

**TUGAS AKHIR**  
**IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK**  
**PADA IKAN DI SUNGAI GAJAH WONG**

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



**MUHAMMAD ARDIMAS RAHARJO**  
**18513076**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2022**

**TUGAS AKHIR**  
**IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK**  
**PADA IKAN DI SUNGAI GAJAH WONG**

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



**Disusun Oleh:**

**Muhammad Ardimas Raharjo**  
**18513076**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

**Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.Sc.**  
**NIK. 185130402**  
**Tanggal: 22 Agustus 2022**

**Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.**  
**NIK. 155131313**  
**Tanggal: 22 Agustus 2022**

Mengetahui.

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



**Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.**  
**NIK. 025100406**  
**Tanggal: 25 Agustus 2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK  
PADA IKAN DI SUNGAI GAJAH WONG**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**

**Hari: Senin**

**Tanggal: 22 Agustus 2022**

**Disusun Oleh:**

**Muhammad Ardimas Raharjo**

**18513076**

**Tim Penguji:**

**Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc.**

(  )

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

(  )

**Luqman Hakim, S.T., M.Si.**

(  22/8/2022 )

## LEMBAR PERNYATAAN

Dibawah ini saya menyatakan bahwasannya:

1. Karya tulis laporan tugas akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk menyelesaikan studi akademik apapun, termasuk di Universitas Islam Indonesia dan di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis laporan tugas akhir ini merupakan penelitian saya sendiri, buah pikiran dari gagasan, rumusan saya sendiri, tanpa melibatkan pihak manapun kecuali masukan dan arahan dari dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis laporan tugas akhir ini tidak tercantum karya dan/atau pendapat dan gagasan yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali tertulis dengan jelas sebagai acuan dalam pembuatan karya tulis laporan tugas akhir dengan menuliskan nama pengarang dan dituliskan ke dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini dibuat secara sadar dengan sungguh-sungguh, apabila di hari kemudian didapatkan kesalahan dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya siap mendapatkan sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta hukuman sanksi lainnya sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 24 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Ardimas Raharjo

18513076

## PRAKATA

*Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Ikan Di Sungai Gajah Wong**. Penyusunan laporan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

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

1. Allah SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kelancaran, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
3. Dr. Suphia Rahmawati S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
4. Kedua orangtua dan saudara penulis, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, kepercayaan, dan dukungan penuh kepada semua keputusan yang telah penulis ambil selama penulisan laporan ini.
5. Seluruh dosen, staff, dan Keluarga Besar Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII. Terima kasih atas bantuan, pengajaran, dan pengalaman yang telah diberikan.
6. Seluruh staff Laboratorium Program studi Teknik Lingkungan.
7. Teman dalam proses pengerjaan laporan tugas akhir yaitu Aulia dan Aldhof.
8. Sarah Rahma Tunisa selaku teman seperjuangan yang telah membantu dalam memberikan dukungan, kekuatan, kesabaran, dan kepercayaan.
9. Teman – teman Angkatan 2018 Program Studi Teknik Lingkungan.

10. Masyarakat daerah sekitar Sungai Gajah Wong, khususnya para pemancing dan pengelola empang/ budidaya ikan yang bersedia membantu penulis untuk mendapatkan sampel ikan.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari kekurangan yang terdapat didalam laporan tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan dan keterbatasan ilmu serta pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk kemajuan penulis dan kelengkapan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak.

Yogyakarta, 24 Agustus 2022



Muhammad Ardimas Raharjo

الجامعة الإسلامية  
الابستد الاندو

## ABSTRAK

Muhammad Ardimas Raharjo. Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Ikan Di Sungai Gajah Wong. Dibimbing Oleh Elita Nurfitriyani Sulistyو, S.T., M.Sc. dan Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang berukuran kecil dan memiliki ukuran kurang dari 5 mm. Permasalahan ini timbul karena terjadi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh plastik sehingga menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan makhluk hidup dan kerusakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya kandungan mikroplastik pada ikan berdasarkan empat aspek diantaranya adalah jumlah, kelimpahan, jenis, dan warna, serta adanya perbandingan dengan data Sungai Winongo tahun 2021 dan tahun 2022. Pengambilan sampel ikan menggunakan metode membeli ikan dari hasil pemancing maupun membeli ikan yang dibudidayakan pada empang dari Sungai Gajah Wong. Analisis mikroplastik pada ikan di Sungai Gajah Wong dilakukan menggunakan metode NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) dengan teknik pengeringan sampel, Wet Peroxide Oxidation (WPO), pemisahan, densitas dan pengamatan partikel dengan mikroskop. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan pada sampel Ikan Nila, bawal, nilem, gabus, dan Red Devil di Sungai Gajah Wong yaitu berkisar 27 sampai 102 partikel dengan kelimpahan rata-rata yaitu 2,3 partikel/gram. Berdasarkan karakteristik bentuk mikroplastik ditemukan empat jenis mikroplastik pada sampel ikan yaitu granula (29%), fragmen (26%), fiber (19%), film (16%), dan foam (10%). Sedangkan berdasarkan warna mikroplastik terdapat 9 warna mikroplastik yang ditemukan yaitu transparan (18%), merah (17%), hitam (24%), biru (17%), hijau (2%), cokelat (5%), orange (7%), ungu (4%), dan kuning (6%).

**Kata Kunci:** Ikan air tawar, Mikroplastik, dan Sungai Gajah Wong.

## **ABSTRACT**

*Muhammad Ardimas Raharjo. Identification of Microplastic Content in Fish in Gajah Wong River. Supervised by Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc. dan Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.*

*Microplastics are plastic particles that are small and have a size of less than 5 mm. This problem arises because of environmental pollution caused by plastics, causing negative impacts on the health of living things and environmental damage. This study aims to identify the presence of microplastic content in fish based on four aspects including the number, abundance, type, and color, as well as a comparison with Winongo River data in 2021 and 2022. Fish sampling used the method of buying fish from anglers or buying fish, which is cultivated on the ponds of the Gajah Wong River. Microplastic analysis of fish in the Gajah Wong River was carried out using the NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) method with sample drying techniques, Wet Peroxide Oxidation (WPO), separation, density and particle observation with a microscope. Based on the results of the study, it was found that the number of microplastic particles found in samples of tilapia, pomfret, nilem, snakehead fish, and Red Devil fish in the Gajah Wong River ranged from 27 to 102 particles with an average abundance of 2.3 particles/gram. Based on the characteristics of the shape of microplastics, four types of microplastics were found in fish samples, namely granules (29%), fragments (26%), fiber (19%), films (16%), and foam (10%). Meanwhile, based on the color of microplastics, there were 9 colors of microplastics found, namely transparent (18%), red (17%), black (24%), blue (17%), green (2%), brown (5%), orange (7%), purple (4%), and yellow (6%).*

**Keywords:** *Fish, Microplastic, and Gajah Wong River.*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Mikroplastik.....	5
2.2 Mekanisme Transportasi dan Transformasi Mikroplastik .....	7
2.3 Mikroplastik Pada Ikan .....	12
2.4 Penelitian Terdahulu Pada Ikan .....	14
2.5 Spektroskopi <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	16
2.6 Kondisi Sungai Gajah Wong .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>
3.1 Prosedur Penelitian .....	19

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	21
3.3 Tata Guna Lahan .....	22
3.4 Pengumpulan Data .....	24
3.5 Analisa Data .....	27
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.....</b>	<b>28</b>
4.1 Deskripsi Lokasi Studi .....	28
4.2 Identifikasi Karakteristik Ikan .....	28
4.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis Ikan.....	42
4.4 Identifikasi dan Karakteristik Mikroplastik.....	45
4.6 Persebaran Mikroplastik .....	56
4.7 FTIR .....	59
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil penelitian terdahulu .....	14
Tabel 3.1 Tata Guna Lahan Lokasi Sampling.....	22
Tabel 4.1 Deskripsi lokasi studi pengambilan sampel ikan di Sungai Gajah Wong .....	28
Tabel 4.2 Hasil identifikasi jenis ikan di Sungai Gajah Wong .....	33
Tabel 4.3 Hasil FTIR skor kertas blanko .....	60
Tabel 4.4 Hasil FTIR sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong.....	60



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram alir mekanisme transportasi mikroplastik dan pengaruh mikroplastik pada ekosistem sungai.....	8
Gambar 2.2	Diagram alir proses bioakumulasi mikroplastik pada tubuh ikan .	13
Gambar 2.3	Grafik hasil analisa FTIR polyethylene pada jeroan ikan .....	17
Gambar 3.1	Diagram alir kerangka penelitian.....	19
Gambar 3.2	Diagram alir metode identifikasi mikroplastik pada sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong.....	20
Gambar 3.3	Peta lokasi titik sampling di Sungai Gajah Wong.....	22
Gambar 4.1	Sampel Ikan Nila yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong .....	34
Gambar 4.2	Sampel Ikan Bawal yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong .....	36
Gambar 4.3	Sampel Ikan Nilem yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong .....	37
Gambar 4.4	Sampel Ikan Gabus yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong .....	39
Gambar 4.5	Sampel Ikan Red Devil yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong .....	40
Gambar 4.6	Kadar Air Jeroan Ikan Berdasarkan Jenis Ikan di Sungai Gajah Wong.....	41
Gambar 4.7	Jumlah Partikel Mikroplastik Pada Jeroan Ikan Berdasarkan Jenis Sampel Ikan di Sungai Gajah Wong .....	43
Gambar 4.8	Kelimpahan Partikel Mikroplastik Pada Jeroan Ikan Berdasarkan Jenis Ikan di Sungai Gajah Wong .....	44
Gambar 4.9	Hasil pengamatan klasifikasi jenis mikroplastik berdasarkan bentuk yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong.....	46
Gambar 4.10	Hasil Pengamatan Identifikasi Jenis Mikroplastik Berdasarkan Bentuk Pada Tiap Jenis Ikan di Sungai Gajah Wong .....	47

Gambar 4.11	Hasil Pengamatan Identifikasi Jenis Mikroplastik Berdasarkan Bentuk Pada Tiap Titik Sampling di Sungai Gajah Wong .....	48
Gambar 4.12	Persentase jenis mikroplastik berdasarkan bentuk yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong.....	49
Gambar 4.13	Perbandingan Persentase Jenis Mikroplastik Berdasarkan Bentuk Pada Sampel Ikan Sungai Gajah Wong Dengan Sungai Winongo 2021 dan Sungai Winongo 2022 .....	51
Gambar 4.14	Hasil Pengamatan Identifikasi Warna Mikroplastik Pada Tiap Jenis Ikan di Sungai Gajah Wong .....	52
Gambar 4.15	Hasil pengamatan jumlah mikroplastik berdasarkan warna dan jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong .....	53
Gambar 4.16	Persentase warna mikroplastik yang ditemukan pada keseluruhan sampel ikan Sungai Gajah Wong .....	54
Gambar 4.17	Perbandingan Persentase Warna Mikroplastik Pada Sampel Ikan Sungai Gajah Wong dengan Sungai lainnya di Yogyakarta .....	55
Gambar 4.18	Kelimpahan partikel mikroplastik yang terkandung pada masing-masing sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong berdasarkan segmentasi zona .....	56
Gambar 4. 19	Persebaran jenis mikroplastik yang terkandung di sampel jeroan ikan Sungai Gajah Wong pada zona hulu, zona tengah, dan zona hilir .....	57
Gambar 4. 20	Persebaran warna mikroplastik yang terkandung di sampel jeroan ikan Sungai Gajah Wong pada zona hulu, zona tengah, dan zona hilir .....	58

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah berbahaya yang tersebar dari darat ke lautan dimana sekitar 60 sampai 80% sampah plastik dari daratan berkontribusi mencemari lautan (Sarasita dkk, 2020). Kontribusi pencemaran limbah plastik ke laut pada negara Indonesia mencapai besaran 0,48 sampai 1,29 juta metrik ton plastik per tahun (Harpah dkk, 2020). Tingginya kontribusi pencemaran limbah plastik disebabkan karena banyaknya penggunaan plastik yang digunakan untuk keperluan rumah tangga. Penggunaan plastik disebabkan karena memiliki sifat yang kuat, ringan dan dapat bertahan dalam pemakaian dengan kurun waktu yang lama. Sifat plastik tersebut disebabkan karena plastik terdiri dari bahan komponen zat aditif dan bahan sintesis polimer yang meliputi rantai panjang karbon, hidrogen, dan atom-atom seperti polietilena, polipropilena, polivinil klorida, dan polistirena (Hasibuan, 2021). Limbah plastik tersebut kemudian mencemari laut melalui aliran sungai. Polimer plastik yang memiliki ukuran kurang dari 5 mm disebut mikroplastik. Mikroplastik yang terdapat pada sungai akan berpotensi termakan oleh ikan. Mikroplastik dapat tertelan oleh ikan karena ukurannya yang kecil sehingga seperti jenis makanan ikan atau secara tidak langsung telah tertelan oleh mangsa ikan dan masuk ke dalam rantai makanan. Kontaminasi mikroplastik pada ikan dapat terlihat dengan analisa organ tubuh ikan seperti insang, saluran pencernaan, maupun lambung (Yona dkk, 2020).

