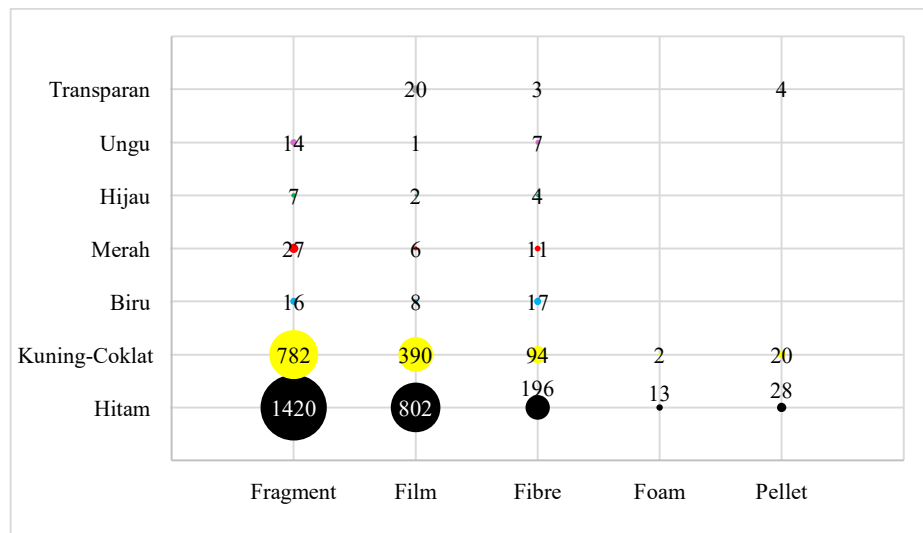
Hasil yang didapatkan menunjukkan jika mikroplastik berwarna hitam merupakan mikroplastik dengan warna tertinggi yang terdapat pada ikan yaitu sebesar 65%. Pada jeroan ikan warna hitam ditemui sebesar 2459 partikel, diikuti dengan warna kuning kecoklatan sebesar 1288 partikel dan warna terendah yaitu warna hijau sebesar 13 partikel. Pada insang ikan warna hitam ditemui sebesar 2209 partikel, warna kuning kecoklatan sebesar 384 partikel, dan warna terendah yaitu ungu sebesar 2 partikel. Pada daging ikan warna hitam ditemui sebesar 967 partikel, warna kuning kecoklatan ditemui sebesar 736 partikel, dan warna terendah yaitu hijau dan ungu yang masing masing ditemui sebesar 3 partikel. Menurut (Lumban dkk., 2020), mikroplastik tak berwarna atau berwarna transparan justru berbahaya karena bisa menyerap lebih banyak PCB daripada mikroplastik yang berwarna. Grafik hasil penelitian menunjukkan warna transparan pada ikan ditemukan sebesar 3,2% yaitu sebesar 556 partikel terhadap seluruh sampel.

Dominasi warna hitam salah satunya disebabkan oleh jenis sampel ikan yaitu ikan omnivora. Ikan jenis ini akan mengira bahwa mikroplastik berwarna hitam tersebut merupakan makanannya (de Sa dkk., 2015). Plastik pada dasarnya dapat mengalami perubahan warna apabila dipanaskan. Perubahan warna tersebut juga dipengaruhi oleh periode waktu yang mengalami fotodegradasi oleh sinar UV, dimana proses pemanasan tersebut dapat merubah mikroplastik menjadi warna hitam (Gunawan, 2021) Warna hitam pada mikroplastik menandakan bahwa adanya kontaminan yang menempel pada mikroplastik yang ditemukan karena mikroplastik yang memiliki warna gelap lebih cenderung menyerap adanya partikel-partikel polutan lainnya serta akan mempengaruhi tekstur pada mikroplastik (Hiwari, 2019). Warna pada mikroplastik dapat menjadi indikasi partikel organik lain yang terserap dalam mikroplastik atau memang warna asli dari sumber plastiknya (Laksono dkk., 2021; Tobing dkk., 2020). Perbedaan warna pada mikroplastik dipengaruhi oleh durasi terpapar sinar matahari (Laksono dkk., 2021; Tobing dkk., 2020; Senduk dkk., 2021). Jika warna yang ditemukan masih pekat, berarti mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna yang signifikan (Kapo dkk., 2020).

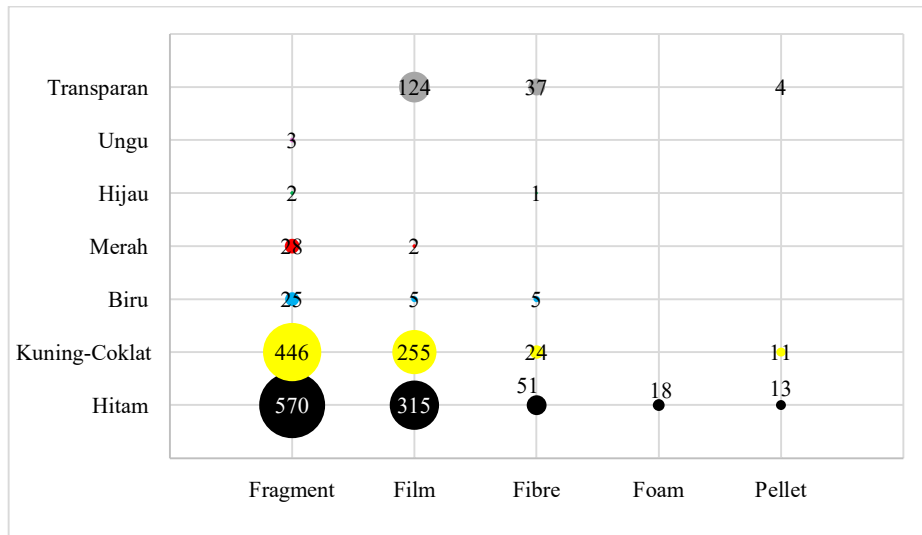
Adapun grafik untuk melihat kombinasi antara jenis dan warna mikroplastik yang diuji dapat dilihat di insang pada Gambar 4.31, di jeroan pada Gambar 4.32., di daging pada Gambar 4.33, dan di keseluruhan ikan pada Gambar 4.34.



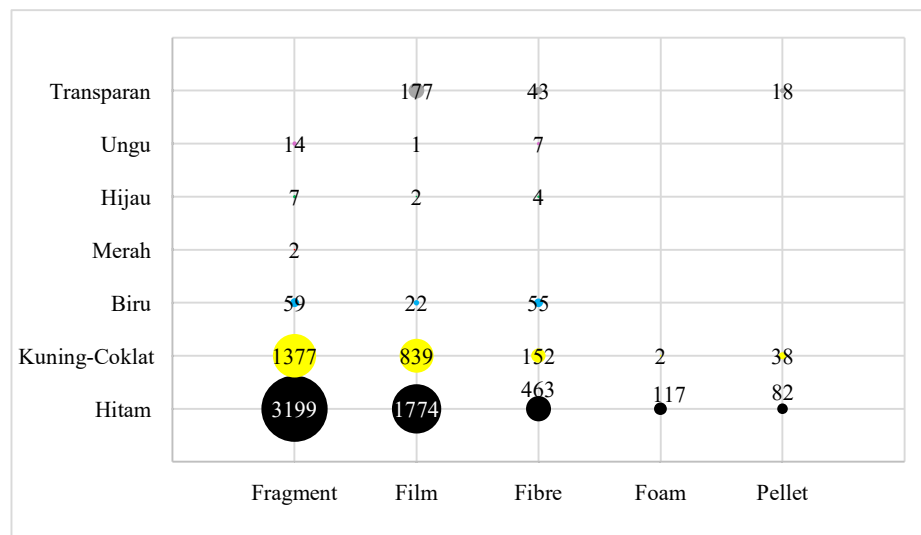
Gambar 4. 31 Grafik Mikroplastik berdasarkan Jenis dan Warna pada Insang Ikan di Sungai Code



Gambar 4. 32 Grafik Mikroplastik berdasarkan Jenis dan Warna pada Jeroan Ikan di Sungai Code



Gambar 4. 33 Grafik Mikroplastik berdasarkan Jenis dan Warna pada Daging Ikan di Sungai Code



Gambar 4. 34 Grafik Mikroplastik berdasarkan Jenis dan Warna pada Ikan di Sungai Code

Grafik mikrolastik berdasarkan jenis dan warna menunjukkan pada setiap sampel organ ikan didominasi oleh tipe *fragment* berwarna hitam, dimana pada insang *fragment* hitam ini bernilai sebesar 1209 partikel, pada jeroan sebesar 1420 partikel, pada daging sebesar 570 partikel, dengan akumulasi sebesar 3199 partikel.

4.3.3. Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis Polimer

Identifikasi mikroplastik berdasarkan jenis polimer dilakukan dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Hasil spektrum dari pembacaan FTIR akan dilakukan pendugaan berdasarkan hasil penelitian spektrum polimer dari Jung dkk., (2018) yang dapat dilihat di insang pada Tabel 4.5., di jeroan pada Tabel 4.6., dan di daging pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 5 Hasil Analisis FTIR Mikroplastik pada Insang Ikan di Sungai Code

Titik	Peak (cm ⁻¹)	Acuan (cm ⁻¹)	Referensi	Dugaan Polimer
TS1	983,7	985	Jung dkk., 2018	<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		997		<i>Polypropylene (PP)</i>
		972		<i>Polypropylene (PP)</i>
	790,81	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	721,38	730		<i>High-density polyethylene (HDPE)</i>
		717		<i>Low-density polyethylene (LDPE)</i>
		730		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		717		<i>Polypropylene (PP)</i>
TS2	983,7	985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		997		<i>Polypropylene (PP)</i>
		972		<i>Polypropylene (PP)</i>
	786,96	808		<i>Polyethylene terephthalate (PETE)</i>
	717,52	720		<i>Low-density polyethylene (LDPE)</i>
		717		<i>High-density polyethylene (HDPE)</i>
		717		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
	TS3	979,84		985
972				<i>Polypropylene (PP)</i>
783,1		808		<i>Polyethylene terephthalate (PETE)</i>
717,52		720		<i>Low-density polyethylene (LDPE)</i>
		717		<i>High-density polyethylene (HDPE)</i>
		717		<i>Polystyrene (PS)</i>
698,23		694		<i>Polyvinyl chloride (PVC)</i>
605,65		616		<i>Polycarbonate (PC)</i>
TS4	1002,98	1013		<i>Polypropylene (PP)</i>
		997		<i>Polypropylene (PP)</i>
	794,67	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	779,24	808		<i>Polypropylene (PP)</i>

Titik	Peak (cm ⁻¹)	Acuan (cm ⁻¹)	Referensi	Dugaan Polimer
	709,8	694		<i>Polystyrene</i> (PS)
	690,52	694		<i>Polystyrene</i> (PS)
TS5	967,55	972		<i>Polypropylene</i> (PP)
		966		<i>Polyvinyl chloride</i> (PVC)
		964		<i>Poly(methyl methacrylate)</i> (PMMA or acrylic)
	786,96	808		<i>Polypropylene</i> (PP)
	705,95	717		<i>High-density polyethylene</i> (HDPE)
		717		<i>Low-density polyethylene</i> (LDPE)
	628,79	638		<i>Polytetrafluoroethylene</i> (PTFE)
TS6	999,13	1013		<i>Polycarbonate</i> (PC)
		997		<i>Polypropylene</i> (PP)
	790,81	808		<i>Polypropylene</i> (PP)
	702,09	717		<i>High-density polyethylene</i> (HDPE)
		717		<i>Low-density polyethylene</i> (LDPE)
		694		<i>Polystyrene</i> (PS)
TS7	987,55	997		<i>Polypropylene</i> (PP)
		972		<i>Poly(methyl methacrylate)</i> (PMMA or acrylic)
		985		<i>Polypropylene</i> (PP)
	779,24	808		<i>Polypropylene</i> (PP)
	671,23	687		<i>Nylon</i>
TS8	979,84	985		<i>Poly(methyl methacrylate)</i> (PMMA or acrylic)
		972		<i>Polypropylene</i> (PP)
	783,1	808		<i>Polypropylene</i> (PP)
	717,52	720		<i>Polyethylene terephthalate</i> (PETE)
		717		<i>Low-density polyethylene</i> (LDPE)
		717		<i>High-density polyethylene</i> (HDPE)
	671,23	687		<i>Nylon</i>
TS9	979,84	985		<i>Poly(methyl methacrylate)</i> (PMMA or acrylic)
		972		<i>Polypropylene</i> (PP)
	783,1	808		<i>Polypropylene</i> (PP)
	721,38	720		<i>Polyethylene terephthalate</i> (PETE)
		717		<i>Low-density polyethylene</i> (LDPE)
		717		<i>High-density polyethylene</i> (HDPE)
	671,23	687		<i>Nylon</i>
TS10	999,13	1013		<i>Polycarbonate</i> (PC)
		997		<i>Polypropylene</i> (PP)