Dampak dari pencemaran mikroplastik yaitu dapat menyebabkan metabolisme makhluk hidup di air terganggu. Dampak lain yaitu mikroplastik yang tertelan oleh organisme air maka akan masuk ke rantai makanan yang jika manusia mengkonsumsinya akan menyebabkan gangguan kesehatan (Hanif dkk, 2021). Oleh sebab itu identifikasi mikroplastik pada ikan di Sungai Gajah Wong perlu dilakukan untuk menghindari konsekuensi terpaparnya mikroplastik melalui ikan yang dikonsumsi manusia. Penelitian yang dilakukan Sulistyio dkk (2020) di Sungai

Code, Yogyakarta pada sampel ikan menggunakan metode *National Oceanic and Atmosphere Administration* (NOAA). Pengujian sampel ikan dilakukan pada bagian jeroan dengan analisis WPO, *density separation*, dan uji mikroskop. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan bahwa pada semua jenis ikan yang diteliti telah terkontaminasi mikroplastik dan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan yaitu mikroplastik fiber, film, pellet, dan fragmen dengan warna yang dominan adalah warna biru. Jumlah total mikroplastik yang ditemukan dalam ikan di Sungai Code, Yogyakarta yaitu 11.205 partikel/gram.

Ikan yang terdapat di Sungai Gajah Wong banyak dikonsumsi oleh masyarakat sekitar Sungai Gajah Wong dan dijual-belikan di pasar, apabila ikan mengandung mikroplastik yang tinggi maka akan mengakibatkan dampak yang buruk bagi kesehatan. Oleh sebab itu perlu adanya penelitian yang lebih lanjut untuk membuktikan keberadaan mikroplastik yang terdapat pada ikan di Sungai Gajah Wong. Penelitian tersebut berupa identifikasi mikroplastik pada ikan di Sungai Gajah Wong sehingga dapat diketahui bahwa ikan tersebut aman atau tidak untuk dikonsumsi. Apabila kadar mikroplastik yang ditemukan pada ikan tinggi maka kita dapat melakukan antisipasi lebih dini sebelum biota di Sungai Gajah Wong habis akibat mikroplastik. Identifikasi mikroplastik pada ikan di beberapa titik Sungai Gajah Wong juga dapat mengetahui persebaran mikroplastik di aliran sungai tersebut dan dapat melakukan pencegahan sebelum ikan tersebut dikonsumsi oleh manusia.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari latar belakang penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik mikroplastik (fisik dan kimia) yang terdapat pada jeroan ikan di Sungai Gajah Wong?
2. Bagaimana senyawa kimia mikroplastik yang terdapat pada jeroan ikan di Sungai Gajah Wong?

### **1.3 Tujuan**

Dengan rumusan masalah yang ada, tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengidentifikasi karakteristik mikroplastik (fisik dan kimia) yang terdapat pada jeroan ikan di Sungai Gajah Wong.
2. Mengetahui senyawa kimia mikroplastik yang terdapat pada jeroan ikan di Sungai Gajah Wong.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini meliputi:

1. Bagi masyarakat yaitu dapat digunakan sebagai salah satu informasi tentang dampak pencemaran lingkungan dan sumber informasi dalam memilih makanan yang layak dikonsumsi.
2. Bagi peneliti lain yaitu dapat digunakan sebagai informasi dan bahan pertimbangan untuk penelitian lebih lanjut di bidang mikroplastik dan lingkungan.
3. Bagi pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta, Badan Pengawas Lingkungan Hidup, dan Balai Besar Wilayah Sungai Gajah Wong yaitu dapat digunakan sebagai informasi dan bahan pertimbangan untuk dasar penetapan kebijakan atau dasar hukum dalam penanggulangan pencemaran atau kerusakan lingkungan serta masukan dalam pengelolaan lingkungan Sungai Gajah Wong.

### **1.5 Ruang Lingkup**

1. Ruang Lingkup Materi

Penelitian ini membahas tentang kandungan mikroplastik yang meliputi jumlah, bentuk, dan warna mikroplastik yang ditemukan pada jeroan ikan di Sungai Gajah Wong dengan menggunakan metode NOAA (*National Oceanic and Atmosphere Administration*). Penelitian ini juga membahas senyawa kimia berupa polimer plastik yang ditemukan pada



jeroan sampel ikan di Sungai Gajah Wong menggunakan metode FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).

## 2. Ruang Lingkup Tempat dan Waktu Penelitian

Wilayah penelitian difokuskan pada 6 titik Sungai Gajah Wong yang ada di Yogyakarta yang meliputi Jembatan Tanen, Jembatan Jalan Pakem-Turi 23, Jembatan Pringgolayan, Jembatan Prenggan Warungboto, Jembatan Mrican Giwangan, dan Jembatan Kanggotan. Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan terhitung dari bulan Maret 2022 sampai Mei 2022.

## 3. Ruang Lingkup Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada 6 titik Sungai Gajah Wong, Yogyakarta. Sampel ikan pada titik 1 dan titik 2 didapatkan dari ikan yang dibudidayakan pada empang, sedangkan pada titik 3, titik 4, titik 5, dan titik 6 dilakukan pemancingan langsung di sungai. Mikroplastik diidentifikasi menggunakan metode NOAA (*National Oceanic and Atmosphere Administration*) meliputi uji WPO, *density separation*, dan uji mikroskop, serta uji FTIR.

## 4. Ruang Lingkup Pengujian Sampel

Pengujian sampel ikan dilakukan pada bagian jeroan ikan. Pengujian sampel pada penelitian difokuskan pada karakteristik morfologi mikroplastik yang meliputi jumlah partikel, bentuk (fiber, fragmen, film, foam, dan granula), dan warna (transparan, merah, hitam, biru, hijau, coklat, orange, ungu, dan kuning). Sampel juga dianalisis menggunakan metode FTIR untuk mengetahui senyawa kimia yang terkandung pada sampel jeroan ikan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Mikroplastik**

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang terdiri dari komponen-komponen zat aditif dan sintesis polimer yang berukuran kecil dan memiliki ukuran kurang dari 5 mm (Hanif dkk, 2021). Keberadaan mikroplastik pertama kali diidentifikasi pada tahun 1970. Mikroplastik memiliki sifat yang mudah bertransportasi baik melalui udara ataupun air, sehingga keberadaan mikroplastik dapat ditemukan pada lingkungan meliputi udara, tanah, air tawar, dan air laut (Mai, 2018). Karakteristik mikroplastik tidak dapat dilihat secara langsung oleh mata karena ukurannya yang sangat kecil. Keberadaan mikroplastik di lingkungan perlu diperhatikan karena mikroplastik memiliki bahan dasar yang berbahaya dan memiliki kemampuan menyerap senyawa hidrofobik beracun dari lingkungan ke permukaan (Manalu, 2017).

Jenis mikroplastik berdasarkan sumbernya dapat dibedakan sebagai mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer adalah hasil produksi plastik yang dibuat dalam bentuk mikro, seperti *microbeads* yang ditemukan pada produk perawatan kulit dan serat dari pakaian yang masuk ke dalam saluran air. Mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang bersumber dari hasil fragmentasi makro plastik di lingkungan oleh sinar UV selama beberapa waktu. Sumber mikroplastik sekunder dapat berupa hasil fragmentasi dari botol plastik, plastik kemasan, kantong plastik, tali pancingan, dan sebagainya yang berada di lingkungan (Hanif dkk, 2021).

Keberadaan mikroplastik sekunder pada sungai dipengaruhi oleh keberadaan jenis plastik yang terakumulasi di sekitar aliran sungai. Berdasarkan sifatnya, plastik dibagi menjadi 3 kategori yaitu *thermoplastic*, *thermosetting* dan *elastomer*. Kategori *thermoplastic* merupakan bahan plastik yang apabila diberikan suhu tinggi maka bahan plastik akan mencair dan mudah dibentuk, contohnya

seperti *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polyvinyl chloride* (PVC) dan *polystyrene* (PS). Kategori *thermosetting* merupakan bahan plastik yang sudah dipadatkan dan tidak dapat dicairkan kembali ketika diberi suhu tinggi, contohnya seperti *epoxy resin*, *polyurethane* (PU), *polyester resin*, dan *bakalite*. Kategori *elastomer* merupakan plastik yang wujudnya dapat kembali ke wujud awal setelah ditarik, contohnya seperti karet dan *neoprene* (Lusher dkk., 2017).

Ukuran partikel mikroplastik pada umumnya memiliki ukuran minimal 300  $\mu\text{m}^3$ . Ukuran mikroplastik selanjutnya dapat dibedakan menjadi besar (1-5 mm) dan kecil (<1 mm). Salah satu faktor yang mempengaruhi ukuran mikroplastik yaitu waktu proses degradasi mikroplastik. Semakin lama waktu yang dibutuhkan maka ukuran mikroplastik akan semakin kecil. Ukuran mikroplastik juga dapat dipengaruhi oleh faktor radiasi sinar UV dan gelombang laut yang kuat (Hanif dkk, 2021).

Mikroplastik berdasarkan bentuknya dapat dibedakan menjadi 5 macam yaitu fragment, fiber, film, granula, dan foam. Keberadaan mikroplastik fragment dapat berasal dari penggunaan barang dari plastik yang keras seperti peralatan rumah tangga. Sedangkan sisa pencucian pakaian atau alat tangkap ikan merupakan bentuk mikroplastik fiber. Pada umumnya, bentuk mikroplastik film berasal dari penggunaan plastik yang tidak di daur ulang dengan baik seperti kantong, botol, dan sebagainya. Keberadaan mikroplastik granula berasal dari mikroplastik primer, contohnya pada produk kosmetik yaitu scrub. Sedangkan, pelapis kapal dengan ciri memiliki struktur berongga dapat merupakan mikroplastik berbentuk foam (Hanif dkk, 2021).

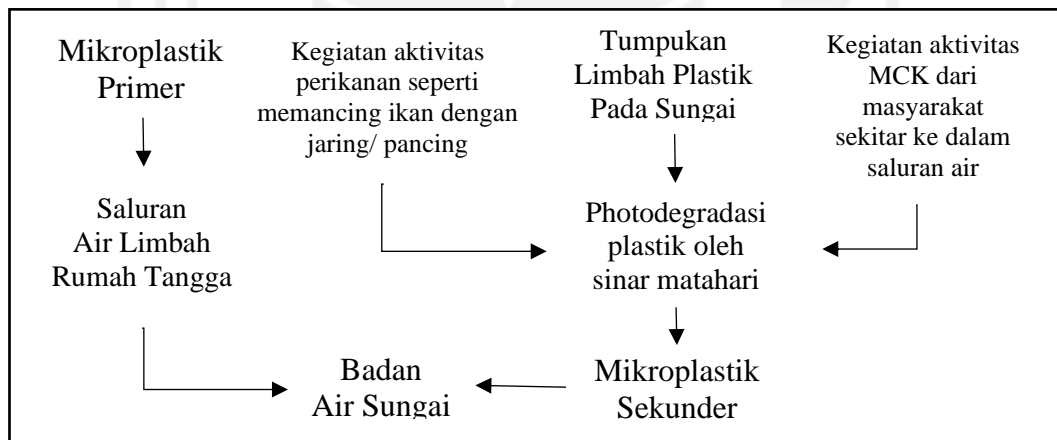
Warna mikroplastik pada umumnya adalah transparan, merah, hitam, biru, hijau, cokelat, orange, ungu, dan kuning. Faktor yang mempengaruhi perbedaan warna tersebut yaitu lamanya paparan sinar matahari yang terhadap mikroplastik dimana semakin lama paparan terjadi maka proses oksidasi semakin lama dan akibatnya terjadi perubahan warna pada mikroplastik (Azizah dkk, 2020). Oleh sebab itu, indeks *photodegradasi* dari warna mikroplastik dapat digunakan sebagai penentu berapa lama mikroplastik itu berada di perairan, semakin lama plastik

berada terombang-ambing di perairan maka warna dari plastik tersebut akan mengalami degradasi warna (Hidalgo dkk, 2012).

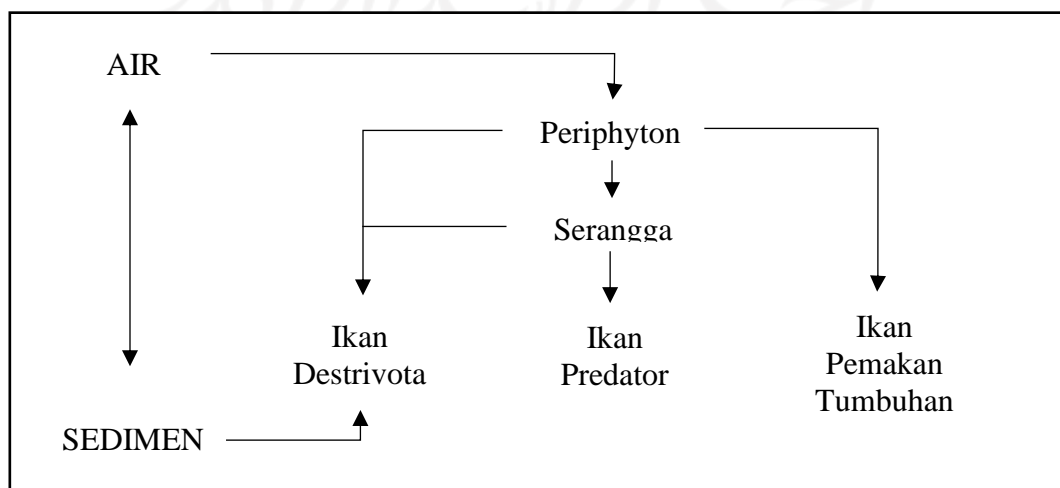
## 2.2 Mekanisme Transportasi dan Transformasi Mikroplastik

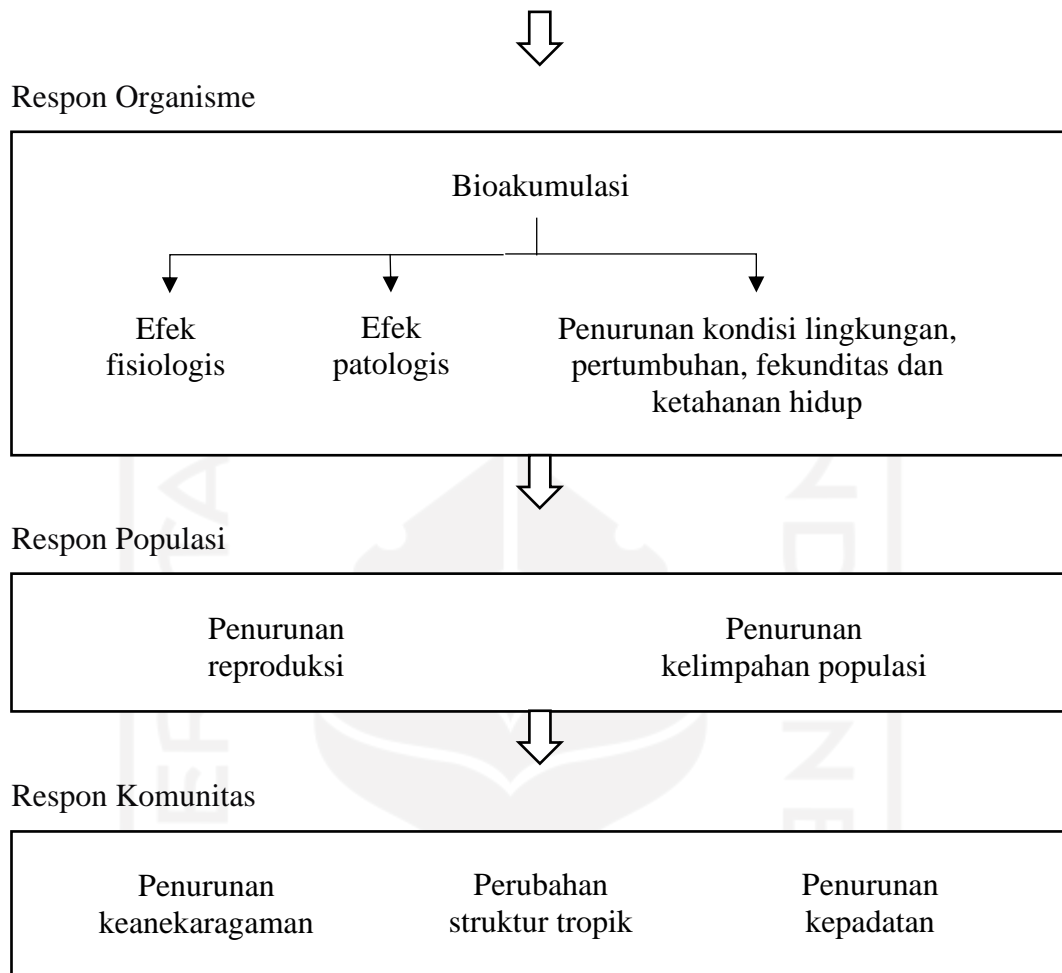
Mikroplastik merupakan polutan yang memiliki sifat yang mudah bertransportasi baik melalui udara ataupun air pada lingkungan. Keberadaan mikroplastik dapat bersumber dari mikroplastik primer ataupun mikroplastik sekunder. Mikroplastik yang terdapat pada lingkungan dapat berbahaya karena memiliki kemampuan menyerap senyawa beracun. Ukuran mikroplastik yang kecil pada lingkungan dapat masuk ke dalam rantai makanan sehingga menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan (Victoria, 2016). Diagram alir mekanisme transportasi mikroplastik dan pengaruh mikroplastik pada ekosistem sungai dapat dilihat pada Gambar 2.1.

### Sumber Mikroplastik



### Kondisi Mikroplastik di Lingkungan Air Sungai





**Gambar 2.1** Diagram alir mekanisme transportasi mikroplastik dan pengaruh mikroplastik pada ekosistem sungai

(Puspitasari, 2007)

Mikroplastik dapat masuk ke air dan sedimen, serta dapat mempengaruhi rantai makanan. Respon yang timbul akan bermacam-macam, dari tingkat organisme contohnya adalah efek fisiologis, patologis, penurunan kondisi lingkungan, pertumbuhan, fekunditas dan ketahanan hidup. Pada tingkat populasi dapat menimbulkan penurunan kelimpahan dan reproduksi. Pada tingkat komunitas, dapat menimbulkan penurunan keanekaragaman dan kepadatan serta perubahan struktur tropik. Respon tersebut terjadi pada ekosistem sungai melalui beberapa tahapan yang meliputi biokonsentrasi, bioakumulasi, dan biomagnifikasi (Puspitasari, 2007).

Biokonsentrasi mikroplastik merupakan kondisi peningkatan konsentrasi mikroplastik di lingkungan. Organisme yang mengalami pemaparan mikroplastik terus menerus akan mengalami bioakumulasi. Bioakumulasi merupakan proses penumpukan mikroplastik dalam tubuh organisme, sehingga konsentrasinya lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi mikroplastik pada lingkungan. Penyebab terjadinya bioakumulasi dikarenakan penyerapan mikroplastik tersebut lebih cepat daripada proses metabolisme dan ekskresi tubuh organisme, sehingga mikroplastik ini akan terakumulasi di dalam tubuh. Kondisi bioakumulasi yang terus berlanjut akan menyebabkan terjadinya biomagnifikasi. Biomagnifikasi merupakan kondisi terjadinya peningkatan kadar mikroplastik seiring peningkatan level trofik pada rantai makanan (Puspitasari, 2007).

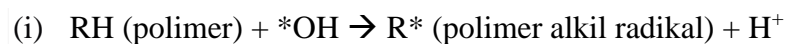
Mikroplastik baik yang berasal dari mikroplastik primer maupun sekunder dapat mencemari lingkungan sungai. Sungai yang telah tercemar mikroplastik merupakan kondisi biokonsentrasi mikroplastik pada lingkungan sungai. Mikroplastik yang berada di lingkungan akan tertelan oleh konsumen pada trofik paling bawah seperti zooplankton. Penumpukan mikroplastik pada jaringan tubuh organisme tersebut secara terus menerus dapat menyebabkan kondisi konsentrasi mikroplastik pada tubuh organisme menjadi lebih tinggi dibandingkan konsentrasi mikroplastik pada lingkungan sekitar. Kemudian, organisme konsumen dengan trofik yang lebih tinggi seperti ikan akan memakan zooplankton tersebut dan mengkonsumsi sejumlah mikroplastik yang terakumulasi dari tingkat trofik di bawahnya. Jika organisme mengandung kontaminan mikroplastik maka kontaminan mikroplastik akan diambil oleh konsumen pada trofik di atasnya. Padahal kontaminan dapat masuk tidak hanya yang diperoleh dari makanan tetapi juga dapat berasal dari sistem pernapasan oleh tubuh organisme itu sendiri. Kondisi tersebut merupakan kondisi biomagnifikasi mikroplastik yang dapat terjadi di lingkungan. Fenomena biomagnifikasi ini berimplikasi pada manusia karena manusia menduduki posisi puncak tingkat trofik pada hampir semua rantai makanan dalam ekosistem.

Gangguan kesehatan pada manusia dapat menjadi dampak dari masuknya mikroplastik ke dalam rantai makanan. Hal ini disebabkan karena mikroplastik

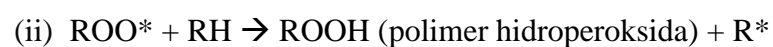
memiliki sifat yang dapat menyerap atau mengabsorpsi senyawa kimia berbahaya yang ada di lingkungan. Senyawa kimia tersebut dapat bersifat beracun dan jika terabsorpsi pada mikroplastik yang kemudian terakumulasi dan masuk ke rantai makanan dapat menyebabkan keracunan (Zong dkk, 2021). Kemampuan mikroplastik yang dapat menyerap polutan menyebabkan karakteristik seperti warna mikroplastik dapat berubah (Hiwari, 2019).

Mikroplastik yang terdapat pada sungai dapat berasal dari limbah plastik. Transformasi plastik menjadi mikroplastik disebabkan karena adanya proses degradasi. Polimer mengalami degradasi ketika terkena cahaya, panas, kelembaban, udara, dan katalis. Safaat (2020) menyatakan bahwa proses degradasi terdiri dari empat tahap, yaitu inisiasi reaksi degradasi, propagasi, percabangan, dan terminasi. Proses inisiasi dapat dimulai dengan tiga cara, yakni menggunakan UV secara langsung, melalui photosensitizer, dan katalis.

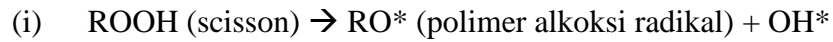
- 1) Inisiasi Reaksi Degradasi merupakan proses pemecahan homolitik suatu molekul sehingga membentuk elektron tak berpasangan yang bersifat reaktif. Radikal hidroksil dan superoksida yang dihasilkan dari katalis memulai degradasi pada titik-titik lemah (seperti gugus kromoforik) dari rantai polimer panjang untuk menghasilkan radikal polimer, diikuti dengan pemecahan rantai, percabangan, ikatan silang dan oksidasi.



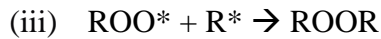
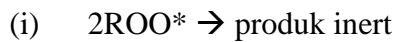
- 2) Propagasi Rantai merupakan proses pembentukan radikal baru. Radikal peroksida dibentuk dengan penggabungan oksigen, diikuti oleh pelepasan atom hidrogen dari rantai polimer untuk membentuk gugus hidroperoksida. Gugus hidroperoksida adalah produk teroksidasi yang mengatur laju degradasi fotokatalitik. Disosiasi (pemecahan) akan menghasilkan radikal alkoksi yang mengalami reaksi pemecahan kembali menghasilkan spesies mengandung karbonil dan kelompok vinil.



3) Percabangan merupakan proses yang mengarah pada pembentukan senyawa molekul rendah seperti asam karboksilat, ester, alkohol, dll, yang kemudian menyebabkan retakan mikro di dalam polimer.



4) Terminasi merupakan proses dimana radikal bebas reaktif bergabung bersama membentuk ikatan kovalen, dan secara efektif mengakhiri proses reaksi rantai dan menghasilkan senyawa yang stabil. Polimer menjadi tidak berwarna awal, diikuti menguning atau gelap pada akhirnya. Oksidasi lebih lanjut (ROS) dapat membentuk mineralisasi sempurna untuk menghasilkan karbon dioksida dan air seperti yang dijelaskan di bawah ini :



Plastik yang terdegradasi oleh sinar UV dari matahari dalam jangka waktu tertentu akan berubah menjadi partikel yang lebih kecil berupa mikroplastik. Plastik yang berada di permukaan air akan lebih cepat terdegradasi karena terpapar radiasi sinar ultraviolet dari matahari. Pergerakan partikel plastik secara vertikal mungkin terjadi karena tumbuhan atau alga yang menempel di permukaan plastik tersebut, sehingga plastik menjadi lebih berat dan berada di bawah permukaan. Ketika sudah berada di sedimen, plastik akan lebih sulit terdegradasi dan memperbesar kemungkinan dikonsumsi oleh organisme, terutama organisme bentik (Anggiani, 2020).

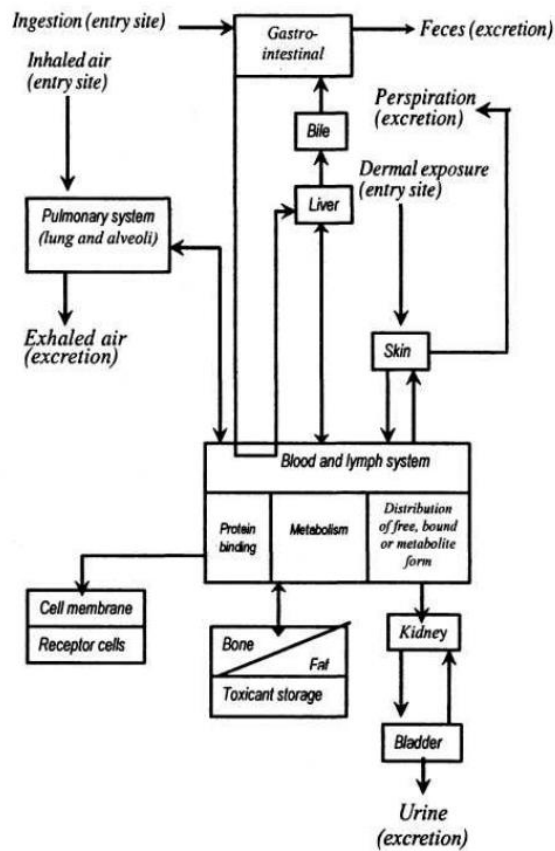


### **2.3 Mikroplastik Pada Ikan**

Kontaminasi mikroplastik pada ikan dapat terjadi melalui saluran pencernaan dan pernapasan. Mikroplastik pada saluran pernapasan dapat terjadi ketika ikan berenang. Ketika ikan berenang pada sungai yang terkonsentrasi atau tercemar mikroplastik maka mikroplastik secara tidak sengaja akan masuk ke insang bersama air dan oksigen. Karena insang merupakan orga pernapasan pada ikan paling luar dan juga berfungsi untuk menyaring benda asing agar tidak masuk ke dalam saluran pernapasan yang lebih dalam. Penyaringan pada insang yang rumit menyebabkan mikroplastik yang ikut masuk bersama air pada saat ikan berenang dapat terakumulasi pada insang (Yona dkk, 2020).