Titik	Peak (cm ⁻¹)	Acuan (cm ⁻¹)	Referensi	Dugaan Polimer
	783,1	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	686,66	687		<i>Nylon</i>
	671,23	687		<i>Nylon</i>

Tabel 4. 6 Hasil Analisis FTIR Mikroplastik pada Jeroan Ikan di Sungai Code

Titik	Peak (cm ⁻¹)	Acuan (cm ⁻¹)	Referensi	Dugaan Polimer
TS1	1002,98	1013	Jung dkk., 2018	<i>Polycarbonate (PC)</i>
		997		<i>Polypropylene (PP)</i>
	535,35	537		<i>Polystyrene (PS)</i>
TS2	1014,56	1027		<i>Polystyrene (PS)</i>
		1013		<i>Polycarbonate (PC)</i>
TS3	1002,98	1013		<i>Polycarbonate (PC)</i>
		997		<i>Polypropylene (PP)</i>
TS4	1010,7	1013		<i>Polycarbonate (PC)</i>
		997		<i>Polypropylene (PP)</i>
TS5	995,27	997		<i>Polypropylene (PP)</i>
		985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
	794,67	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	779,24	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
TS6	995,27	997		<i>Polypropylene (PP)</i>
		985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
	786,96	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
TS7	1006,84	1013		<i>Polycarbonate (PC)</i>
		997		<i>Polypropylene (PP)</i>
	783,1	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	690,52	694		<i>Polystyrene (PS)</i>
TS8	1022,27	1027		<i>Polystyrene (PS)</i>
		1013		<i>Polycarbonate (PC)</i>
TS9	1006,84	1013		<i>Polycarbonate (PC)</i>
		997		<i>Polypropylene (PP)</i>
	786,96	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
		717		<i>Low-density polyethylene (LDPE)</i>
	702,09	717		<i>High-density polyethylene (HDPE)</i>
TS10	1002,98	1013		<i>Polycarbonate (PC)</i>
		997		<i>Polypropylene (PP)</i>

Titik	Peak (cm ⁻¹)	Acuan (cm ⁻¹)	Referensi	Dugaan Polimer
	783,1	808		<i>Polypropylene (PP)</i>

Tabel 4. 7 Hasil Analisis FTIR Mikroplastik pada Daging Ikan di Sungai Code

Titik	Peak (cm ⁻¹)	Acuan (cm ⁻¹)	Referensi	Dugaan Polimer
TS1	975,98	985	Jung dkk., 2018	<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		972		<i>Polypropylene (PP)</i>
	775,38	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	763,81	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
TS2	995,27	997		<i>Polypropylene (PP)</i>
		985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
	690,52	694		<i>Polystyrene (PS)</i>
	671,23	687		<i>Nylon</i>
TS3	979,84	985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		972		<i>Polypropylene (PP)</i>
	779,24	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	666,66	687		<i>Nylon</i>
	671,23	687		<i>Nylon</i>
TS4	975,98	985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		972		<i>Polypropylene (PP)</i>
	717,52	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
		720		<i>Polyethylene terephthalate (PETE)</i>
		717		<i>Low-density polyethylene (LDPE)</i>
		717		<i>High-density polyethylene (HDPE)</i>
	702,09	694		<i>Polystyrene (PS)</i>
	690,52	694		<i>Polystyrene (PS)</i>
	644,22	638		<i>Polytetrafluoroethylene (PTFE)</i>
	601,79	616		<i>Polyvinyl chloride (PVC)</i>
TS5	979,84	537		<i>Polystyrene (PS)</i>
		985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
	779,24	972		<i>Polypropylene (PP)</i>
		808		<i>Polypropylene (PP)</i>
		720		<i>Polyethylene terephthalate (PETE)</i>
	721,38	717		<i>Low-density polyethylene (LDPE)</i>

Titik	Peak (cm ⁻¹)	Acuan (cm ⁻¹)	Referensi	Dugaan Polimer
		717		<i>High-density polyethylene (HDPE)</i>
	702,09	694		<i>Polystyrene (PS)</i>
	690,52	694		<i>Polystyrene (PS)</i>
	651,94	638		<i>Polytetrafluoroethylene (PTFE)</i>
	601,79	616		<i>Polyvinyl chloride (PVC)</i>
	532,35	537		<i>Polystyrene (PS)</i>
TS6	987,55	985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		972		<i>Polypropylene (PP)</i>
	779,24	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	686,66	687		<i>Nylon</i>
	671,23	687		<i>Nylon</i>
TS7	987,55	985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		972		<i>Polypropylene (PP)</i>
	775,38	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	686,66	687		<i>Nylon</i>
	671,23	687		<i>Nylon</i>
	655,8	638		<i>Polytetrafluoroethylene (PTFE)</i>
	640,37	638		<i>Polytetrafluoroethylene (PTFE)</i>
TS8	995,27	997		<i>Polypropylene (PP)</i>
		985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
	779,24	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	671,23	687		<i>Nylon</i>
	582,5	537		<i>Polystyrene (PS)</i>
TS9	987,55	985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		972		<i>Polypropylene (PP)</i>
	786,96	808		<i>Polypropylene (PP)</i>
	721,38	720		<i>Polyethylene terephthalate (PETE)</i>
		717		<i>Low-density polyethylene (LDPE)</i>
		717		<i>High-density polyethylene (HDPE)</i>
	686,66	687		<i>Nylon</i>
	671,23	687		<i>Nylon</i>
	628,79	638		<i>Polytetrafluoroethylene (PTFE)</i>
	613,36	616		<i>Polyvinyl chloride (PVC)</i>
TS10	987,55	985		<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
		972		<i>Polypropylene (PP)</i>
	786,96	808		<i>Polypropylene (PP)</i>

Titik	Peak (cm ⁻¹)	Acuan (cm ⁻¹)	Referensi	Dugaan Polimer
	721,38	720		<i>Polyethylene terephthalate (PETE)</i>
		717		<i>Low-density polyethylene (LDPE)</i>
		717		<i>High-density polyethylene (HDPE)</i>
	686,66	687		<i>Nylon</i>
	671,23	687		<i>Nylon</i>

1. *Polyethylene terephthalate (PETE)*

Polimer jenis PETE banyak ditemukan pada plastik untuk kemasan makanan dan minuman seperti botol minum, botol soda, botol minyak, botol saus, wadah selai, kotak obat, hingga sisir. Jenis plastik ini hanya bisa digunakan untuk sekali pakai saja.

2. *High Density Polyethylene (HDPE)*

Polimer jenis HDPE biasanya digunakan untuk galon air minum, botol susu, botol sabun, botol deterjen, botol shampo, dan plastik kemasan tebal lainnya. Jenis plastik ini termasuk golongan plastik yang lebih tahan dan sedikit rentan terhadap korosi, memiliki tingkat kontaminasi yang kecil dari larutan kimia serta mudah didaur ulang.

3. *Low Density Polyethylene (LDPE)*

Polimer jenis LDPE biasanya digunakan sebagai kantong plastik (kresek), kantong plastik sampah, tas belanja, hingga bungkus makanan. Jenis plastik ini terbuat dari bahan yang bersifat elastis, memiliki daya tahan yang lama dan dapat digunakan berulang kali.

4. *Polyvinyl Chloride (PVC)*

Polimer jenis PVC biasanya digunakan untuk plastik untuk pipa air, ubin, kabel listrik, *wrapping*, dan mainan anak atau hewan peliharaan. Barang-barang plastik yang terbuat dari jenis ini juga disebut dengan plastik beracun, karena mengandung berbagai macam bahan kimia beracun yang dapat larut dan berbahaya bagi kesehatan.

5. *Polypropylene (PP)*

Polimer jenis PP biasanya digunakan sebagai tempat makanan ataupun minuman, botol sirup, kotak yogurt, sedotan plastik, selotip, dan tali berbahan

plastik. Barang plastik dengan simbol ini baik digunakan sebagai tempat makanan maupun minuman, karena terbuat dari *polypropylene* yang sangat kuat dan cukup aman digunakan meski pada suhu yang panas.

6. *Polystyrene* (PS)

Polimer jenis PS biasanya digunakan sebagai tempat atau minuman dan tempat makan styrofoam, tempat telur, sendok dan garpu plastik, *foam packaging* hingga bahan bangunan. Plastik ini dapat mengeluarkan *styrene* yang merupakan zat karsinogen yang dapat menyebabkan kanker.

7. *Nylon*

Polimer jenis *nylon* merupakan bahan termoplastik dan sangat halus yang dapat dicairkan serta diproses menjadi serat. Polimer ini biasanya digunakan sebagai bahan komersial di kain ataupun pakaian. Selain itu, *nylon* juga biasanya digunakan untuk bahan dasar benang pancing ataupun jaring ikan.

8. *Polycarbonate* (PC)

Polimer jenis PC merupakan bahan termoplastik yang mudah dibentuk dengan menggunakan panas yang biasanya digunakan secara luas dalam industri kimia. Plastik ini memiliki ketahanan termal lebih tinggi dibandingkan dengan jenis plastik lain, tahan terhadap benturan, dan mempunyai ciri fisik sangat bening. Polimer jenis ini biasanya digunakan untuk membuat *compact disc*, helm pengaman, kaca antipeluru, lensa lampu depan mobil, botol susu bayi, atap, kaca, dan lain sebagainya.

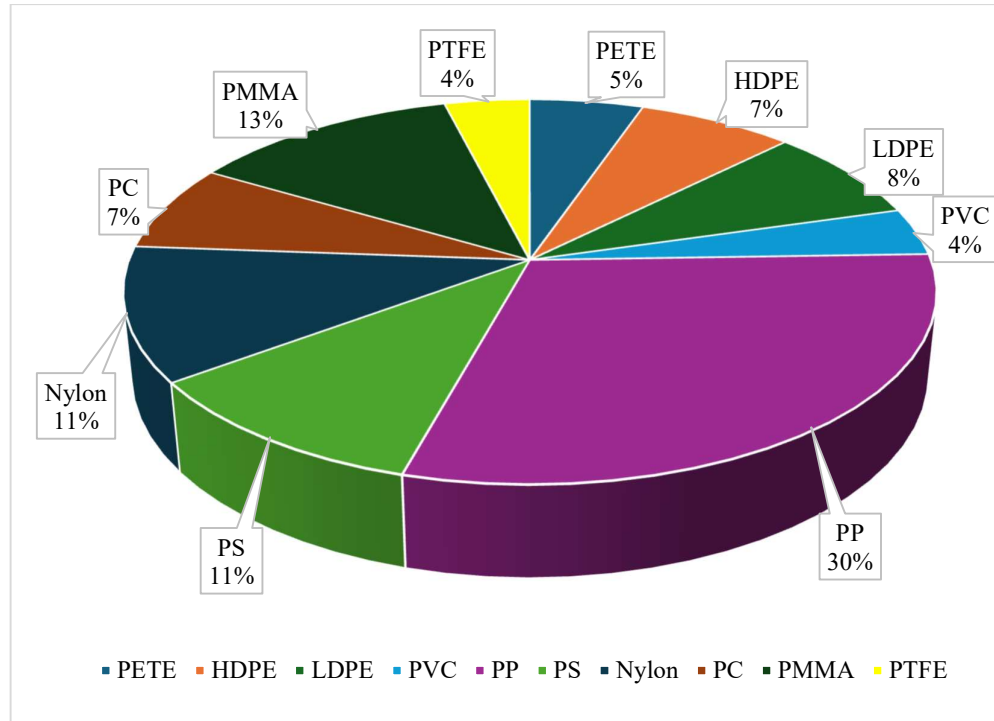
9. *Polymethyl Methacrylate* (PMMA atau akrilik)

Polimer jenis PMMA atau akrilik memiliki sifat kuat, tahan panas, transparan dan kaku. Polimer ini biasanya digunakan untuk produk interior dan dekorasi rumah seperti pajangan akrilik, cat tahan air (cat akrilik), wadah kosmetik, dan lain sebagainya.