Mikroplastik pada saluran pencernaan terjadi karena mikroplastik tersebut tertelan dan masuk ke dalam tubuh ikan. Mikroplastik secara langsung masuk ke tubuh ikan karena ikan dapat salah mengira mikroplastik sebagai makanannya seperti pellet atau menempel pada makanan ikan seperti lumut. Mikroplastik secara tidak langsung masuk ke tubuh ikan karena mikroplastik terakumulasi pada tubuh makanan ikan atau trofik pada rantai makanan di bawah ikan. Keberadaan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan dianggap sebagai tempat terakumulasinya mikroplastik karena saluran pencernaan merupakan bagian dari proses makan ikan (Yona dkk, 2020). Mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh ikan secara terus menerus akan menyebabkan terjadinya kondisi bioakumulasi dimana kadar mikroplastik pada ikan menjadi lebih tinggi dibandingkan pada air.

Tahapan bioakumulasi mikroplastik pada ikan terdiri dari 3 tahapan yang meliputi tahap pengambilan, penyimpanan, dan eliminasi. Tahap pengambilan pada bioakumulasi mikroplastik pada ikan terjadi pada saat mikroplastik masuk melalui saluran pernapasan atau bagian insang ikan. Tahap penyimpanan terjadi pada kondisi mikroplastik tersimpan sementara pada jaringan tubuh atau organ. Kadar mikroplastik pada ikan akan meningkat dan jika kadarnya sampai melebihi kadar mikroplastik di air maka proses bioakumulasi telah terjadi. Tahap eliminasi mikroplastik pada tubuh ikan terjadi ketika mikroplastik terpecah menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses metabolisme (Puspitasari, 2007). Diagram alir proses bioakumulasi mikroplastik pada tubuh ikan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2 Diagram alir proses bioakumulasi mikroplastik pada tubuh ikan**  
(Puspitasari, 2007)

Mikroplastik yang terkandung pada ikan dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia yang mengkonsumsinya. Hal ini disebabkan karena mikroplastik memiliki sifat yang dapat mengabsorbsi senyawa kimia di lingkungan, yang beberapa di antaranya memiliki sifat toxic. Ketika tubuh secara tidak sengaja mengkonsumsi mikroplastik maka mikroplastik tersebut akan masuk melalui saluran pencernaan dan terakumulasi pada organ usus. Organ usus pada makhluk hidup memiliki fungsi dalam mengabsorbsi nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh ke seluruh bagian tubuh melalui peredaran darah. Sehingga ketika senyawa kimia yang berupa polutan pada mikroplastik tersebut berada pada usus, maka usus akan mengabsorbsi senyawa kimia tersebut ke seluruh tubuh. Akumulasi senyawa kimia tersebut apabila terkonsentrasi pada angka yang tinggi maka dapat menyebabkan kerusakan fungsi organ seperti saluran pencernaan, mengurangi tingkat pertumbuhan, menghambat produksi enzim, dan menurunkan kadar hormon

steroid. Selain itu, jika senyawa kimia pada mikroplastik tersebut memiliki sifat toxic maka dapat menyebabkan keracunan.

## 2.4 Penelitian Terdahulu Pada Ikan

Hasil penelitian terdahulu yang sudah melakukan uji dan observasi terhadap mikroplastik pada ikan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Hasil penelitian terdahulu**

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Yona dkk, 2020)	Analisis mikroplastik di insang dan saluran pencernaan ikan karang di tiga pulau kecil dan terluar Papua, Indonesia: kajian awal	Hasil dari penelitian didapatkan bahwa pada semua jenis ikan yang diteliti telah terkontaminasi mikroplastik dan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan yaitu mikroplastik fiber
2	(Purnama dkk, 2021)	Analisis mikroplastik pada saluran pencernaan ikan tongkol ( <i>Euthynnus affinis</i> ) hasil tangkapan nelayan di pelabuhan perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu	Hasil dari penelitian didapatkan bahwa pada saluran pencernaan ikan tongkol di pelabuhan perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu terdapat 4 tipe mikroplastik, yaitu Fragmen, Granual, Film dan Fiber dengan total kelimpahan mikroplastik sebesar 52,7 partikel/ind. Persentase kelimpahan mikroplastik tertinggi yaitu tipe fiber/filament dan fragmen masing-masing sebesar 41%
3	(Senduk dkk, 2021)	Mikroplastik pada ikan kembung ( <i>Rastrelliger sp.</i> ) dan ikan selar ( <i>Selaroides eptolepis</i> ) di TPI Tambak Lorok Semarang dan TPI Tawang Rowosari Kendal	Hasil dari penelitian didapatkan bahwa pada kembung dan ikan selar di TPI Semarang dan Kendal terkandung mikroplastik dengan rerata 25,2 partikel pada insang dan 19,1 partikel pada pencernaan untuk ikan kembung, sedangkan pada ikan selar yaitu 10,1 partikel pada insang dan 8,4 partikel pada

			pencernaan. Hasil karakteristik mikroplastik yang terdapat pada ikan didapatkan berbentuk fiber, fragmen, pelet, dan film dengan warna yang beragam yaitu hitam, coklat, biru, putih, merah, transparan, dan kuning.
4	(Buwono dkk, 2020)	The concentration of microplastic in water Hasil dari penelitian didapatkan bahwa ikan yang terdapat di Sungai Brantas, Malang and fish ( <i>Gambusia affinis</i> ) collected from Brantas River	Hasil dari penelitian didapatkan bahwa ikan yang terdapat di Sungai Brantas, Malang teridentifikasi tercemar mikroplastik sebesar 3,09 partikel/ individu. Jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada sampel ikan adalah fiber.
5	(Sandra dan Radityaningrum, 2021)	Kajian kelimpahan mikroplastik di biota perairan	Hasil dari penelitian didapatkan bahwa mikroplastik terbanyak pada biota perairan yaitu spesies Ikan Sapu-Sapu ( <i>Hypostomus plecostomus</i> ) di perairan sungai sebesar 468 partikel/individu. Pada Ikan Nila Hitam ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) di perairan payau ditemukan sebesar 18 partikel/individu. Mikroplastik pada spesies Tiram ( <i>Saccostrea cucullata</i> ) di perairan muara ditemukan sebesar 1,4 – 7 partikel/individu, pada spesies Ikan <i>Thryssa kammalensis</i> di perairan teluk sebesar $22,21 \pm 1,7$ partikel/individu, pada spesies Ikan Zeus faber di perairan selat yaitu $2,7 \pm 0,10$ partikel/individu; dan pada <i>Diadema</i> sp. (Bulu babi) di perairan laut 22,3 partikel/individu. Mikroplastik

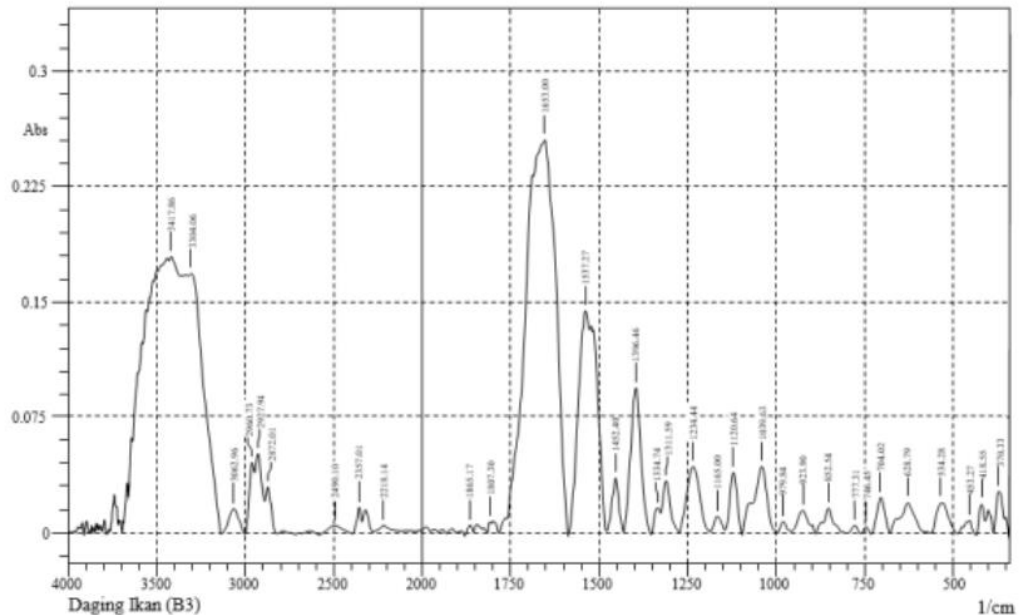
			yang dominan pada biota perairan adalah berukuran 20 $\mu\text{m}$ – 50 $\mu\text{m}$ , berbentuk fiber dan berwarna hitam
--	--	--	--

## 2.5 Spektroskopi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Spektroskopi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi senyawa kimia mikroplastik. Spektroskopi merupakan teknik pengujian yang operasionalnya cenderung mudah untuk mendapatkan spektrum dari sampel yang dianalisis. Pada penelitian ini menggunakan IR atau inframerah yang memiliki panjang gelombang ( $\lambda$ ) berkisar 0,78 $\mu\text{m}$  sampai 100 $\mu\text{m}$ . Spektroskopi IR memiliki dua variasi diantaranya metode dispersif dan metode Fourier Transform (FT). Metode FT menggunakan prinsip dari interferometer. Keunggulan dari penggunaan metode FT dibandingkan dengan metode dispersif yaitu kemampuan mencakup sampel yang berukuran kecil, peralatan ini dilengkapi komputer dengan kemampuan menyimpan dan memanipulasi spektrum (Stevens, 2007).

FTIR merupakan spektroskopi optik yang secara efektif dapat menampilkan komposisi kimia pada tingkat molekuler. FTIR dapat digunakan untuk menentukan gugus fungsi kimia dari senyawa organik dan anorganik. Sebagian besar senyawa menunjukkan karakteristik penyerapan atau emisi di daerah spektrum IR. Oleh karena itu, FTIR dapat menganalisis senyawa baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Simonescu, 2012). Instrumen FTIR merupakan metode spektroskop yang paling akurat dalam pembacaan gugus fungsi senyawa pada mikroplastik. Pengukuran vibrasi pada FTIR akan mendeteksi karakteristik material. Gugus fungsi senyawa akan dilakukan pengukuran dan komparasi dengan referensi spektrum. Hasil pembacaan akan ditampilkan di software pada komputer sehingga hasilnya akurat (Käppler dkk., 2016). Gugus fungsi senyawa yang dapat diamati melalui metode FTIR salah satunya adalah polimer. Oleh sebab itu pengujian menggunakan analisis FTIR ini dilakukan untuk memastikan bahwa morfologi dan jumlah partikel yang diamati pada sampel merupakan mikroplastik yang memiliki

gugus polimer. Berikut merupakan hasil uji FTIR yang ditemukan pada sampel ikan.



**Gambar 2.3 Grafik hasil analisa FTIR polyethylene pada jeroan ikan**  
(Dia dkk, 2021)

## 2.6 Kondisi Sungai Gajah Wong

Sungai Gajah Wong yang merupakan sub DAS Opak, dan memiliki luas 46,082 km<sup>2</sup>. Secara administrasi terletak di Kabupaten Sleman di bagian hulu, meliputi Kecamatan Pakem, Ngemplak, Ngaglik, dan Depok. Untuk bagian tengah DAS termasuk ke dalam wilayah Kota Yogyakarta, meliputi: Kecamatan Umbulharjo, Kotagede, Gondokusuman, sedangkan di bagian hilir DAS termasuk wilayah Kabupaten Bantul, meliputi: Kecamatan Pleret dan Banguntapan.

Sungai Gajah Wong adalah sungai yang alirannya melintasi kota Yogyakarta, dimana bagian hulu berlokasi di lereng merapi Kabupaten Sleman, dan bagian hilir berada di Kabupaten Bantul. Lokasi Sungai Gajah Wong yang membelah kota Yogyakarta menyebabkan keadaan sungai sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia. Kondisi Sungai Gajah Wong pada saat ini sedang tidak baik karena tingginya pencemaran air sungai. Pencemaran disebabkan karena adanya berbagai limbah yang dibuang ke sungai ini, salah satunya plastik (Ahdiaty dan Fitriana, 2020).

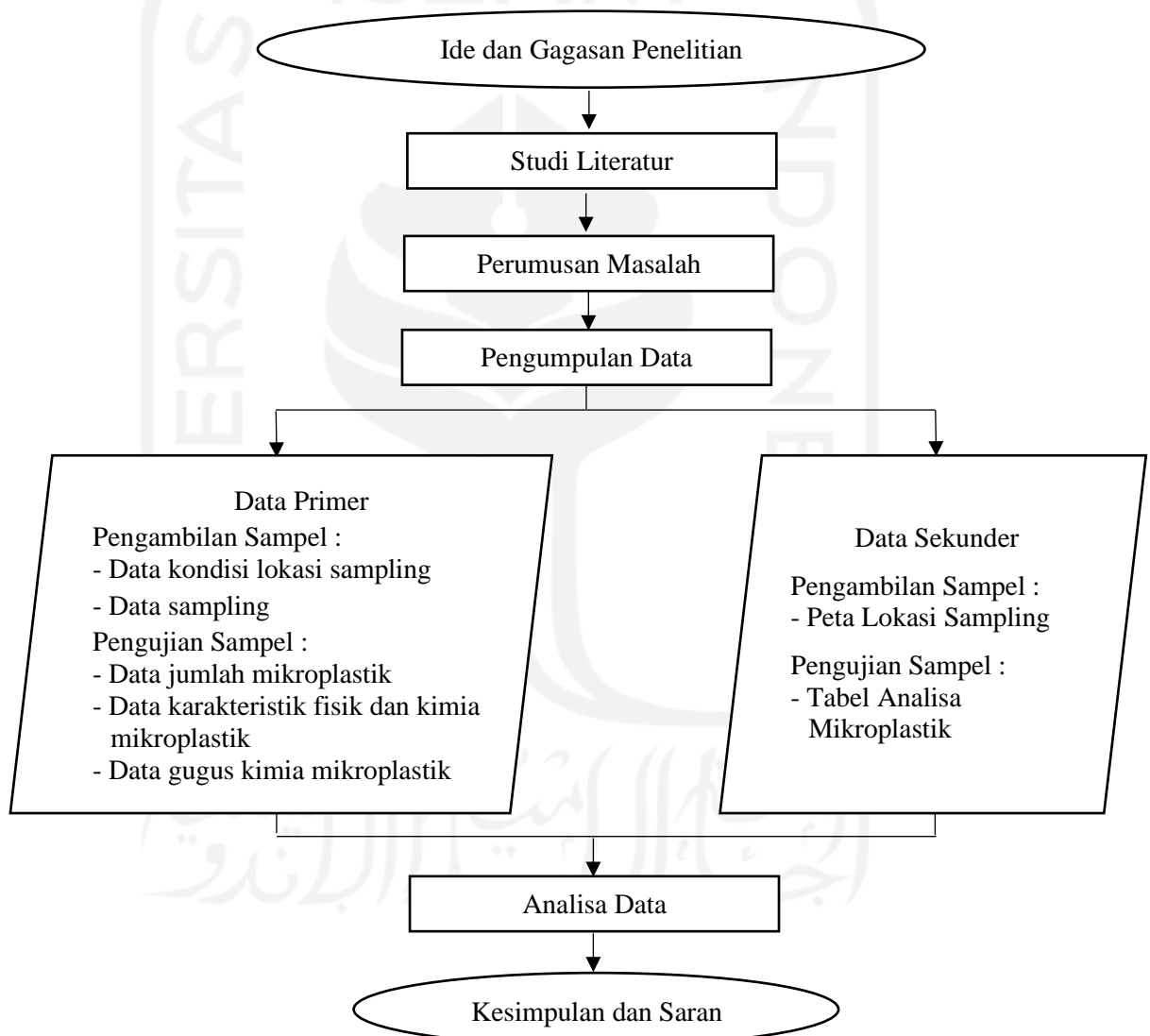
Indikator pencemaran pada Sungai Gajah Wong dapat diamati kualitas airnya secara fisik, kimiawi, dan mikrobiologis. Kualitas air dapat diukur dengan parameter pH, suhu, TDS, DO, dan DHL. Sungai Gajah Wong memiliki karakteristik yaitu pH berkisar 5,52 sampai 6,75, suhu berkisar 28,64°C sampai 29,65 °C, TDS berkisar 193,5 sampai 219 mg/L, DO berkisar 4,76 sampai 6,11 mg/L, dan DHL berkisar 404 sampai 454,5  $\mu$ mhos/cm (Ahdiati dan Fitriana, 2020).



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melalui beberapa tahapan. Tahapan penelitian ditunjukkan melalui diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.

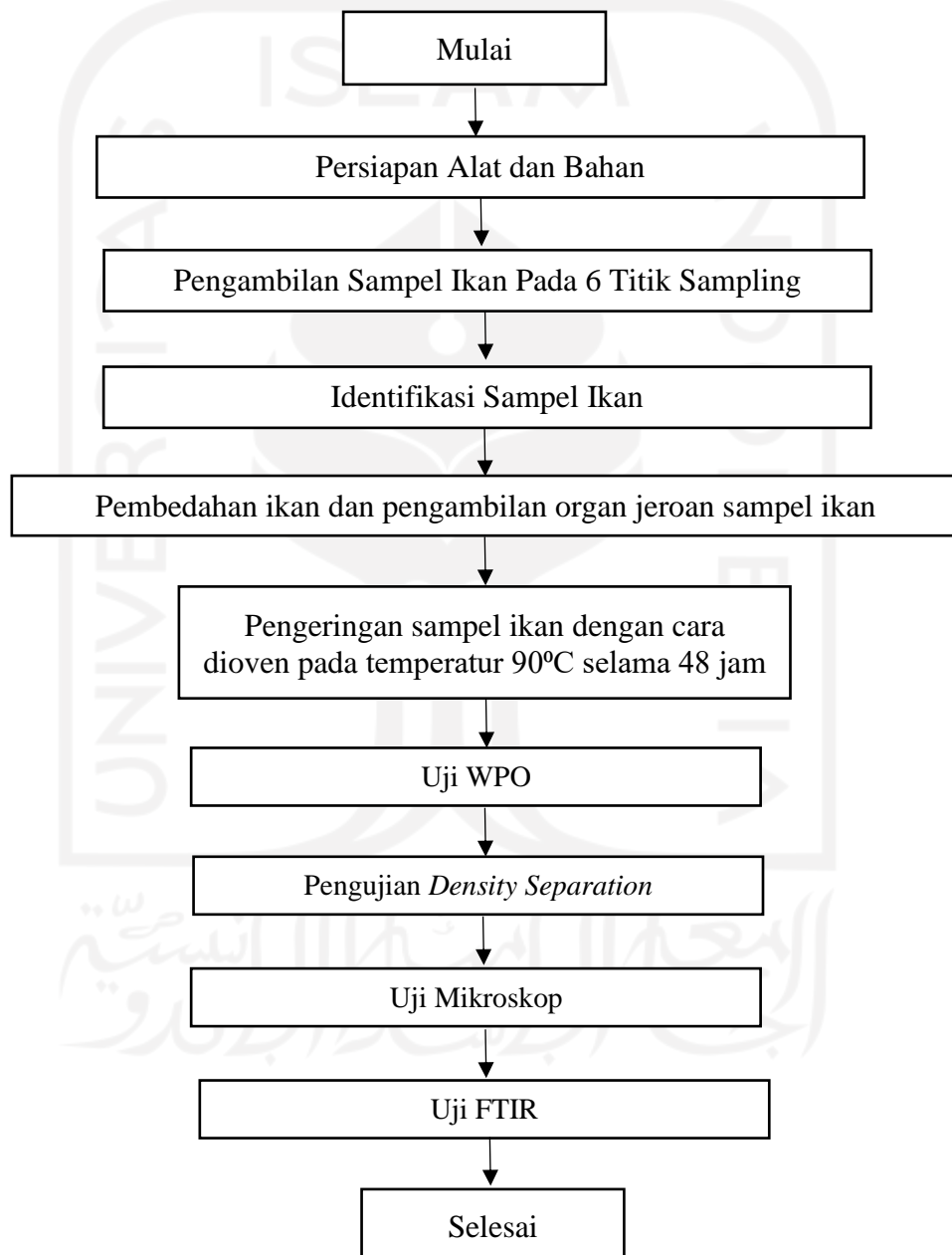


*Gambar 3.1 Diagram alir kerangka penelitian*



### 3.1.1 Metode Identifikasi Mikroplastik pada Ikan

Pengambilan data primer dilakukan dengan cara pengambilan sampel dan pengujian sampel untuk dapat mengidentifikasi mikroplastik pada sampel jeroan ikan. Diagram alir metode identifikasi mikroplastik pada sampel jeroan ikan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



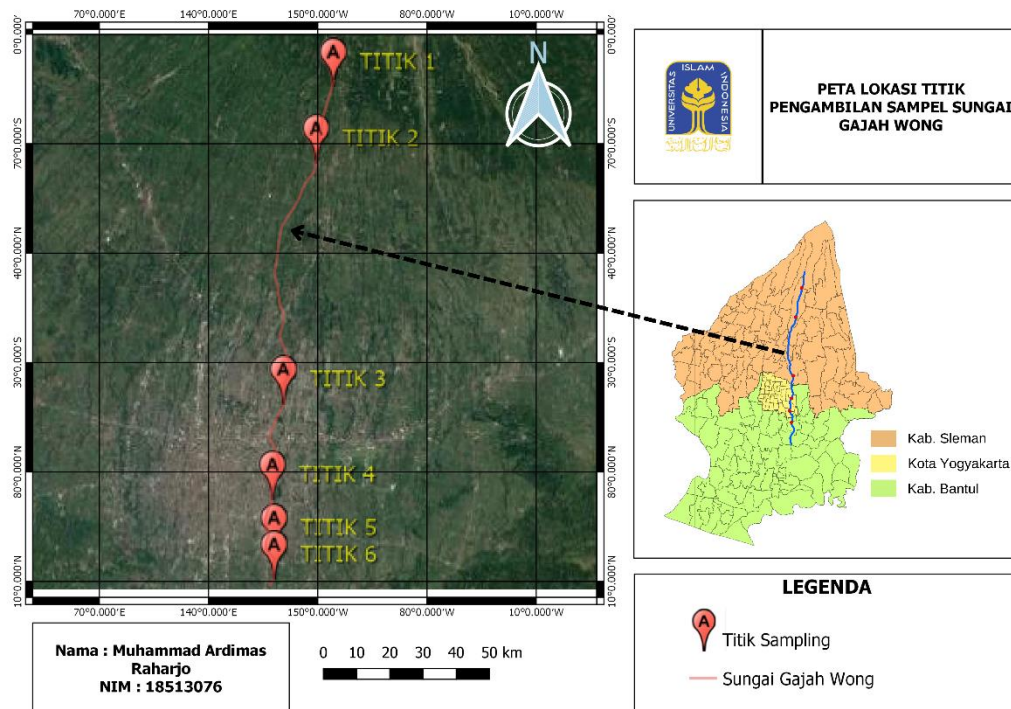
**Gambar 3.2** Diagram alir metode identifikasi mikroplastik pada sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong

### 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian mengenai identifikasi mikroplastik pada sampel ikan dilakukan meliputi pengambilan sampel dan pengujian sampel. Kegiatan pengambilan sampel dilaksanakan pada bulan Februari 2022 sampai Maret 2022, sedangkan untuk pengujian sampel dilaksanakan pada bulan Maret 2022 sampai Mei 2022. Pada pelaksanaan kegiatan pengambilan sampel dilakukan pada kondisi musim hujan. Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Gajah Wong. Sungai Gajah Wong merupakan sungai yang berlokasi di Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada titik yang dapat menunjukkan kondisi bagian hulu, tengah, dan hilir dengan tujuan untuk mendapatkan data yang representatif. Pemilihan titik sampling ditentukan berdasarkan pertimbangan yaitu ada tidaknya *spot* memancing, ketersediaan pemancing, dan jenis ikan yang tersedia.

Hulu dari Sungai Gajah Wong sebagai titik pertama karena di lokasi ini adalah lokasi mata air Sungai Gajah Wong sebagai *quality control*. Pertimbangan sungai bagian tengah karena dalam kawasan ini sudah dipenuhi oleh masyarakat yang tinggal di bantaran sungai, sehingga mungkin terjadinya kualitas air dari Sungai Gajah Wong akan menurun. Dalam kawasan bagian tengah masyarakat bantaran sungai masih memancing ikan untuk dikonsumsi maupun di perjualbelikan. Sedangkan pertimbangan di hilir adalah sungai bagian hilir merupakan bagian akhir sungai, yang mana hasil akhir sebagai perbandingan terkait hasil uji sampel.

Berdasarkan pertimbangan kriteria titik sampling maka dipilih 6 titik sampling yang digunakan untuk pengambilan sampel ikan di Sungai Gajah Wong. Lokasi titik sampling yang digunakan dalam penelitian yaitu pada bagian hulu sungai yang dijadikan sebagai titik sampling yaitu Jembatan Tanen dan Jembatan Jalan Pakem-Turi 23, bagian tengah sungai yang dijadikan sebagai titik sampling yaitu Jembatan Pringgolayan dan Jembatan Prenggan Warungboto, sedangkan bagian hilir sungai yang dijadikan sebagai titik sampling adalah Jembatan Mrican Giwangan dan Jembatan Kanggotan. Lokasi titik sampling pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Peta lokasi titik sampling di Sungai Gajah Wong

Pengujian sampel mengenai analisa mikroplastik pada ikan dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

### 3.3 Tata Guna Lahan

Lokasi sampling yang digunakan dalam penelitian yaitu Sungai Gajah Wong. Pengambilan sampel ikan pada Sungai Gajah Wong dibagi menjadi 3 segmentasi untuk mendapatkan data yang representasi kondisi sungai. Segmentasi sungai dibagi menjadi bagian hulu, tengah, dan hilir. Setiap segmentasi memiliki kondisi sungai yang berbeda, hal ini disebabkan karena adanya faktor aktivitas manusia yang mempengaruhi keadaan sungai. Hasil observasi mengenai tata guna lahan pada tiap titik sampling dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Tata Guna Lahan Lokasi Sampling

Titik	Nama Sampel	Nama	Koordinat	Segmentasi	Tata Guna Lahan
1	Sampel ikan 1	Jembatan Tanen	110,421375” -7,629692”	Hulu	Peternakan, Pemukiman, Depo pasir,

					Rumah makan, Perkemahan, Budidaya ikan, Tempat Rekreasi
2	Sampel ikan 2	Jembatan Jalan Pakem- Turi 23	110,413483” -7,663319”	Hulu	Budidaya ikan, Sekolah, Laundry, Pemukiman, Bengkel, Rumah Makan, Pemancingan
3	Sampel ikan 3	Jembatan Pringgolayan	110,398902” -7,767776”	Tengah	Perumahan, Pemancingan, Rumah makan, Perhotelan, Sekolah, Bengkel, Laundry, Pemukiman
4	Sampel ikan 4	Jembatan Prenggan Warungboto	110,393351” -7,813819”	Tengah	Perumahan, Laundry, Tempat rekreasi, Taman, Pemancingan, Pemukiman
5	Sampel ikan 5	Jembatan Mrican Giwangan	110,395443” -7,832114”	Hilir	Terminal, Pemukiman, Bengkel, Pemancingan, Warung makan
6	Sampel ikan 6	Jembatan Kanggotan	110,394835” -7,869014”	Hilir	Area sawah, Pemukiman

Lokasi Sungai Gajah Wong yang membelah kota Yogyakarta menyebabkan kondisi sungai sangat dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat di sekitar sungai. Selain itu, masyarakat di sekitar sungai juga memanfaatkan air sungai untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari. Masyarakat juga memanfaatkan Sungai Gajah Wong sebagai lokasi memancing ikan yang kemudian digunakan untuk jual-beli maupun dikonsumsi.