10. *Polytetrafluorethylene* (PTFE)

Polimer jenis PTFE biasanya banyak digunakan untuk peralatan memasak seperti panci dan wajan sebagai bahan anti lengket dan komersil dan isolasi pada kabel listik (Radulovic dan Wojcinski, 2014).

Berdasarkan hasil pendugaan polimer, maka persentase total polimer yang ditemukan dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4. 35 Jenis Polimer Mikroplastik pada Ikan di Sungai Code

Hasil dari grafik tersebut menunjukkan jika polimer jenis PP merupakan polimer terbesar yaitu 30%, diikuti PMMA 13%, *nylon* dan PS masing masing sebesar 11%. Polimer terendah dari hasil pendugaan yaitu polimer jenis PVC dan PTFE yang masing masing bernilai sebesar 4%. Berdasarkan GESAMP (2015), *polyethylene* dan *polypropylene* menjadi bahan baku utama untuk kemasan produk, karena cenderung memiliki masa pakai relatif singkat, sehingga dalam waktu yang relatif cepat akan dibuang, menjadi limbah. PP juga memiliki memiliki densitas yang relatif rendah dibandingkan polimer lainnya, yaitu sebesar 0,91-0,96 g/cm³ yang menyebabkan polimer tersebut bersifat mudah terapung dan mudah terbawa oleh air (Andrady, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Liu dkk., (2021) dan Garces Ordonez dkk., (2022) juga menunjukkan dominasi PP dalam kontaminasi mikroplastik dalam berbagai ekosistem perairan. Polimer LDPE pada umumnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan wadah (*container*), tempat sampah,

nampan, tas, botol, dan lain-lain (Evode dkk., 2021). Hal ini sesuai dengan jenis sampah yang mendominasi di kawasan penelitian.

4.4. Analisis Korelasi Mikroplastik Terhadap Logam Berat Pb dan Cd

Pengujian logam berat Pb dan Cd dari sampel mikroplastik menggunakan pengujian SSA jenis GCB. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd pada Sampel Mikroplastik

Titik	Konsentrasi Logam Berat	
	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
TS1	0,002017067	0,000775795
TS2	0,004094752	0,000792533
TS7	0,011848385	0,000734214
TS8	0,001875	0,000493421
TS10	0,006319515	0,000842602

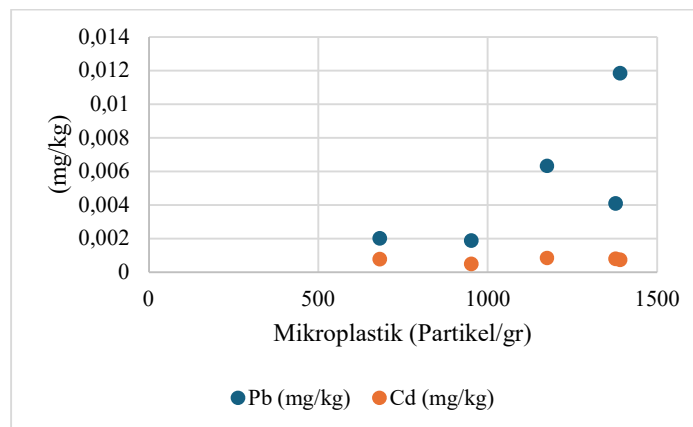
Baku mutu logam berat Pb dan Cd sesuai pada Tabel 2.1 yang dapat disimpulkan jika logam berat Pb dan Cd pada sampel mikroplastik di ikan berada di bawah baku mutu. Logam Pb memiliki rata-rata sebesar 0,005 mg/kg sedangkan Cd memiliki rata-rata sebesar 0,0007 mg/kg.

Data konsentrasi logam berat Pb dan Cd selanjutnya dilakukan analisis korelasi. Dikarenakan data tersebut terdistribusi normal, maka metode korelasi yang digunakan yaitu metode Pearson. Hasil analisis menggunakan SPSS dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9. Hasil Analisis Korelasi antara Logam Berat Pb dan Cd terhadap Kelimpahan Mikroplastik di Ikan

Parameter	Koefisien Korelasi	Sig
Pb	0,454	0,443
	Tingkat Hubungan Sedang	Tidak signifikan
Cd	0,373	0,536
	Tingkat Hubungan Rendah	Tidak signifikan

Berdasarkan hasil yang didapatkan, nilai korelasi logam berat Pb terhadap mikroplastik sebesar 0,454 dan Cd sebesar 0,373. Berdasarkan tingkat interpretasi koefisien korelasi pada Tabel 3.3., hubungan antara logam berat Pb dan mikroplastik memiliki tingkat hubungan sedang, dan hubungan antara logam berat Cd dan mikroplastik memiliki tingkat hubungan rendah. Kedua korelasi tersebut menunjukkan hubungan yang positif dan memiliki rentang signifikan $> 0,05$ yang membuktikan bahwa logam berat Pb dan Cd berkorelasi positif dan tidak mempengaruhi satu sama lain. Persebaran data antara logam berat Pb dan Cd terhadap mikroplastik dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 4. 36 Grafik Persebaran Data Logam Berat Pb dan Cd terhadap Mikroplastik

Logam berat yang ditemukan di mikroplastik dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu karena adanya zat aditif yang ditambahkan pada plastik pada saat produksi sebagai bahan pewarna dan lain sebagainya serta pengaruh dari logam berat di lingkungan sekitarnya (Brennecke dkk., 2016). Selain itu, faktor lain yang dapat menyebabkan penyerapan logam berat pada mikroplastik adalah dengan adanya pengaruh dari mikroorganisme dengan pembentukan biofilm pada permukaan mikroplastik akibat proses biogeokimia yang dimana biofilm yang terbentuk di permukaan mikroplastik dapat mempengaruhi sifat kimia dan fisika dari mikroplastik itu sendiri dan perubahan yang terjadi kemudian akan mempengaruhi penyerapan polutan-polutan kimiawi terhadap mikroplastik di lingkungan (Liu dkk., 2022).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap analisis mikroplastik dan interaksinya terhadap logam berat Pb dan Cd pada ikan di Sungai Code dapat disimpulkan.

1. Kelimpahan mikroplastik yang didapatkan menunjukkan bahwa.
 - a) Sampel dengan nilai kelimpahan tertinggi terdapat pada ikan yang berlokasi di sekitar Jembatan Gondolayu pada daerah Kota Yogyakarta yaitu sebesar 1593,69 partikel/g.
 - b) Diantara sampel organ ikan yang diuji yaitu insang, jeroan, dan daging, nilai kelimpahan mikroplastik tertinggi berada pada sampel jeroan dengan rata-rata sebesar 499,69 partikel/g, insang sebesar 431,03 partikel/gr, dan daging sebesar 47,59 partikel/g.
 - c) Ikan yang berada di keramba memiliki nilai kelimpahan tertinggi dengan rata-rata sebesar 1015,88 partikel/g, sedangkan ikan yang berada di sungai memiliki rata-rata nilai kelimpahan sebesar 953,26 partikel/g.
2. Karakteristik mikroplastik yang ditemukan adalah sebagai berikut.
 - a) Ukuran mikroplastik yang ditemukan menunjukkan bahwa ukuran terbesar berada pada sampel jeroan ikan yaitu $71404,46 \mu\text{m}^2$ dan terkecil berada pada sampel daging ikan yaitu $15,13 \mu\text{m}^2$. Adapun ukuran terkecil pada sampel jeroan ikan yaitu $51,77 \mu\text{m}^2$ dan ukuran terbesar pada daging yaitu $15185,57 \mu\text{m}^2$. Ukuran terbesar pada sampel insang ikan yaitu $30691,22 \mu\text{m}^2$ dan terkecil yaitu $27,75 \mu\text{m}^2$.
 - b) Jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan diantaranya *fragment*, *film*, *fibre*, *foam*, dan *pellet*. Jenis mikroplastik didominasi oleh jenis *fragment* yaitu sebesar 4811 partikel, kemudian didominasi juga dengan jenis *film* yaitu sebesar 2855 partikel, *fibre* sebesar 747 partikel, *pellet*

sebesar 139 partikel dan *foam* merupakan jenis mikroplastik terendah yaitu sebesar 119 partikel.

- c) Mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan didominasi oleh mikroplastik berwarna hitam yaitu sebesar 5635 partikel, warna kuning kecoklatan sebesar 2368 partikel, warna transparan sebesar 278 partikel, warna merah sebesar 176 partikel, warna biru sebesar 135 partikel, warna hijau sebesar 52 partikel, dan warna ungu sebesar 27 partikel.
 - d) Dugaan polimer yang ditemukan pada sampel ikan yaitu polimer PP, PMMA, PS, *Nylon*, LDPE, HDPE, PC, PETE, PTFE, dan PVC. Dugaan polimer tertinggi yang ditemukan yaitu berjenis PP sebesar 30%, PMMA sebesar 13%, dan PS serta *Nylon* yang masing masing bernilai sebesar 11%. Dugaan polimer terendah yaitu polimer berjenis PTFE dan PVC yang masing masing bernilai sebesar 4%.
3. Nilai korelasi logam berat Pb terhadap mikroplastik sebesar 0,454 dan Cd sebesar 0,373 yang membuktikan bahwa hubungan antara logam berat Pb dan mikroplastik memiliki tingkat hubungan sedang, dan hubungan antara logam berat Cd dan mikroplastik memiliki tingkat hubungan rendah. Kedua korelasi tersebut menunjukkan hubungan yang positif dan tidak mempengaruhi satu sama lain.

5.2. Saran

Selama penelitian dilakukan, terdapat beberapa saran yaitu sebagai berikut.

- 1. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pola budidaya ikan untuk mengetahui faktor apa saja yang akan mempengaruhi ikan-ikan tersebut dalam mengonsumsi mikroplastik.
- 2. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai mikroplastik dengan jenis sampel ikan yang sama agar dapat mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan tingginya kelimpahan pada setiap lokasi pengambilan sampel.
- 3. Pada penelitian ini, pengujian sampel tidak dilakukan pada keseluruhan sampel dan hanya perwakilan sampel. Hal tersebut disebabkan limitasi biaya ketika pengujian laboratorium. Untuk itu, perlu adanya penelitian lanjutan mengenai hubungan logam berat dan mikroplastik pada ikan di Sungai Code dengan

pengujian sampel secara keseluruhan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat dengan jumlah sampel yang dapat merepresentasikan setiap lokasi.

4. Perlu adanya perubahan ataupun penggunaan metode lain terhadap pembacaan spektrum polimer mikroplastik. Hal tersebut dikarenakan pengujian menggunakan FTIR terbilang tidak akurat karena partikel mikroplastik yang didapatkan tidak bisa terlihat secara jelas dan harus menggunakan bantuan mikroskop yang menyebabkan ketika melakukan pembacaan FTIR, keberadaan pasti mikroplastik yang akan diuji tidak dapat teruji secara tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Akter, M.S., dkk. (2024). Microplastics and heavy metals in freshwater fish species in the southwestern region of Bangladesh: An emerging concern for public health. *Emerging Contaminants*, 10. 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2024.100325>
- Alberghini, Leonardo, dkk. (2023). Microplastics in Fish and Fishery Products and Risks for Human Health: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20, 789. 1-17.
- Aldhila & Widiyanto. (2013). Kajian Kerawanan Longsor Tebing Sungai Code Daerah Istimewa Yogyakarta (Studi Kasus: Penggal Sungai code antara Banteng-Gondolayu). 1-10.
- Almira I.P. dkk. (2017). Karakteristik Mutu Wader Pari Hasil Budidaya pada Berbagai Suhu Penyimpanan. *JPHPI*, 20(1). 123-130.
- Asare, M.L. dkk. (2018). Heavy Metal Concentration in Water, Sediment and Fish Species in the Bontanga Reservoir, Ghana. *Toxicology and Environmental Health Sciences*, 10(1). 49-58.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan, SNI 7383:2009. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. Cara Uji Kimia-Bagian 5: Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan, SNI 2354.5:2011. Jakarta.
- Balqis, S.Y. (2024). Analisis Mikroplastik dan Hubungannya dengan Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Sungai Code, Yogyakarta. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Butarbutar, Rajun, Ulil A., & Rahmatul F. (2021). Analisis Cemaran Logam Berat pada Garam Konsumsi Beryodium Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 3(2). 18-22.