### **3.4 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian diambil dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan dari pengambilan sampel dan variabel utama analisis sampel. Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari data yang sudah ada seperti jurnal dan penelitian terdahulu yang dapat digunakan sebagai metode acuan maupun studi literatur seperti identifikasi jenis ikan.

#### **2.3.1 Pengambilan Sampel**

Sampel yang akan diambil merupakan sampel ikan dasar sungai yang dilakukan dengan membeli hasil pancingan ikan dan hasil budidaya ikan baik pada empang atau kolam yang berada di daerah pengambilan titik lokasi sampling. Pengambilan sampel pada titik 1 dilakukan dengan membeli Ikan Nila yang dibudidayakan pada kolam yang diambil dengan cara dijaring. Pengambilan sampel pada titik 2 dilakukan dengan membeli Ikan Nila yang dibudidayakan pada empang yang diambil dengan cara dijaring. Pengambilan sampel pada titik 3 dilakukan dengan membeli ikan hasil pancingan pada empang. Pengambilan sampel pada titik 4, 5, dan 6 dilakukan dengan membeli ikan hasil pancingan pada sungai.

Kegiatan pengambilan sampel dilakukan pada bulan Februari 2022 sampai Maret 2022. Penyimpanan sampel dilakukan dengan cara disimpan dalam wadah aluminium foil yang tertutup dan dimasukkan ke dalam *coolbox*, sedangkan untuk pengawetannya dengan cara disimpan dalam *freezer* atau kulkas dengan suhu  $-5^{\circ}$ .

#### **2.3.2 Identifikasi Sampel Ikan**

Sampel ikan yang didapatkan dari lokasi sampling diidentifikasi berdasarkan jenis ikan. Identifikasi jenis ikan dilakukan dengan pengamatan morfologi sampel ikan. Hasil pengamatan morfologi pada masing-masing sampel kemudian dibandingkan dengan literatur.

#### **2.3.3 Preparasi Sampel**

Ikan di dalam *freezer* dikeluarkan terlebih dahulu pada suhu ruang dan direndam menggunakan air keran agar ikan dalam kondisi tidak beku. Ikan

kemudian dilakukan pengukuran panjang ikan menggunakan mistar. Panjang ikan diukur dari ujung mulut ikan sampai ujung ekor ikan. Pengukuran berat ikan dilakukan dengan cara masing-masing sampel ikan ditimbang menggunakan timbangan digital.

Pengambilan jeroan ikan dilakukan dengan cara ikan diletakkan pada telenan dan dibedah menggunakan pisau. Jeroan ikan diambil karena apabila sungai tercemar mikroplastik, maka mikroplastik akan masuk ke tubuh ikan saat mencari makan dan akan terakumulasi pada saluran pencernaan seperti usus. Apabila partikel plastik terakumulasi dalam jumlah yang besar dalam tubuh ikan, maka mikroplastik itu dapat menyumbat saluran pencernaan ikan. Bagian jeroan ikan yang sudah dikeluarkan dari masing-masing sampel ikan kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital sebagai berat basah jeroan ikan.

Sampel jeroan ikan kemudian dikeringkan dengan cara dioven pada temperatur 90°C selama 48jam. Jeroan ikan pada masing-masing sampel yang sudah kering kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital sebagai berat kering jeroan ikan. Kadar air jeroan ikan pada masing-masing sampel ikan didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(\text{Berat basah jeroan ikan} - \text{Berat kering jeroan ikan})}{\text{Berat basah jeroan ikan}} \times 100\%$$

#### **2.3.4 Pengujian Sampel Metode NOAA**

Pengujian sampel menggunakan metode *National Oceanic and Atmosphere Administration* (NOAA) dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik fisik mikroplastik yang terkandung pada sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong yang meliputi jumlah partikel mikroplastik, bentuk mikroplastik, dan warna mikroplastik. Metode NOAA dilakukan dengan meliputi WPO, *density separation*, dan uji mikroskop.

##### **a. Wet Peroxide Oxidation (WPO)**

Tujuan WPO dilakukan untuk memisahkan larutan uji berupa partikel mikroplastik dan endapan organik. Penambahan larutan WPO

dilakukan dengan cara setiap sampel ditambahkan 20 ml larutan Hidrogen Peroksida 30%. Setelah itu dipanaskan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan suhu 75°C dan kecepatan 120 rpm selama 30 menit. Sampel kemudian ditiriskan lalu ditambahkan 12 gram NaCl.

b. *Density Separation*

Tujuan *density separation* dilakukan yaitu untuk memisahkan antara endapan organik dengan partikel mikroplastik sehingga pengamatan *microscope exam* mudah dilakukan. *Density Separation* dilakukan dengan cara penyaringan menggunakan alat *Vacum Filter* beserta *Glass Microfiber Filter Papers* diameter 25 mm sampai semua larutan tersaring habis.

c. Uji Mikroskop

*Glass microfiber filter paper* (kertas saring) dibuat menjadi empat bagian sebelum dilakukan *microscope exam*. Pengamatan *microscope exam* dilakukan menggunakan mikroskop jenis diseksi (Nikon SMZ445 46 Stereoscopic Microscope) tipe *twin zooming objective optical system* dengan perbesaran 10 kali. Pada pengujian mikroskop ini dilakukan dengan cara menggeser bagian sampel yang sudah terbagi menjadi empat bagian.

### 2.3.5 Pengujian Sampel Metode FTIR

Pengujian senyawa kimia mikroplastik pada sampel jeroan ikan dilakukan menggunakan metode FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). FTIR merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melihat karakteristik mikroplastik pada suatu sampel menggunakan prinsip spektroskopi. Deteksi dan analisis hasil spektrum pada FTIR dilakukan dengan inframerah yang berkolaborasi dengan transformasi fourier. Fungsi spektroskopi inframerah yaitu untuk mengidentifikasi senyawa organik. Kemudian sinar inframerah akan diserap oleh masing-masing kelompok fungsional pada frekuensi yang unik. Transmisi cahaya kemudian terjadi pada saat cahaya melewati sampel sehingga muncul spektrum merah. Detector kemudian akan mengukur cahaya

yang masuk. Cahaya yang masuk lalu dibandingkan dengan intensitas cahaya tanpa adanya sampel untuk mengukur panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diterima akan diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ). Analisis FTIR pada sampel jeroan ikan dilakukan pada 3 sampel yang menunjukkan kondisi zona hulu, tengah, dan hilir di Sungai Gajah Wong. Hasil analisis FTIR didapatkan berdasarkan skor kemiripan gugus polimer yang paling tinggi.

### 3.5 Analisa Data

Analisa yang digunakan yaitu analisis deskriptif. Analisa deskriptif digunakan untuk pengujian karakteristik fisik dan kimia mikroplastik. Karakteristik fisik mikroplastik meliputi bentuk partikel (fiber, foam, fragmen, film, dan ganula) serta warna (transparan, merah, hitam, biru, hijau, coklat, orange, ungu, dan kuning) pada sampel jeroan ikan untuk diklasifikasi dan dikuantifikasi. Kelimpahan mikroplastik dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$C = \frac{n \left( \frac{\text{partikel}}{\text{sampel}} \right)}{\text{berat ikan (gram)}}$$

Diketahui:

C = Kelimpahan Mikroplastik (partikel/gram)

n = Jumlah Partikel Mikroplastik per Sampel

Analisis karakteristik kimia mikroplastik berupa gugus kimia yang terkandung pada sampel jeroan ikan menggunakan uji FTIR. Data analisa selanjutnya diolah dan dijelaskan secara deskriptif meliputi karakteristik mikroplastik berupa bentuk, warna, dan gugus kimia menggunakan grafik.

الجامعة الإسلامية  
الاستاذ الدكتور





## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

### 4.1 Deskripsi Lokasi Studi


Lokasi pengambilan sampel pada penelitian mengenai identifikasi mikroplastik pada ikan di Sungai Gajah Wong dilakukan pada 6 titik sampling. Titik sampling yang digunakan dalam pengambilan sampel meliputi bagian hulu, tengah, dan hilir Sungai Gajah Wong untuk mendapatkan data kondisi sungai yang representatif. Bagian hulu sungai yang dijadikan sebagai titik sampling yaitu Jembatan Tanen dan Jembatan Jalan Pakem-Turi 23. Bagian tengah sungai yang dijadikan sebagai titik sampling yaitu Jembatan Pringgolayan dan Jembatan Prenggan Warungboto. Bagian hilir sungai yang dijadikan sebagai titik sampling adalah Jembatan Mrican Giwangan dan Jembatan Kanggotan. Deskripsi masing-masing lokasi studi dapat dilihat pada Tabel 4.1.


*Tabel 4.1 Deskripsi lokasi studi pengambilan sampel ikan di Sungai Gajah Wong*

Titik	Foto	Deskripsi
1	 <p style="text-align: center;">Jembatan Tanen</p>	Lokasi titik sampling pertama yaitu berada di Jembatan Tanen. Jembatan Tanen dipilih menjadi lokasi sampling bagian hulu karena merupakan bagian sungai yang berada di ujung aliran Sungai Gajah Wong dimulai. Kondisi kawasan di sekitar Jembatan Tanen yaitu rimbun pepohonan, semak belukar, dan aneka tanaman. Kondisi air pada titik ini masih jernih karena hanya sedikit penduduk yang tinggal di sekitar lokasi oleh sebab itu air dari Sungai Gajah Wong dimanfaatkan oleh penduduk sebagai sumber air untuk budidaya ikan. Pada lokasi

		<p>ini, sampel yang didapatkan berupa jenis Ikan Nila sebanyak 3 ekor yang diambil dengan cara menjaring pada kolam Ikan Nila yang dibudidayakan untuk dijual belikan. Potensi sumber mikroplastik dapat berasal dari saluran limbah air warga sekitar karena terbuang langsung pada sungai.</p>
2	 <p>Jembatan Jalan Pakem – Turi 23</p>	<p>Lokasi titik sampling kedua yaitu berada di Jembatan Jalan Pakem – Turi 23. Jembatan ini dipilih sebagai lokasi sampling bagian hulu karena posisinya yang masih berada di utara Kota Yogyakarta dan belum padat penduduk. Sampling ikan didapatkan dengan membeli ikan yang dijual oleh pemilik empang ikan di samping jembatan. Ikan tersebut dibudidayakan pada empang yang airnya bersumber langsung dari aliran Sungai Gajah Wong. Pada lokasi ini, sampel yang didapatkan berupa jenis Ikan Nila sebanyak 3 ekor yang diambil dengan cara menjaring pada empang Ikan Nila yang dibudidayakan oleh warga. Kondisi air masih cukup jernih dan tidak berbau. Pada lokasi ini, sampel yang didapatkan berupa jenis Ikan Nila sebanyak 3 ekor yang diambil dengan cara menjaring pada empang yang berisi Ikan Nila yang dibudidayakan oleh warga untuk dijual-belikan. Potensi sumber mikroplastik dapat berasal dari saluran limbah air dari rumah warga maupun industri sekitar sungai.</p>

<p>3</p>	 <p>Jembatan Pringgolayan</p>	<p>Lokasi titik sampling ketiga yaitu berada di Jembatan Pringgolayan. Jembatan ini dipilih sebagai lokasi sampling bagian tengah karena posisinya yang berada di sekitar Kota Yogyakarta dimana keberadaannya berada di lokasi dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan dipengaruhi oleh banyak aktivitas masyarakat di sekitar sungai. Kondisi air sungai tidak jernih. Sampel ikan pada lokasi ini diambil dengan meminta bantuan warga setempat yang sedang memancing kemudian membeli hasil pancingan dari ikan yang didapatkan. Pada lokasi ini, sampel yang didapatkan berupa jenis Ikan Bawal sebanyak 3 ekor yang diambil dengan cara memancing pada empang pemancingan umum. Potensi sumber mikroplastik dapat berasal dari saluran limbah air dari rumah warga maupun kegiatan industri sekitar sungai, serta kegiatan memancing yang dilakukan pada empang karena lokasi merupakan pemancingan umum yang cukup ramai.</p>
<p>4</p>	 <p>Jembatan Prenggan Warungboto</p>	<p>Lokasi titik sampling keempat yaitu berada di Jembatan Prenggan Warungboto. Jembatan ini dipilih sebagai bagian tengah sungai karena lokasinya yang berada di tengah lokasi Kota Yogyakarta dimana keberadaannya berada di lokasi dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan</p>

		<p>dipengaruhi oleh banyak aktivitas masyarakat di sekitar sungai. Kondisi air sungai tidak jernih. Sampel ikan pada lokasi ini diambil dengan meminta bantuan warga setempat yang sedang memancing kemudian membeli hasil pancingan dari ikan yang didapatkan. Pada lokasi ini, sampel yang didapatkan berupa jenis Ikan Nilem sebanyak 3 ekor yang diambil dengan cara memancing pada sungai. Potensi sumber mikroplastik dapat berasal dari saluran limbah air dari rumah warga maupun kegiatan industri sekitar sungai, beberapa tumpukan sampah plastik yang terjat di pinggir sungai, serta kegiatan memancing yang dilakukan pada sekitar sungai karena lokasi kegiatan memancing pada sungai tersebut cukup ramai.</p>
5	 <p>Jembatan Mrican Giwangan</p>	<p>Lokasi titik sampling kelima yaitu berada di Jembatan Mrican Giwangan. Jembatan ini dipilih sebagai bagian hilir sungai karena lokasinya yang mulai menjauhi area Kota Yogyakarta sehingga kondisi sungai mulai lebih asri dibandingkan bagian sungai tengah. Lokasinya yang berada di hilir sungai dan berada di samping pemukiman menyebabkan kondisi air menjadi keruh. Sampel ikan diambil dengan membeli ikan yang dipancing oleh warga setempat di Sungai Gajah Wong. Pada lokasi ini, sampel</p>

		<p>yang didapatkan berupa jenis Ikan Gabus sebanyak 3 ekor yang diambil dengan cara memancing pada sungai. Potensi sumber mikroplastik dapat berasal dari saluran limbah air dari rumah warga maupun kegiatan industri sekitar sungai, tumpukan sampah plastik yang berada di sekitar sungai, serta kegiatan mencuci oleh warga.</p>
6	 <p>Jembatan Kanggotan</p>	<p>Lokasi titik sampling keenam yaitu berada di Jembatan Kanggotan. Jembatan ini dipilih sebagai bagian hilir sungai atau titik terakhir sungai bermuara. Kondisi kawasan sungai berlokasi di pinggir jalan yang cukup padat, dimana masyarakat memanfaatkan aliran sungai sebagai lokasi untuk memancing. Sampel ikan didapatkan dengan membeli hasil pancingan yang didapatkan oleh warga setempat yang sedang memancing. Pada lokasi ini, sampel yang didapatkan berupa jenis Ikan Nila sebanyak 2 ekor dan Ikan Red Devil sebanyak 1 ekor yang diambil dengan cara memancing pada sungai. Potensi sumber mikroplastik dapat berasal dari saluran limbah air dari rumah warga maupun kegiatan industri sekitar sungai, serta tumpukan limbah plastik yang berada di sekitar sungai.</p>

## 4.2 Identifikasi Karakteristik Ikan

Sampel ikan yang diperoleh pada saat pengambilan sampling di Sungai Gajah Wong didapatkan 18 ekor sampel. Berdasarkan hasil pengamatan morfologi pada masing-masing sampel ikan didapatkan bahwa jenis ikan yang diperoleh dari 6 titik sampling di Sungai Gajah Wong yaitu meliputi Ikan Nila, Ikan Bawal, Ikan Nilem, Ikan Gabus, dan Ikan Red Devil. Jenis sampel ikan yang paling banyak yang didapatkan adalah Ikan Nila sebanyak 8 ekor. Ikan Bawal yang didapatkan pada pengambilan sampel di Sungai Gajah Wong berjumlah 3 ekor. Ikan Nilem yang didapatkan dari pengambilan sampel di Sungai Gajah Wong berjumlah 3 ekor. Ikan Gabus yang didapatkan dari pengambilan sampel di Sungai Gajah Wong berjumlah 3 ekor. Ikan Red Devil yang didapatkan dari pengambilan sampel di Sungai Gajah Wong berjumlah 1 ekor. Hasil identifikasi jenis ikan di Sungai Gajah Wong dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Hasil identifikasi jenis ikan di Sungai Gajah Wong**

Jenis Ikan	Nama Ilmiah	Klasifikasi Berdasarkan Jenis Pakannya	Habitat	Jumlah Sampel	Karakteristik Ikan	
					Panjang Rerata (cm)	Berat Rerata (gram)
Nila	<i>Oreochromis niloticus</i>	Omnivora	Tengah	8	18,4	143,5
Bawal	<i>Colossoma macropomum</i>	Omnivora	Tengah	3	20,8	201,3
Nilem	<i>Osteochilus vittatus</i>	Herbivora	Dasar	3	17,3	67,0
Gabus	<i>Channa striata</i>	Omnivora	Dasar	3	12,8	19,7
Red Devil	<i>Cichlosoma labiatum</i>	Karnivora	Tengah	1	10,5	24

### 1. Ikan Nila

Ikan Nila atau *Oreochromis niloticus* merupakan ikan yang hidup di air tawar seperti sungai, danau, dan kolam. Klasifikasi Ikan Nila tergolong dalam kingdom animalia, filum chordata, subfilum vertebrata, kelas osteichthyes, subkelas acanthoptherigii, ordo percomorphi, subordo percoidea, famili cichildae, genus oreochromis, dan spesies *Oreochromis niloticus* (Suyanto, 2010). Morfologi Ikan Nila yaitu memiliki bentuk tubuh yang panjang dan



ramping yang pada umumnya berwarna hitam, putih, merah bercak-bercak hitam, atau hitam keputih-putihan tergantung jenisnya. Ikan Nila memiliki lima buah sirip yakni sirip punggung (*dorsal fin*), sirip dada (*pectoral fin*), sirip perut (*venteral fin*), sirip anus (*anal fin*), dan sirip ekor (*caudal fin*). Mata Ikan Nila berbentuk bulat dengan bagian tepi berwarna putih dan menonjol (Khairuman dan Amri, 2013).

Berdasarkan hasil identifikasi sampel ikan didapatkan karakteristik Ikan Nila berupa panjang dan berat tubuh. Panjang tubuh Ikan Nila berdasarkan pengukuran sampel yaitu berkisar antara 15,5 sampai 21,5 cm. Rata-rata panjang Ikan Nila pada delapan sampel yaitu 18,4 cm. Berat Ikan Nila yang diidentifikasi yaitu berkisar antara 96 sampai 233 gram. Rata-rata berat sampel Ikan Nila pada delapan sampel yaitu 143,5 gram. Sampel Ikan Nila yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Sampel Ikan Nila yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong**

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. Salinitas air yang baik untuk mencapai pertumbuhan yang optimal bagi Ikan Nila adalah 0-30 ppt. Suhu yang optimal untuk pertumbuhan Ikan Nila adalah 25°C sampai 30°C. Pertumbuhan Ikan Nila juga dipengaruhi oleh pH air dimana pH optimal bagi pertumbuhan Ikan Nila adalah 5 sampai

11. Kualitas air yang kurang baik dapat mempengaruhi pertumbuhan Ikan Nila menjadi lambat (Suyanto, 2010).

Ikan Nila merupakan ikan omnivora. Pakan Ikan Nila 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. Ikan dewasa mencari pakan di perairan dalam sedangkan ikan kecil mencari pakan pada perairan dangkal (Ghufron dan Kordi, 2010).

## 2. Ikan Bawal

Ikan Bawal atau *Colossoma macropomum* merupakan ikan yang hidup di air tawar. Klasifikasi Ikan Bawal yaitu tergolong dalam kingdom animalia, filum chordata, kelas actinopterygii, ordo characiformes, famili characidae, genus colossoma, dan spesies *Colossoma macropomum*. Morfologi Ikan Bawal yaitu memiliki bentuk tubuh yang pipih dari arah depan dan postur agak bulat atau oval dari arah samping, memiliki dua sirip yang terletak pada punggung bagian belakang, ukuran sisik kecil, kepala hampir bulat, lubang hidung tampak besar, sirip dada berada di bawah tutup insang, punggung berwarna abu-abu tua, perut berwarna putih abu-abu dan merah (Khairuman dan Amri, 2008).

Berdasarkan hasil identifikasi sampel ikan didapatkan karakteristik Ikan Bawal berupa panjang dan berat tubuh. Panjang tubuh Ikan Bawal berdasarkan pengukuran sampel yaitu berkisar antara 20 sampai 22 cm. Rata-rata panjang Ikan Bawal pada tiga sampel yaitu 20,8 cm. Berat Ikan Bawal yang diidentifikasi yaitu berkisar antara 96 sampai 233 gram. Rata-rata berat Ikan Bawal pada tiga sampel yaitu 201,3 gram. Sampel Ikan Bawal yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong dapat dilihat pada Gambar 4.2.





**Gambar 4.2 Sampel Ikan Bawal yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong**

Habitat Ikan Bawal berada pada air tawar dengan cara hidup bergerombol. Postur tubuh Ikan Bawal yang pipih menyebabkan area pernapasannya lebih luas dibandingkan ikan lainnya, sehingga Ikan Bawal mampu bertahan hidup pada kondisi air dengan kadar oksigen yang rendah. Ikan Bawal dapat hidup pada aliran sungai yang deras ataupun tenang. Kandungan oksigen yang dibutuhkan Ikan Bawal untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal adalah 2,4 sampai 6 ppm dan kandungan karbohidrat 5,6 ppm. Kondisi suhu optimal bagi pertumbuhan Ikan Bawal adalah 27,2°C sampai 29,1°C.

Ikan Bawal merupakan ikan omnivora. Pada fase larva, Ikan Bawal merupakan ikan karnivora yang memakan hewan kecil seperti zooplankton, epiphyton, periphyton, larva udang, cacing jampring, dan sebagainya. Pada fase dewasa, Ikan Bawal memakan cacing tanah, cacing sutra, anak katak, larva serangga air, biji-bijian, dan dapat saling memangsa sesama Ikan Bawal pada kondisi kekurangan makanan (Budi, 2013).

### 3. Ikan Nilem

Ikan Nilem atau *Osteochilus vittatus* merupakan ikan yang hidup di air tawar. Klasifikasi Ikan Nilem yaitu tergolong dalam kingdom animalia, filum chordata, kelas actinopterygii, ordo cypriniformes, famili cyprinidae, genus osteochilus, dan spesies *Osteochilus vittatus*. Morfologi Ikan Nilem yaitu memiliki bentuk tubuh *compressed* (torpedo), sirip ekor dengan bentuk

bercagak dua (*forked*), letak mulut ikan terminal, tipe sisik ikan sikloid dan memiliki banyak pigmen karotenoid yang memberikan warna kuning; banyak melanosid yang memberikan warna hitam; dan sedikit pigmen pteridin yang memberikan warna oranye, letak sirip perut terhadap sirip dada subabdominal, bentuk sirip dorsal memanjang dengan jari-jari keras dan lemah, bentuk mulut yang khas yakni terdapat lipatan kulit yang terjumbai dapat disembulkan, dan noktah hitam di batang ekor ikan (Taqwin dkk, 2014).

Berdasarkan hasil identifikasi sampel ikan didapatkan karakteristik Ikan Nilem berupa panjang dan berat tubuh Panjang tubuh Ikan Nilem berdasarkan pengukuran sampel yaitu berkisar antara 14 sampai 19 cm. Rata-rata panjang Ikan Nilem pada tiga sampel yaitu 17,3 cm. Berat Ikan Nilem yang diidentifikasi yaitu berkisar antara 47 sampai 81 gram. Rata-rata berat Ikan Nilem pada tiga sampel yaitu 67 gram. Sampel Ikan Nilem yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3 Sampel Ikan Nilem yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong**

Habitat Ikan Nilem berada pada air tawar seperti sungai dan rawa. Keberadaan Ikan Nilem di perairan bebas mulai memijah pada akhir musim penghujan di daerah yang berpasir dan berair jernih serta agak dangkal (Rochmatin dkk, 2014). Pola pertumbuhan Ikan Nilem dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan seperti keturunan, jenis kelamin, umur, parasit, penyakit, jenis makanan dan suhu perairan. Pada daerah tropis, ketersediaan makanan menjadi faktor yang

mempengaruhi, dimana tingginya jumlah Ikan Nilem dalam perairan yang tidak sebanding dengan ketersediaan makanan akan menyebabkan terjadinya kompetisi antar individu (Putri dkk, 2015).

Ikan Nilem merupakan ikan herbivora yang pada fase larva sampai dewasa memanfaatkan plankton sebagai sumber makanannya. Keberadaan Ikan Nilem memiliki peranan ekologis yang penting dalam memanfaatkan plankton yang ada di perairan serta memiliki nilai ekonomis sebagai salah satu produk budidaya (Pratiwi dkk, 2011). Ikan Nilem mengkonsumsi tumbuhan sebagai makanan utamanya, namun Ikan Nilem juga dapat mengkonsumsi fitoplankton, zooplankton, moluska, serangga, dan detritus (Putri dkk, 2015).

#### 4. Ikan Gabus

Ikan Gabus atau *Channa striata* merupakan ikan yang hidup di air tawar. Klasifikasi Ikan Gabus yaitu tergolong dalam kingdom animalia, filum chordata, kelas actinopterygii, ordo perciformes, famili channidae, genus ophiocephalus, dan spesies *Ophiocephalus striatus* atau *Channa striata*. Morfologi Ikan Gabus yaitu memiliki bentuk tubuh bulat memanjang. Bagian kepala berbentuk gepeng dan agak pipih yang hampir menyerupai kepala ular. Ikan Gabus memiliki sisik yang besar dan kasar di bagian kepala, perut, punggung, dan bagian ekornya. Bagian sirip punggung memanjang dan juga sirip ekor berbentuk bulat pada bagian ujungnya, bagian sisi atas tubuh hingga bagian ekor memiliki warna kegal, kehitaman maupun kehijauan, sedangkan warna bagian perut berwarna krim atau putih. Bagian sisi samping terdapat garis maupun coret tebar (*striata*), warna ini biasanya tergantung dengan habitat dan lingkungannya.