- Caksana, M.U. dkk. (2021). Analisis Kandungan Logam Berat Pb, Cd dan Hg pada Ikan di Pantai Samudra Indah Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 4(3). 109-118.
- Dewi H.U.N. dkk. (2005). Pemanfaatan Analisis Spasial untuk Pengolahan Data Spasial Sistem Informasi Geografi. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 9(2). 108-116.
- Dia, W.O.N.A.L., Wayan K., & Arnold K. (2021). Analisis Kandungan Mikroplastik pada Usus Ikan Tuna Mata Besar (*Thunnus obseus*) yang Didaratkan di Pelabuhan Ikan Wakatobi. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(2). 333-343. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i2.34871>
- Dinda dkk. (2023). Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap di Perairan Pangempang Muara Badak Kalimantan Timur. *Tropical Aquatic Sciences*, 2(2). 176-182. <https://doi.org/10.30872/tas.v2i2.622>
- Elvina dkk. (2022). Pengelolaan Limbah Mikroplastik pada Udang dan Ikan di Segmen Hilir Sungai Brantas. *Cakrawala Jurnal Itbang Kebijakan*, 16(2). 141-153. <http://doi.org/10.32781/cakrawala.v16i2.495>
- Erlangga dkk. (2022). Identifikasi Keberadaan Mikroplastik pada Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Kembung (*Rastrelliger sp*) di TPI Belwan. *Jurnal Kelautan*, 15(3). 206-215.
- Evi F. dkk. (2020). Perbandingan Komposisi Kimia, Asam Lemak, Asam Amino Ikan Toman (*Channa micropeltes*) dan Ikan Gabus (*Channa Striata*) dari Perairan Kalimantan Barat. *MANFISH Journal*, 1(2). 71-82.
- Fachrul, M.F. & A. Rinanti. (2018). Bioremediasi Pencemar Mikroplastik di Ekosistem Perairan Menggunakan Bakteri Indigenous. *Prosiding Seminar Nasional Kota Berkelanjutan 2018*, 1(1). 302-312. <http://dx.doi.org/10.25105/psnkb.v1i1.2910>
- Fathrizky F.S. (2022). Tinjauan Kualitas Air Sungai Code Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada Penggal Jembatan Wreksodiningrat hingga Jembatan Sayyidan. *Jurnal Teknik Sipil dan lingkungan*, 1(1). 1-23.

- Fernanda, D.A. (2021). Analisis Kandungan Mikroplastik pada Ikan di Sungai Winongo Daerah Istimewa Yogyakarta. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Gitri, dkk. (2023). Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kembung (*Rastrelliger Sp.*) di Pelabuhan Perikanan Samudera Belawan, Sumatera Utara. *PoluSea: Water and Marine Pollution Journal*, 1(1). 45-60. <https://poluseajurnal.ub.ac.id>
- Handayani dkk. (2024). Analisa Mikroplastik pada Ikan Tenggiri (*Scomberomorus sp*) di TPI Muara Angke Jakarta. *Metrik Serial Teknologi dan Sains*, 5(1). 9-17.
- Hartono, E.F., & Nur R. (2022). Klasifikasi Jenis Plastik HDPE, LDPE, Dan PS Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode *Support Vector Machine*. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 9(2). 1403-1412.
- Hasanah, Qomariah dkk. (2023). Statistical Evaluation on Water Pollution Level of Code River, Yogyakarta Based on Heavy Metals Concentrations and Sampling Locations. *Environmental and Ecology Research*, 11(4). 689-695.
- Helen A. dkk. (2020). Morfometrik, Meristik, dan Pola Pertumbuhan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus* C. V, 1840) di Perairan Sungai Kampar dan Sungai Siak, Provinsi Riau. Universitas Riau: Pekanbaru.
- Ilham Z. dkk. (2020). Logam Berat pada Hiu Tikus (*Alopias pelagicus*) dan Hiu Kejen (*Loxodon macrorhinus*) dari Pelabuhan Perikanan Samudera Lampulo, Banda Aceh. *JPHPI*, 23(1). 47-57.
- Juna dkk. (2022). Occurrence of microplastics in Fish from Mendoza River: First Insights into Plastic Pollution in the Central Andes, Argentina. *Water* 2022, 14. 1-12. <https://doi.org/10.3390/w14233905>
- Jung, M.R. dkk. (2018). Validation of ATR FT-IR to identify polymers of plastic marine debris, including those ingested by marine organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 127. 704-716. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.061>
- Juwita dkk. (2021). Mikroplastik pada Ikan Kembung (*Rastrelliger sp.*) dan Ikan Selar (*Selaroides eptolepis*) di TPI Tambak Lorok Semarang dan TPI Tawang

- Rowosari Kendal. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(3). 251-258.
DOI:10.14710/buloma.v10i3.37930
- Joseph T.M. dkk. (2024). Polyethylene terephthalate (PET) recycling: A review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9. 1-16.
<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100673>
- Kasamesiri, P., & Wipavee T. (2020). Microplastics Ingestion by Freshwater Fish in The Chi River, Thailand. *International Journal of GEOMATE*, 18. 114-119. <https://doi.org/10.21660/2020.67.9110>
- Khalid, Noreen dkk. (2021). Interactions and Effects of Microplastics with Heavy Metals in Aquatic and Terrestrial Environments. *Environmental Pollution*, 290.
- Khumairotul dkk. (2023). Analisis Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Belanak (*Moolgarda Seheli*) di Kali Remu Kota Sorong Papua Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 7(2). 101-109.
<http://ojs.umb-bungo.ac.id/index.php/SEMAHJPSP>
- Lumban dkk. (2020). Karakteristik Mikroplastik Pada Ikan Laut Konsumsi Yang Didaratkan di Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 3(2). 102.
<https://doi.org/10.24843/jmrt.2020.v03.i02.p07>
- Maghfira dkk. (2019). Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen Pantai Wisata Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Perikanan*, 21(2). 73-78. DOI 10.22146/jfs.45871
- Mainita, Y.P., & Indang D. (2024). Optimasi Konsentrasi Fe (II) pada Metode *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) untuk Identifikasi Mikroplastik *Polypropylene* (PP). *MASALIQ Jurnal Pendidikan dan Sains*, 4(1). 314-319.
<https://doi.org/10.58578/masaliq.v4i1.2518>
- Margaretha, L.S., Budijono, & Muhammad F. (2022). Identifikasi Mikroplastik pada Ikan Kapiék (*Puntius schawanafeldii*) di Waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 27(2). 235-240.
- Melati dkk. (2021). Degradasi Mikroplastik pada Ekosistem Perairan oleh Bakteri Kultur Campuran *Clostridium sp.* dan *Thiobacillus sp.* *Jurnal Penelitian dan*

Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, 6(2). 304-316.
<http://dx.doi.org/10.25105/pdk.v6i2.9536>

- Meti dkk. (2022). Presisi dan Akurasi Hasil Quality Control pada Parameter Pemeriksaan Glukosa Darah di Laboratorium Klinik Rumah Sakit X Kota Tasikmalaya. *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science*, 3(1). 27-37.
- Moore dkk. (2010). Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. *Journal of integrated coastal zone management*, 11 (1). 65-73.
- M.S., Rijal, Annisa N., & Firda I. (2021). Kontaminasi Mikroplastik (MPs) pada Ikan di Indonesia. *Prosiding Semnas Biologi ke-9 Tahun 2021*. 55-66.
- Mujalifah dkk. (2018). Kajian Morfologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam Habitat Air Tawar dan Air Payau. *BIOSAIN TROPIS (BIOSCIENCE-TROPIC)*, 3(3). 10-17.
- Nica dkk. (2016). Kandungan Logam Berat Pb, Hg, Cd, dan Cu pada Daging Ikan Rejung (*Sillago sihama*) di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. DOI: 10.17844/jphpi.2016.19.3.267
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2015). Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. US Department of Commerce. Technical Memorandum NOS-OR&R-48. July 2015.
- Nuzula, F.F. (2022). Identifikasi Kandungan Mikroplastik pada Jeroan Ikan di TPI Mina Bahari. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Palupi, F.R. (2022). Pencemaran Mikroplastik di Sungai Code, Daerah Istimewa Yogyakarta: Akumulasi Pada Ikan, Interaksi Logam Berat (Pb dan Cd), dan Penilaian Risiko Kesehatan. Skripsi. Fakultas Biologi. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.

- Palupi, Ratna, & Andrew E.P. (2022). Pengaruh Implementasi Content Management System Terhadap Kecepatan Kinerja Menggunakan One Way Anova. *Jurnal Ilmiah Informatika (JIF)*, 10(1). 74-79.
- Pangaribowo, W.S., & Dita A.R. (2023, 24 Oktober). *Sampah Yang Dibuang ke Sungai di Kota Yogyakarta Meningkat, dalam 2 Jam Bisa Dapat 4 Ton*. Diakses pada 5 Januari 2024, dari <https://yogyakarta.kompas.com/read/2023/10/24/234548478/sampah-yang-dibuang-ke-sungai-di-kota-yogyakarta-meningkat-dalam-2-jam>.
- Patrick dkk. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Correlation Coefficients in Medical Research*, 126(5). 1763-1768.
- Prabowo, N.P. (2020). Identifikasi Keberadaan dan Bentuk Mikroplastik pada Sedimen dan Ikan di Sungai Code, D.I. Yogyakarta. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Pradiptaadi, B.P.A., & Fiqih F. (2022). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 2(1). 344-352.
- Prasetyo, D. (2020). Pencemaran Mikroplastik Menggunakan *Sepia Pharaonis* di Pasar Pelelangan Ikan Muara Angke. Skripsi. Program Studi Biologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Prihandoko, Diananto, & Dedet H.S. (2021) Perbandingan Pertumbuhan Sampah Sebelum dan Saat Pandemi Covid-19. *Kacaneegara Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 5(2). 167-176.
- Raharjo, M.A. (2022). Identifikasi Kandungan Mikroplastik pada Ikan di Sungai Gajah Wong. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Rahmatia G. dkk. (2022). Karakteristik Jeroan Ikan Cakalang sebagai Skrinning Awal Bahan Baku Perangkap Lalat Rumah *Musca domestica* dan Antibakteri. *JPHPI* 25(1). 34-51. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v25i1.38555>
- Ramlah dkk. (2016). Perbandingan Kandungan Gizi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Asal Danau Mawang Kabupaten Gowa dan Danau Universitas Hasanuddin Kota Makassar, *Jurnal Biologi Makassar (BIOMA)*, 1(1). 39-46.

- Ristiyono, D.A. (2023, 31 Agustus). *Carut Marut Pengelolaan Sampah di Yogyakarta*. Diakses pada 5 Januari 2024, dari <https://news.detik.com/kolom/d-6903797/carut-marut-pengelolaan-sampah-di-yogyakarta>.
- Rizky dkk. (2020). Purifikasi dan Uji Degradasi Bakteri Mikroplastik dari Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 12(2). 29-36.
- Rofiq, A.A., & Indah K.S. (2022). Analisis Mikroplastik pada Saluran Pencernaan dan Insang Ikan di Sungai Brantas, Jawa Timur. *Environmental Pollution Journal*, 2(1). 263-272. <https://ecotonjournal.id/index.php/epj>
- Sabilillah, A.M. dkk. (2023). Health Risk Assessment and Microplastic Pollution in Streams Through Accumulation and Interaction by Heavy Metals. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 9(4). 719-740.
- Sarasita, Dara, Agung Y., & Defri Y. (2019). Kandungan Mikroplastik pada Empat Jenis Ikan Ekonomis Penting di Perairan Selat Bali. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(1). 1-12.
- Seftianingrum, Bella, Irul H., & Atiqoh Z. (2023). Identifikasi Mikroplastik pada Air, Sedimen, dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), 10(1). 68-82. DOI: 10.33059/jj.v10i1.7408
- Sri Y.W. dkk. (2022). Pengaruh Musim dan Pasang Surut Terhadap Konsentrasi Mikroplastik di Perairan Delta Sungai Wulan, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(2). 215-220. DOI:10.14710/buloma.v11i2.46329
- Suhardono, Sapta dkk., (2022). Kajian Laju Timbulan Sampah di Yogyakarta selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 6(3). 169-179.
- Sukrita P. & Prasongsom P. (2020). Microplastics: Origin, Environmental Impact, Food and Beverage Contamination and Management Methods. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 28(2). 72-80.
- Suprijanto, Jusup, Juwita L.S., & Dewi B.M. (2021). Penggunaan Fourier Transform Infrared untuk Analisis Mikroplastik pada *Loligo* sp. dan *Rastrelliger* sp. dari TPI Tambak Lorok Semarang. *Buletin Oseanografi Marina Oktober 2021*, 10(3). 291-298.

- Syachbudi. R.R. (2020). Identifikasi Keberadaan dan Bentuk Mikroplastik pada Air dan Ikan di Sungai Code, D.I. Yogyakarta. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Tarigan Y. F., Yuniarti A., & A. Wibowo N.J. (2013). Kandungan Kadmium (Cd) pada Air Sungai dan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linnaeus) di Sungai Code Kota Yogyakarta. 1-15.
- Trijoko dkk. (2016). Keanekaragaman Jenis Ikan di Sepanjang Sungai Boyong-Code. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 1. 21-29.
- Tonny dkk. (2022). Bentuk Dan Sebaran Mikroplastik Di Sedimen Dan Kolom Air Perairan Teluk Manado Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2). 336-343.
- Utami, R.T., & Indang D. (2023). Optimasi Metode Ekstraksi *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) untuk Menganalisis Mikroplastik Jenis Polistirena (PS). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3). 22987-22998.
- Utami, Wahyu. (2023). Analisis Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Embung Kali Lereng, Kabupaten Purworejo. Skripsi. Program Studi Akuakultur. Universitas Tidar: Jawa Tengah.
- Uttpal dkk. (2023). Biotechnological Methods to Remove Microplastics: A Review. *Environmental Chemistry Letters*, 21. 1787-1810. <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01552-4>
- Vandermeersch dkk. (2015). A Critical View on Microplastic Quantification in Aquatic Organisms. *Environmental Research*, 143. 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.07.016>
- Wei dkk. (2023). Assessment of Quality Control Measures in The Monitoring of Microplastic: A Critical Review. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, 35(1). 1-11. <https://doi.org/10.1080/26395940.2023.2203349>
- Yona, Defri dkk. (2020). Analisis Mikroplastik di Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Karang di Tiga Pulau Kecil dan Terluar Papua, Indonesia: Kajian Awal. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2). 495-505.
- Yudhantari dkk. (2019). Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Lemuru Protolan (*Sardinella Lemuru*) Hasil Tangkapan di Selat Bali.

Journal of Marine Research and Technology, 2(2). 48.

<https://doi.org/10.24843/jmrt.2019.v02.i02.p10>

Yuniar, R.W. (2020, 4 Juli). *Larangan Plastik di Tengah PSBB Jakarta: 'Butuh Terobosan Baru' Atur Penggunaan Plastik di Belanja Online*. Diakses pada 5 Januari 2024, dari <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-53275980>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pengambilan Sampel



Lampiran 2. Dokumentasi Sampel Ikan



TS1 – Ikan Nila



TS2 – Ikan Nila



TS3 – Ikan Nila



TS4 – Ikan Wader Pari



TS5 – Ikan Nila



TS6 – Ikan Gabus



TS7 – Ikan Nila



TS8 – Ikan Nila

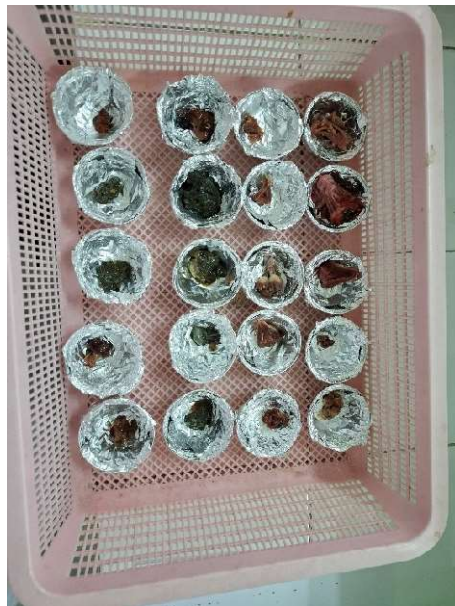


TS9 – Ikan Nila



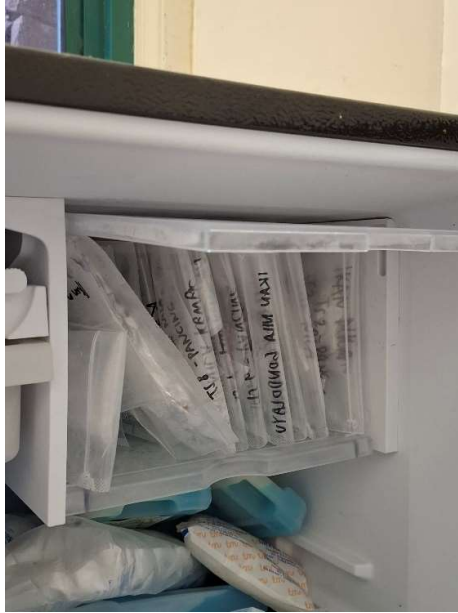
TS10 – Ikan Baung

Lampiran 3. Dokumentasi Sampel Organ Ikan (Insang, Jeroan, dan Daging)



Lampiran 4. Dokumentasi Pengujian Sampel

1) Pengujian Mikroplastik



Penyimpanan Ikan di *Freezer*



Pengambilan Sampel Organ Ikan



Penimbangan Sampel Organ Ikan



Pengeringan Sampel Organ Ikan
Menggunakan Oven



Penimbangan Berat Kering Sampel
Organ Ikan



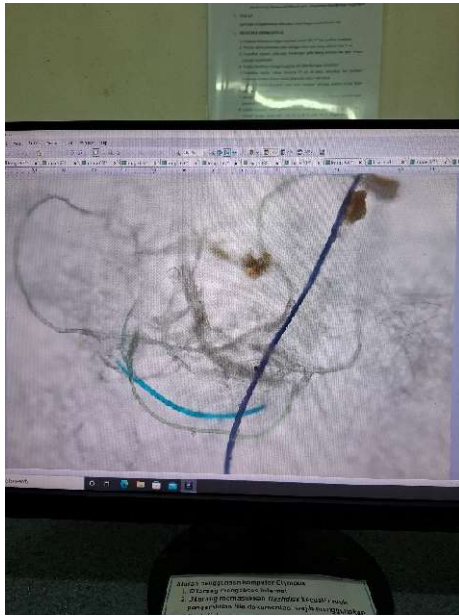
Proses WPO



Pemisahan Densitas



Penyaringan Menggunakan Kertas
Saring



Pengujian Menggunakan Mikroskop



Pengujian Menggunakan FTIR

2) Pengujian Logam Berat



Penimbangan Sampel Kertas Saring
Jeroan Ikan



Pemotongan Sampel Kertas Saring



Proses Destruksi



Proses Filtrasi



Hasil Filtrasi dalam Vial



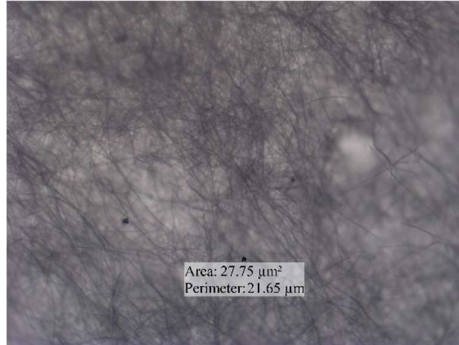
Pengujian Sampel Menggunakan SSA

Lampiran 5. Data Persentase Kadar Air Ikan di Sungai Code

Sampel	Jenis Ikan	Kadar Air (%)			Rata-Rata
		Insang	Jeroan	Daging	
TS1	Nila	68%	82%	75%	75%
TS2	Nila	46%	37%	74%	53%
TS3	Nila	66%	74%	77%	72%
TS4	Wader	92%	74%	74%	80%
TS5	Nila	78%	78%	75%	77%
TS6	Gabus	91%	90%	77%	86%
TS7	Nila	73%	66%	73%	71%
TS8	Nila	76%	78%	75%	76%
TS9	Nila	69%	82%	72%	74%
TS10	Baung	87%	86%	76%	83%

Lampiran 6. Data Pengamatan Mikroplastik

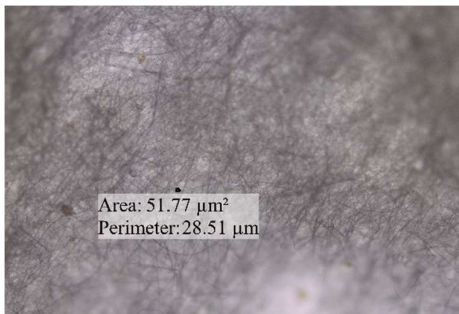
1) Ukuran Mikroplastik



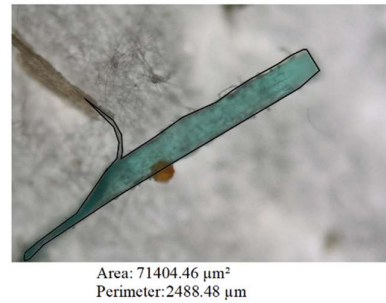
Ukuran Mikroplastik Terkecil Insang



Ukuran Mikroplastik Terbesar Insang



Ukuran Mikroplastik Terkecil Jeroan



Ukuran Mikroplastik Terbesar Jeroan



Ukuran Mikroplastik Terkecil Daging



Ukuran Mikroplastik Terbesar Daging

2) Jumlah Mikroplastik

a. Insang

Lokasi	Titik	Habitat	Jenis Ikan	Total Akhir	Rata-Rata
Sleman	TS1	Keramba	Nila	270	291
	TS2	Pancing	Nila	417	
	TS3	Keramba	Nila	358	
	TS4	Pancing	Wader	119	
Kota	TS5	Keramba	Nila	381	302
	TS6	Pancing	Gabus	155	
	TS7	Keramba	Nila	315	
	TS8	Pancing	Nila	355	
Bantul	TS9	Pancing	Nila	245	234
	TS10	Pancing	Baung	223	

b. Jeroan

Lokasi	Titik	Habitat	Jenis Ikan	Total Akhir	Rata-Rata
Sleman	TS1	Keramba	Nila	303	362
	TS2	Sungai	Nila	591	
	TS3	Keramba	Nila	393	
	TS4	Sungai	Wader	159	
Kota	TS5	Keramba	Nila	577	467
	TS6	Sungai	Gabus	184	
	TS7	Keramba	Nila	559	
	TS8	Sungai	Nila	549	
Bantul	TS9	Pancing	Nila	284	290
	TS10	Pancing	Baung	295	

c. Daging

Lokasi	Titik	Habitat	Jenis Ikan	Total Akhir	Rata-Rata
Sleman	TS1	Keramba	Nila	217	195
	TS2	Sungai	Nila	244	
	TS3	Keramba	Nila	238	
	TS4	Sungai	Wader	82	
Kota	TS5	Keramba	Nila	254	202
	TS6	Sungai	Gabus	120	
	TS7	Keramba	Nila	220	
	TS8	Sungai	Nila	214	
Bantul	TS9	Pancing	Nila	144	175
	TS10	Pancing	Baung	206	

d. Ikan

Lokasi	Titik	Habitat	Jenis Ikan	Total Akhir	Rata-Rata
Sleman	TS1	Keramba	Nila	790	848
	TS2	Sungai	Nila	1252	
	TS3	Keramba	Nila	989	
	TS4	Sungai	Wader	360	
Kota	TS5	Keramba	Nila	1212	971
	TS6	Sungai	Gabus	459	
	TS7	Keramba	Nila	1094	
	TS8	Sungai	Nila	1118	
Bantul	TS9	Pancing	Nila	673	699
	TS10	Pancing	Baung	724	

3) Kelimpahan

a. Insang

Asal	Lokasi	Titik	Kelimpahan (Partikel/g)
Keramba	Sleman	TS1	249,35
		TS3	295,04
	Kota	TS5	583,55
		TS7	649,22
Pancing	Sleman	TS2	153,26
		TS4	471,29
	Kota	TS6	650,17
		TS8	301,33
	Bantul	TS9	231,63
		TS10	725,44

b. Jeroan

Asal	Lokasi	Titik	Kelimpahan (Partikel/g)
Keramba	Sleman	TS1	391,73
		TS3	313,65
	Kota	TS5	694,93
		TS7	642,90
Pancing	Sleman	TS2	99,25
		TS4	311,40
	Kota	TS6	884,62
		TS8	606,09
	Bantul	TS9	633,93
		TS10	418,44

c. Daging

Asal	Lokasi	Titik	Kelimpahan (Partikel/g)
Keramba	Sleman	TS1	39,82
		TS3	36,21
	Kota	TS5	98,48
		TS7	68,67
Pancing	Sleman	TS2	31,83
		TS4	30,60
	Kota	TS6	58,90
		TS8	43,51
	Bantul	TS9	37,28
		TS10	30,60

d. Ikan

Asal	Lokasi	Titik	Kelimpahan (Partikel/g)
Keramba	Sleman	TS1	680,90
		TS3	644,89
	Kota	TS5	1376,96
		TS7	1360,79
Pancing	Sleman	TS2	284,34
		TS4	813,29
	Kota	TS6	1593,69
		TS8	950,93
	Bantul	TS9	902,84
		TS10	1174,48

4) Jenis dan Warna Mikroplastik

a. Insang

	Fragment	Film	Fibre	Foam	Pellet
Hitam	1209	657	216	86	41
Kuning-Coklat	149	194	34		7
Biru	18	9	33		
Merah	69	25	6		1
Hijau	24	7	5		
Ungu	2				
Transparan		33	3		10

b. Jeroan

	Fragment	Film	Fibre	Foam	Pellet
Hitam	1420	802	196	13	28
Kuning-Coklat	782	390	94	2	20
Biru	16	8	17		
Merah	27	6	11		
Hijau	7	2	4		
Ungu	14	1	7		
Transparan		20	3		4

c. Daging

	Fragment	Film	Fibre	Foam	Pellet
Hitam	570	315	51	18	13
Kuning-Coklat	446	255	24		11
Biru	25	5	5		
Merah	28	2			
Hijau	2		1		
Ungu	3				
Transparan		124	37		4

d. Ikan

	Fragment	Film	Fibre	Foam	Pellet
Hitam	3199	1774	463	117	82
Kuning-Coklat	1377	839	152	2	38
Biru	59	22	55		
Merah	124	33	17		1
Hijau	33	9	10		
Ungu	19	1	7		
Transparan		177	43		18

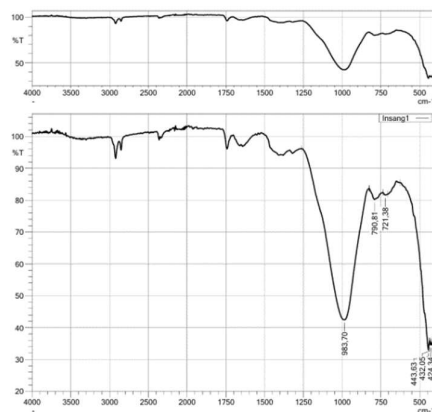
Lampiran 7. Hasil Analisis FTIR

1) Hasil Pendugaan Polimer

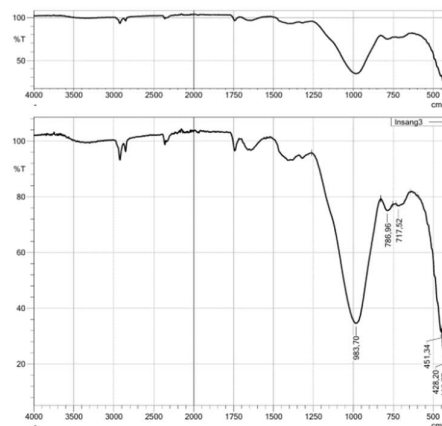
Jenis Polimer	Insang	Jeroan	Daging	Total
PETE	4		4	8
HDPE	7		4	11
LDPE	7	1	4	12
PVC	2	1	3	6
PP	11	14	20	45
PS	4	4	8	16
Nylon	5		12	17
PC	3	8		11
PMMA	7	2	10	19
PTFE	1		5	6
Total	51	30	70	151

2) Grafik FTIR

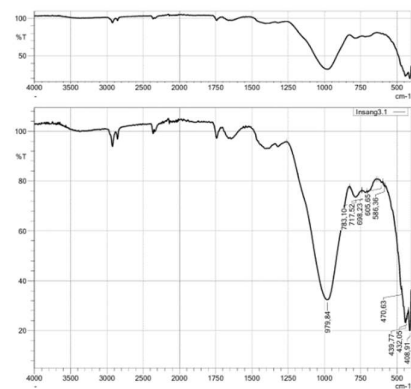
a. Insang



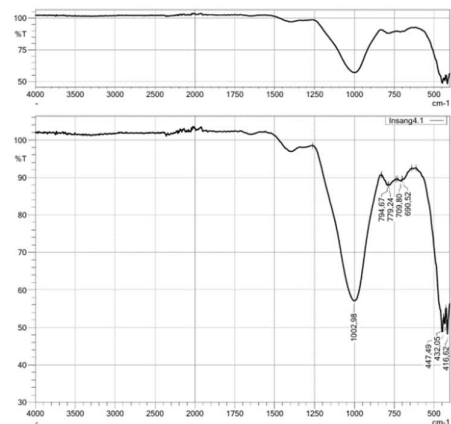
TS1



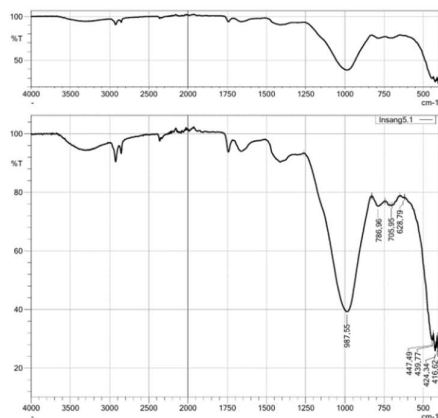
TS2



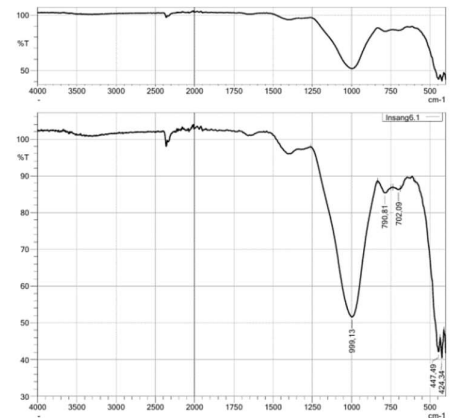
TS3



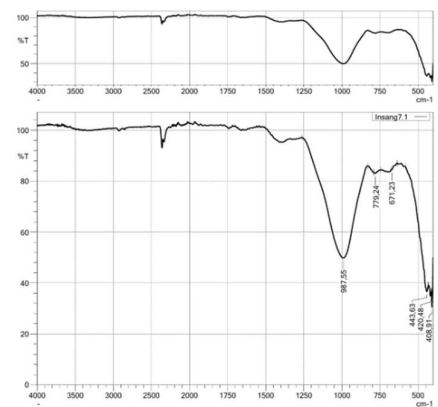
TS4



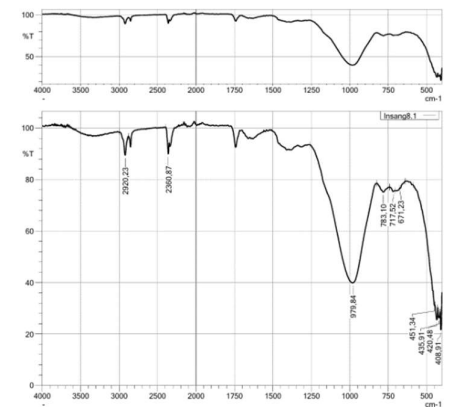
TS5



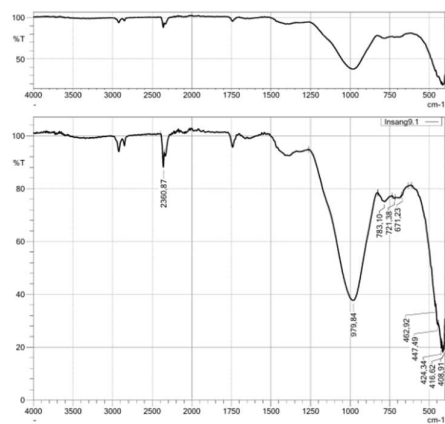
TS6



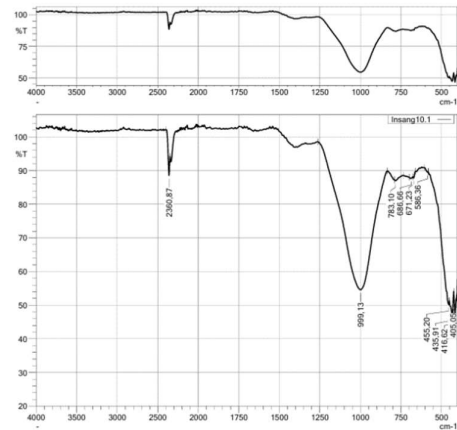
TS7



TS8

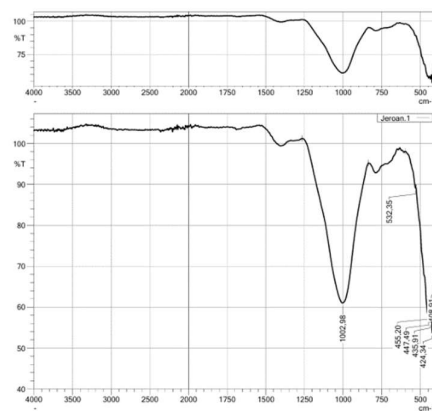


TS9

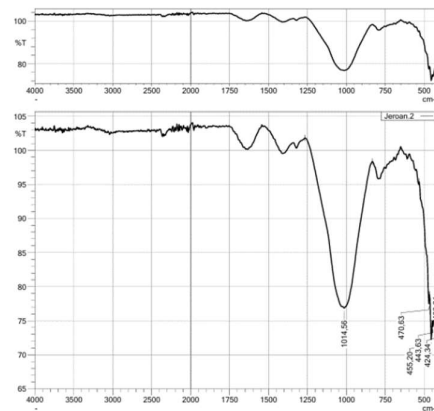


TS10

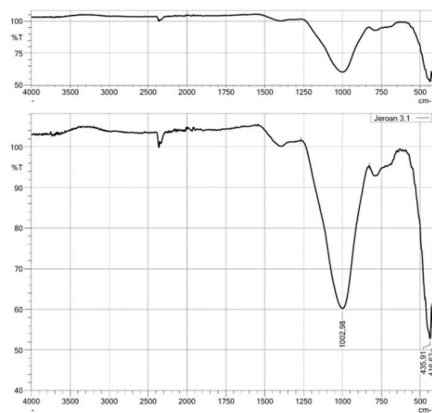
b. Jeroan



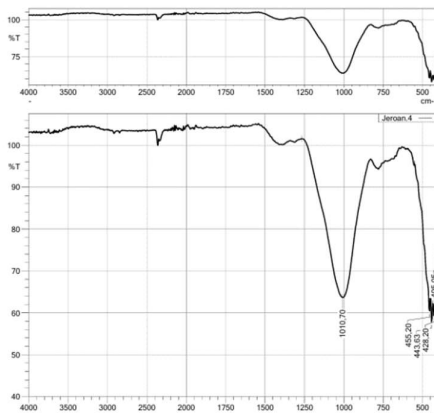
TS1



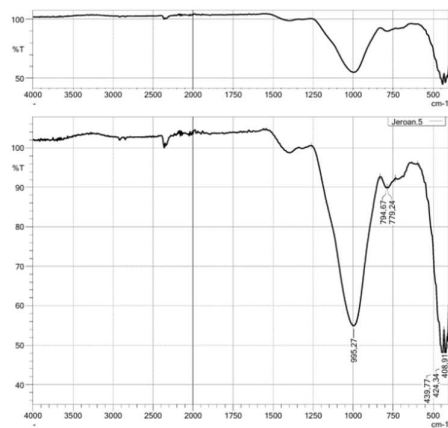
TS2



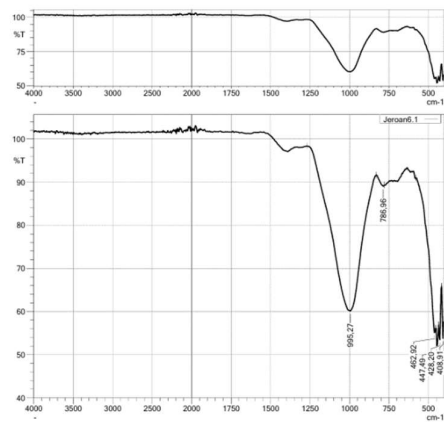
TS3



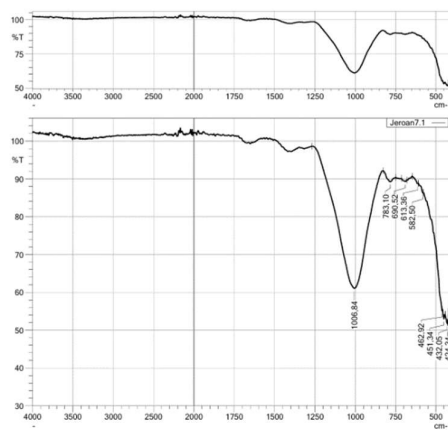
TS4



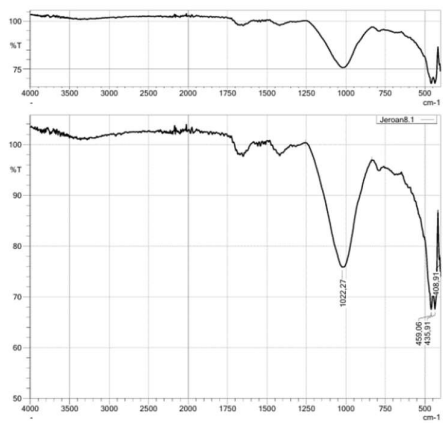
TS5



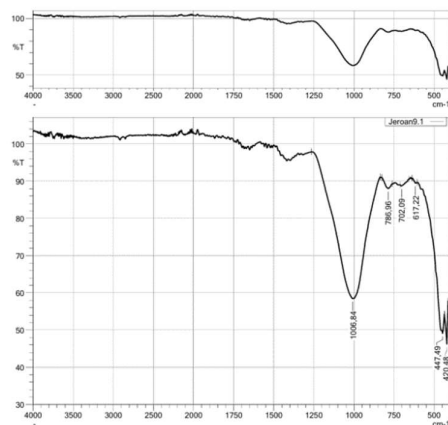
TS6



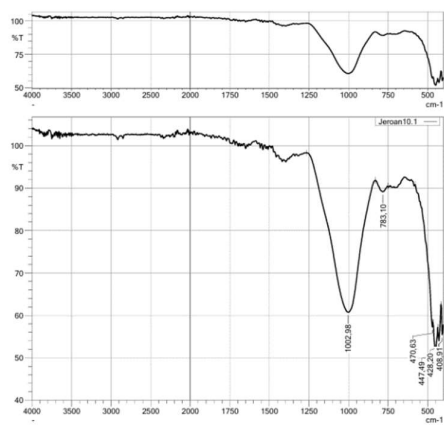
TS7



TS8

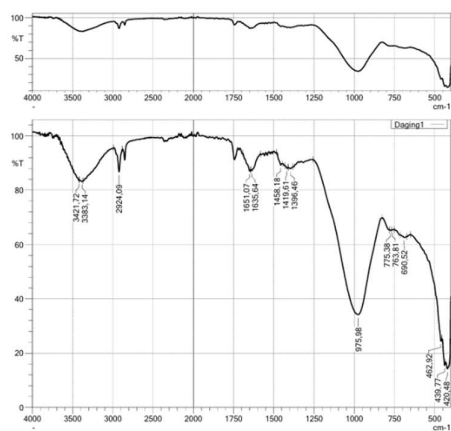


TS9

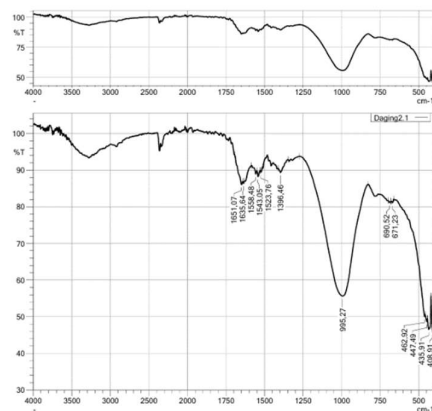


TS10

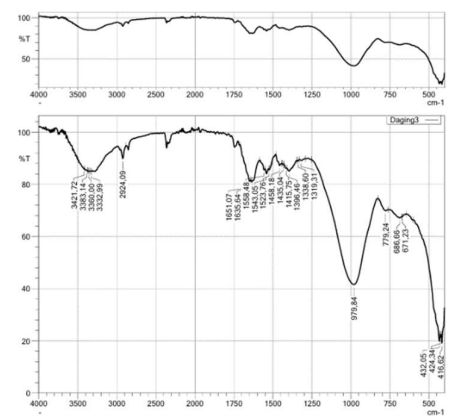
c. Daging



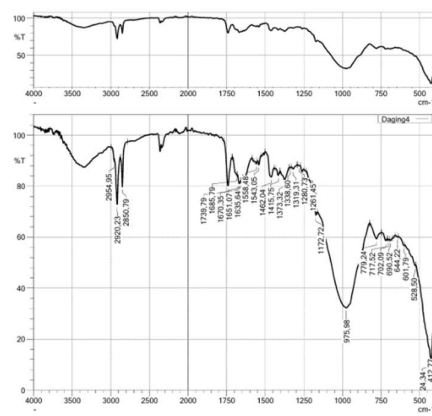
TS1



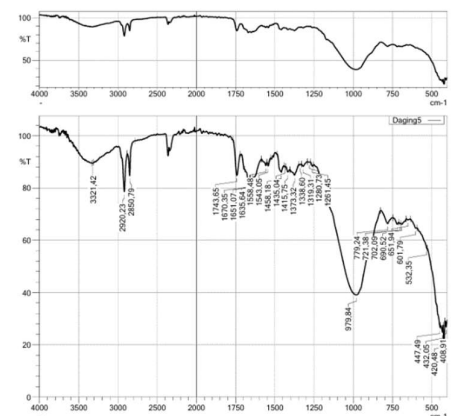
TS2



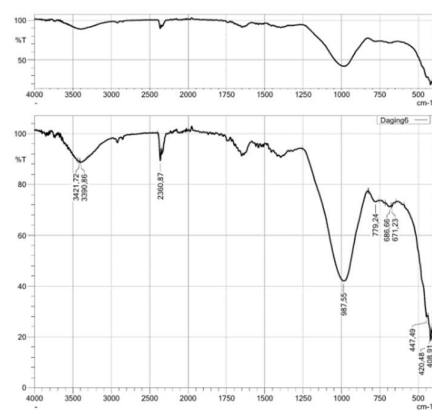
TS3



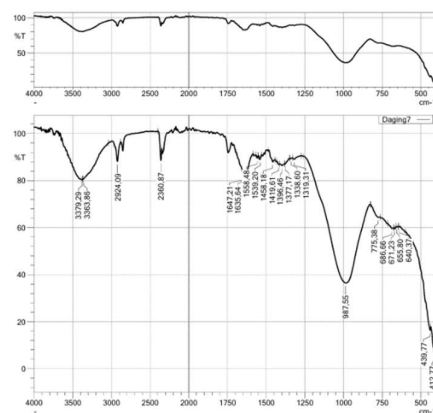
TS4



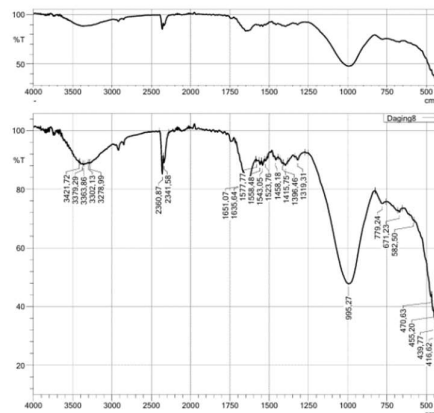
TS5



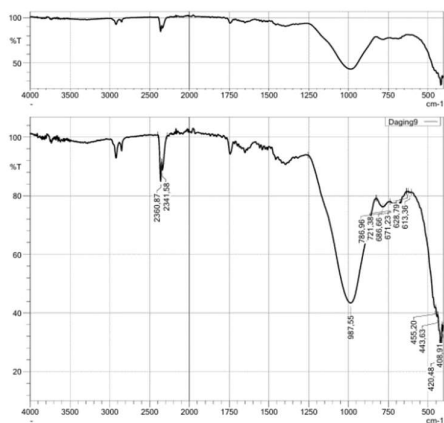
TS6



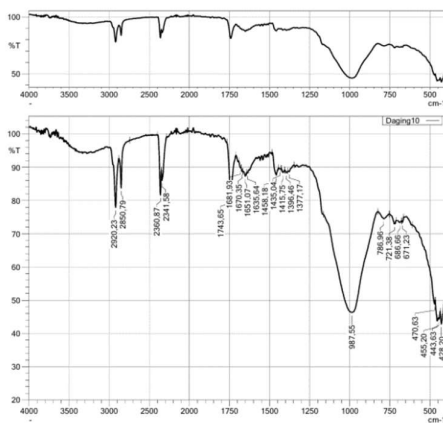
TS7



TS8



TS9



TS10

Lampiran 8. Hasil Analisis *Software* SPSS

1) Uji Perbedaan Rata-Rata

A. Daerah Pengambilan Sampel

a) Uji Normalitas

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Daerah		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelimpahan	Kabupaten Sleman	.318	4	.	.889	4	.379
	Kota Yogyakarta	.310	4	.	.914	4	.506
	Kabupaten Bantul	.260	2	.			

a. Lilliefors Significance Correction

b) Uji t

- Kabupaten Sleman – Kota Yogyakarta

Group Statistics					
Daerah	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Kelimpahan	Sleman	4	605.8550	226.24224	113.12112
	Yogyakarta	4	1320.5925	268.34415	134.17207

Independent Samples Test											
Levene's Test for Equality of Variances					t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
Kelimpahan	Equal variances assumed	.054	.824	-4.073	6	.003	.007	-714.73750	175.49511	-1144.15856	-285.31644
	Equal variances not assumed			-4.073	5.833	.003	.007	-714.73750	175.49511	-1147.15008	-282.32492

Independent Samples Effect Sizes					
		Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval	
Kelimpahan	Cohen's d	248.18756	-2.880	-4.942	-.725
	Hedges' correction	285.72408	-2.501	-4.293	-.630
	Glass's delta	268.34415	-2.664	-5.069	-.176

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

Cohen's d uses the pooled standard deviation.

Hedges' correction uses the pooled standard deviation, plus a correction factor.

Glass's delta uses the sample standard deviation of the control (i.e., the second) group.

- Kota Yogyakarta – Kabupaten Bantul

Group Statistics

	Daerah2	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Kelimpahan2	Yogyakarta	4	1320.5925	268.34415	134.17207
	Bantul	2	1038.6600	192.07849	135.82000

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances						t-test for Equality of Means		95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Kelimpahan2	Equal variances assumed	.161	.708	1.295	4	.133	.265	281.93250	217.76703	-322.68570	886.55070
	Equal variances not assumed			1.477	2.963	.119	.237	281.93250	190.91678	-329.91902	893.78402

Independent Samples Effect Sizes

		Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
Kelimpahan2	Cohen's d	251.45571	1.121	-.790	2.922
	Hedges' correction	315.15299	.895	-.630	2.331
	Glass's delta	192.07849	1.468	-1.040	3.820

- a. The denominator used in estimating the effect sizes.
 Cohen's d uses the pooled standard deviation.
 Hedges' correction uses the pooled standard deviation, plus a correction factor.
 Glass's delta uses the sample standard deviation of the control (i.e., the second) group.

- Kabupaten Sleman – Kabupaten Bantul

Group Statistics

	Daerah3	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Kelimpahan3	1.00	4	605.8550	226.24224	113.12112
	3.00	2	1038.6600	192.07849	135.82000

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances						t-test for Equality of Means		95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Kelimpahan3	Equal variances assumed	.066	.810	-2.290	4	.042	.084	-432.80500	188.96964	-957.46884	91.85884
	Equal variances not assumed			-2.449	2.472	.055	.110	-432.80500	176.75820	-1069.79609	204.18609

Independent Samples Effect Sizes

				95% Confidence Interval	
Standardizer ^a			Point Estimate	Lower	Upper
Kelimpahan3	Cohen's d	218.20335	-1.983	-4.068	.239
	Hedges' correction	273.47734	-1.583	-3.246	.191
	Glass's delta	192.07849	-2.253	-5.411	.864

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

Cohen's d uses the pooled standard deviation.

Hedges' correction uses the pooled standard deviation, plus a correction factor.

Glass's delta uses the sample standard deviation of the control (i.e., the second) group.

B. Habitat Ikan

a) Uji Normalitas

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Kelompok		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelimpahan	Keramba	.301	4	.	.761	4	.048
	Insang	.206	6	.200 [*]	.967	6	.870

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

b) Uji Mann Whitney

Ranks

		Kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kelimpahan	Keramba		4	5.50	22.00
	Insang		6	5.50	33.00
	Total		10		

Test Statistics^a

		Kelimpahan
Mann-Whitney U		12.000
Wilcoxon W		33.000
Z		.000
Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]		1.000 ^b

a. Grouping Variable: Kelompok

b. Not corrected for ties.

C. Gaya Hidup Ikan

a) Uji Normalitas

Tests of Normality							
Habitat	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			Sig.
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Kelimpahan	Permukaan	.170	8	.200*	.942	8	.631
	Dasar	.260	2	.			

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

b) Uji t

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Significance One-Sided p	Two-Sided p	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper
Kelimpahan	Equal variances assumed	.138	.720	-1.792	8	.055	.111	-507.21750	283.07044	-1159.97911 145.54411
	Equal variances not assumed			-2.059	1.869	.092	.185	-507.21750	246.33381	-1641.69146 627.25646

2) Uji Korelasi

a. Uji Normalitas

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pb	.296	5	.174	.881	5	.314
Cd	.319	5	.107	.812	5	.101
MPs	.350	5	.044	.788	5	.065

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji Korelasi Pearson

Correlations				
		Pb	Cd	MPs
Pb	Pearson Correlation	1	.572	.454
	Sig. (2-tailed)		.314	.443
	N	5	5	5
Cd	Pearson Correlation	.572	1	.373
	Sig. (2-tailed)	.314		.536
	N	5	5	5
MPs	Pearson Correlation	.454	.373	1
	Sig. (2-tailed)	.443	.536	
	N	5	5	5

Lampiran 9. Hasil Analisis SSA

Results File

D:\GBC AAS\2024\Mahasiswa\148. cd.res

Analysis

Filename

C:\Program Files\GBC Avanta Ver 2.02\Analysis1.anl

Element

Cd,

Date

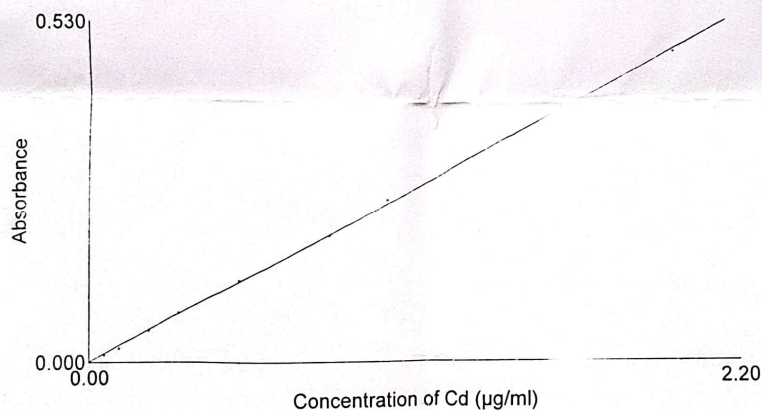
Mon Jan 20 23:13:23 2003

Full Calibration

Calibration Mode

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

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



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Sample Blank	-----	8.11	-0.0098	-0.0103 -0.0088 -0.0101
Sampel 1	0.389	1.10	0.0947	0.0955 0.0935 0.0950
Sampel 2	0.104	2.40	0.0254	0.0260 0.0254 0.0248
Sampel 3	0.072	10.73	0.0175	0.0195 0.0173 0.0157
Sampel 4	0.276	1.82	0.0671	0.0669 0.0659 0.0684
Sampel 5	0.008	HIGH	0.0020	0.0034 0.0016 0.0010
Sampel 6	0.009	7.70	0.0022	0.0020 0.0023 0.0023
Sampel 7	0.008	HIGH	0.0019	0.0016 0.0017 0.0025
Sampel 8	0.006	HIGH	0.0016	0.0018 0.0024 0.0004
Sampel 9	0.010	HIGH	0.0025	0.0012 0.0032 0.0030

Results File

D:\GBC AAS\2024\Mahasiswa\149. pb.res

Analysis

Filename

C:\Program Files\GBC Avanta Ver 2.02\Analysis1.anl

Element

Pb,

Date

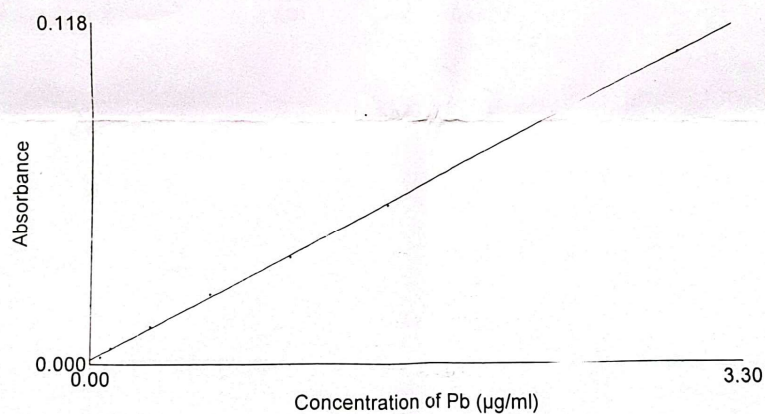
Mon Jan 20 23:19:34 2003

Full Calibration

Calibration Mode

Linear Least Squares Max Error : 0.0290 R^2 : 0.9995 R : 0.9998
 Conc = -0.0389 + 28.4804 * Abs

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



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates
Sample Blank	-----	13.40	0.0051	0.0056 0.0053 0.0043
Sample 1	0.0208	HIGH	0.0021	0.0074 0.0039 -0.0051
Sample 2	0.0465	HIGH	0.0030	0.0006 0.0024 0.0059
Sample 3	-0.1291	HIGH	-0.0032	-0.0035 -0.0023 -0.0038
Sample 4	-0.0228	HIGH	0.0006	0.0004 0.0032 -0.0020
Sample 5	-0.0750	HIGH	-0.0013	-0.0024 -0.0024 0.0009
Sample 6	0.1443	HIGH	0.0064	0.0032 0.0096 0.0064
Sample 7	0.1804	19.01	0.0077	0.0061 0.0090 0.0079
Sample 8	0.1880	14.11	0.0080	0.0067 0.0082 0.0089
Sample 9	0.0228	HIGH	0.0022	0.0038 0.0015 0.0011
Sample 10	0.0446	HIGH	0.0029	0.0010 0.0034 0.0043
Sample 11	0.0930	HIGH	0.0046	0.0078 0.0006 0.0054

Lampiran 10. Berita Acara Seminar Hasil

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Berita Acara Seminar ~~Proposal~~ Hasil Tugas Akhir

Periode : 3
Hari, Tanggal : Selasa, 10 September 2024
Nama/NIM Mhs : Nadhifur Khairunnisa /20512221
Judul Proposal : Analisis Keberadaan Mikroplastik serta keefektifannya dengan Logam Berat (Pb dan Cd) pada Ikan di Sungai Code, Yogyakarta

Berdasarkan penilaian Dosen Pembimbing dan Pengarah, maka ~~Proposal~~ Hasil Tugas Akhir Mahasiswa tersebut diatas: ditolak/diterima/diterima* dengan syarat dan revisi:

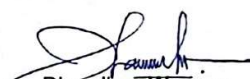
Dosen	Perbaikan
Dr. Supriah Rahmawati, S.T., M.T.	1). Penjelasan terkait foto and trapped mikroplastik 2). Penjelasan terkait pengaruh musim terkait pengambilan sampel ikan 3). Penambahan data kepributan penduduk yang mengonsumsi tangkapan kelimpahan 4). Penambahan uji Perbedaan Kruskal Wallis (Kruskal Wallis) dan Jangsi 5). Penambahan Penjelasan Kelimpahan pada sampel organ-organ ikan 6). Penambahan penjelasan terkait tingkat mitigasi dan Remediasi
Muhammad Wicakno, S.Si, M.Sc., Ph.D.	1). Penjelasan pengambilan sampel ikan 2). Penambahan grafik perbandingan kelimpahan berdasarkan jenis ikan 3). Penjelasan terkait habitat ikan dan kondisi sungai terkait pengambilan sampel yang mempengaruhi kelimpahan mikroplastik
Adnan Pur Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.	1). Penyempurnaan situm or menjadi g (gram) 2). Pada bagian kesimpulan : - Perubahan kode titik sampling menjadi nama daerah - Perubahan jumlah menjadi poin-poin 3). Penulisan sitasi pada halaman 63 4). Penulisan fibre 5). Penjelasan terkait Pengambilan sampel yang dilakukan alat kesep-kan bersama yang tidak 6). Penjelasan terkait cara mendapatkan bentuk kerang 7). Penambahan jumlah pada bagian alat dan bahan 8). Penjelasan terkait sumber ikan yaitu dari Sungai dan budidaya 9). Penulisan sitasi dan Daftar Pustaka NOAA 10). Perubahan judul pada beberapa bagian Subbab 2.4.2. Data primer 11). Penambahan dokumentasi sampel organ ikan Javan, (susu, daging) 12). Penambahan saran untuk penelitian selanjutnya terkait analisis logam berat di hap dengan jumlah sampel yang sama yang tidak kekecuaan timbangan

Dosen Pengarah dan Pembimbing:

Dosen I


(Supha R.)

Dosen II


(Dhandun Wacano ,

Dosen III


(Adam Rus Nugroho)

Lampiran 11. Daftar Hadir Mahasiswa Seminar Hasil

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Daftar Hadir Mahasiswa Seminar Proposal / Hasil/ Tugas Akhir/ KP

Periode : 1
Hari, Tanggal : Sen., 10 September 2024
Nama/NIM Mhs : N-dhifh kh-munnis / 20513221
Judul Proposal : Analisis keber-daan Mikropilistik serta keberk-itanmy. dengan logam
Bent (pb d- cd) p-d- kur & jungs Code, Yogyakarta

No.	Nama	NIM	Tanda Tangan
1.	Laitta Rizky P.	20513068	
2.	Mur Shodana Ghaisani	20513064	
3.	Aufi Dalila	20513080	
4.	M. Bambang Atayog	20513160	
5.	Jauhar S	20513258	
6.	Bekti Prasetya	20513265	
7.	Aiko Sarawaty Bradono	20513239	
8.	Rachmadio Muliara Higma	20513075	
9.	Nabila Rahman	20513199	
10.	Anf Rahmansyah	20513254	
11.	Nadhifah Wafir Zahroh	20513076	
12.	Avriastri Hayyu G	20513209	
13.	Monica Siti Nurj	20513235	
14.	Nabilla Putri Ardian	20513056	
15.	Hakim Riber	20513073	
16.	Kamilla Qurrota Aynunnissa	20513051	
17.	Tasya Amelia Mirtarari	20513057	
18.	Dwita Sari Fathina	20513025	
19.	Salma Yovita Balqis	20513222	
20.	Ismi Khinatar Karimatus Nisa	20513244	
19	Reky Yektha Riswana	20513280	
20	Putri Regina	20513285	

Dosen Pengarah

Suphira R 20/24