Berdasarkan hasil identifikasi sampel ikan didapatkan karakteristik Ikan Gabus berupa panjang dan berat tubuh Panjang tubuh Ikan Gabus berdasarkan pengukuran sampel yaitu berkisar antara 11 sampai 14 cm. Rata-rata panjang Ikan Gabus pada tiga sampel yaitu 12,8 cm. Berat Ikan Gabus yang diidentifikasi yaitu berkisar antara 16 sampai 23 gram. Rata-rata berat Ikan Gabus pada tiga sampel yaitu 19,7 gram. Sampel Ikan Gabus yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Sampel Ikan Gabus yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong**

Habitat Ikan Gabus berada di perairan air tawar. Ikan Gabus memiliki daya toleransi yang tinggi terhadap lingkungan. Ikan tersebut dapat hidup dalam kondisi yang ekstrem (rawa dengan kondisi kering) dengan cara membenamkan dirinya dalam lumpur. Selain itu dengan organ pernapasan tambahan, Ikan Gabus mampu 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).

#### 5. Ikan Red Devil

Ikan Red Devil atau *Amphilopus* sp. merupakan ikan yang hidup di air tawar. Klasifikasi Ikan Red Devil yaitu tergolong dalam kingdom animalia, filum chordata, kelas actinopterygii, ordo perciformis, famili cichlidae, genus amphilophus, dan spesies *Amphilopus* sp.. Morfologi Ikan Red Devil yaitu memiliki memiliki gigi tajam, berwarna orange, hitam, putih, silver, kuning, bahkan ada juga yang berwarna campuran dari warna-warna tersebut.

Berdasarkan hasil identifikasi sampel ikan didapatkan karakteristik Ikan Red Devil berupa panjang dan berat tubuh. Panjang tubuh Ikan Red Devil berdasarkan pengukuran satu sampel yaitu sebesar 10,5 cm. Berat Ikan Red Devil berdasarkan penimbangan satu sampel yaitu sebesar 24 gram. Sampel Ikan Red Devil yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong dapat dilihat pada Gambar 4.5.



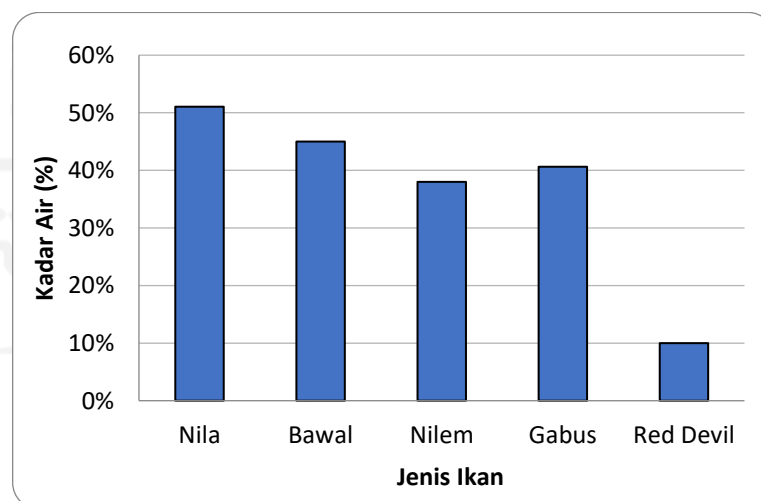
***Gambar 4.5 Sampel Ikan Red Devil yang diperoleh dari lokasi sampling di Sungai Gajah Wong***

Ikan Red Devil merupakan ikan karnivora. Ikan Red Devil disebut sebagai ikan predator bagi ikan-ikan kecil lainnya. Sehingga Ikan Red Devil disebut sebagai hama, karena merupakan ikan yang hanya bisa memangsa namun tidak menghasilkan nilai ekonomi yang memadai, serta perkembangbiakannya sangat cepat (Juliawan dkk, 2020).

Jenis ikan yang berbeda pada masing-masing sampel berpengaruh pada ukuran jeroan yang digunakan dalam pengujian karakteristik mikroplastik. Pengaruh tersebut menyebabkan diperlukan penimbangan berat dan analisis kadar air pada masing-masing sampel jeroan ikan. Hasil identifikasi karakteristik jeroan ikan didapatkan bahwa berat basah jeroan ikan yang ditemukan berkisar 9 sampai 36 gram, sedangkan berat kering jeroan ikan yang ditemukan berkisar 6 sampai 16 gram. Ikan Nila berdasarkan hasil identifikasi pada delapan sampel didapatkan berat basah jeroan berkisar 17 sampai 36 gram dengan rata-rata yaitu 23,8 gram, sedangkan untuk berat kering jeroan yaitu berkisar 10 sampai 16 gram dengan rata-rata yaitu 11,6 gram. Ikan Bawal berdasarkan hasil identifikasi pada tiga sampel

didapatkan berat basah jeroan berkisar 18 sampai 22 gram dengan rata-rata yaitu 20 gram, sedangkan untuk berat kering jeroan yaitu berkisar 10 sampai 13 gram dengan rata-rata yaitu 11 gram. Ikan Nilem berdasarkan hasil identifikasi pada tiga sampel didapatkan berat basah jeroan berkisar 11 sampai 22 gram dengan rata-rata yaitu 16,7 gram, sedangkan untuk berat kering jeroan yaitu berkisar 8 sampai 12 gram dengan rata-rata yaitu 10,3 gram. Ikan Gabus berdasarkan hasil identifikasi pada tiga sampel didapatkan berat basah jeroan berkisar 9 sampai 12 gram dengan rata-rata yaitu 10,7 gram, sedangkan untuk berat kering jeroan yaitu berkisar 6 sampai 7 gram dengan rata-rata yaitu 6,3 gram.

Kadar air merupakan salah satu parameter kimiawi yang dapat menentukan kualitas produk pangan terhadap kerusakan. Tingginya kadar air pada pangan menyebabkan produk menjadi lebih cepat membusuk termasuk produk ikan. Ikan dengan kadar air yang tinggi akan dimanfaatkan oleh mikroba sebagai media pertumbuhannya. Parameter kadar air pada ikan juga penting karena dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur, dan cita rasa (Pandit, 2017). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kadar air jeroan pada masing-masing sampel ikan. Grafik persentase kadar air pada masing-masing sampel ikan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6 Kadar Air Jeroan Ikan Berdasarkan Jenis Ikan di Sungai Gajah Wong**

Berdasarkan grafik tersebut didapatkan bahwa masing-masing ikan memiliki kadar air jeroan yang berbeda. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-

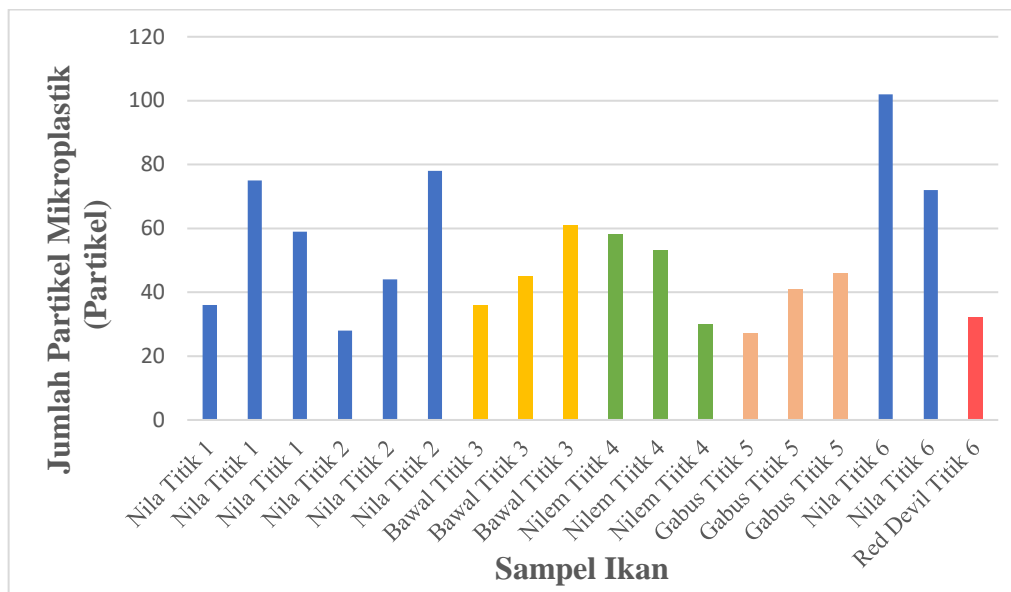


rata kadar air pada 18 sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong yaitu sebesar 43%. Persentase kadar air jeroan tertinggi dimiliki oleh Ikan Nila dengan rata-rata pada delapan ekor sampel yaitu sebesar 51%. Rata-rata kadar air jeroan pada tiga sampel Ikan Bawal yaitu sebesar 45%. Kadar air jeroan rata-rata pada tiga sampel Ikan Gabus yaitu sebesar 41%. Ikan Nilem didapatkan rata-rata kadar air jeroan pada tiga sampel yaitu sebesar 38%. Sedangkan kadar air jeroan paling rendah adalah Ikan Red Devil yaitu sebesar 10% dengan jumlah sampel yaitu satu ekor. Menurut Jayanti dkk (2018), kadar air yang normal pada jeroan ikan yaitu sebesar 61%.

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 penyimpanan. 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 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis Ikan**

Hasil pengamatan pada uji mikroskop terhadap masing-masing sampel ikan didapatkan jumlah partikel mikroplastik yang terlihat. Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan bahwa jumlah partikel yang terlihat pada masing-masing sampel ikan berbeda-beda. Jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan dipengaruhi oleh faktor jumlah mikroplastik di lingkungan dan persebaran mikroplastik tersebut. Faktor jumlah mikroplastik dapat dipengaruhi oleh kepadatan penduduk, jumlah sumber air, jenis pengolahan limbah, dan jumlah saluran pembuangan. Sedangkan faktor persebaran mikroplastik berkaitan dengan pergerakan angin dan sifat partikel (Victoria, 2017). Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan jumlah partikel mikroplastik pada bagian jeroan masing-masing sampel yang ditunjukkan pada grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7 Jumlah Partikel Mikroplastik Pada Jeroan Ikan Berdasarkan Jenis Sampel Ikan di Sungai Gajah Wong**

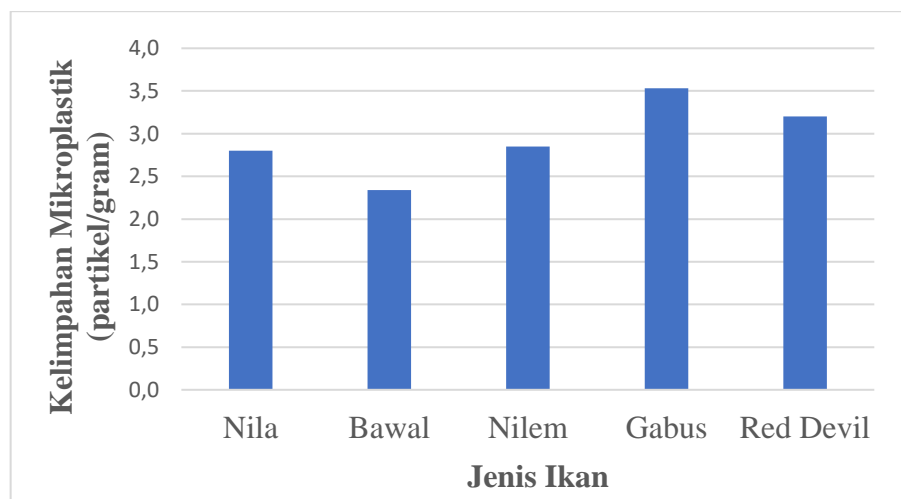
Berdasarkan diagram tersebut didapatkan bahwa mikroplastik yang ditemukan pada bagian jeroan ikan yaitu berkisar antara 27 sampai 102 partikel pada masing-masing sampel. Hasil pengamatan uji mikroskop didapatkan rata-rata jumlah mikroplastik pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong yaitu 51 partikel. Jumlah mikroplastik tertinggi berdasarkan hasil pengamatan ditemukan pada sampel Ikan Nila dengan rata-rata sebesar 62 partikel dengan jumlah sampel delapan ekor, diikuti oleh Ikan Bawal dan nilem dengan rata-rata 47 partikel dengan masing-masing jumlah sampel yaitu tiga ekor. Jumlah mikroplastik terendah berdasarkan hasil pengamatan ditemukan pada sampel Ikan Gabus sebesar 38 partikel dengan jumlah sampel tiga ekor dan Ikan Red Devil sebesar 32 partikel dengan jumlah sampel satu ekor.

Ikan Nila memiliki kandungan mikroplastik yang lebih besar dikarenakan memiliki bentuk pada organ pencernaan lebih besar dibandingkan dengan sampel ikan lainnya sehingga menjadi salah satu penyebab banyaknya mikroplastik yang terkandung didalam tubuhnya (Budiman, 2010). Ikan Nila merupakan salah satu jenis ikan demersal yang memiliki sifat hidup dekat dengan dasar permukaan air untuk mencari makanan agar tetap hidup didalam air dalam jangka waktu yang cukup lama, hal tersebut menunjukkan bahwa makanan yang didapatkan dari Ikan



Nila telah terkontaminasi oleh mikroplastik yang berada pada dasar perairan sehingga makanan dari Ikan Nila tergantung dari kualitas air dari habitatnya dan adanya endapan sedimen (Ling, 2018). Ikan Bawal merupakan ikan demersal yang memiliki sifat bertahan hidup pada dasar perairan. Kandungan mikroplastik yang lebih sedikit disebabkan karena ukuran ikan yang lebih kecil dibandingkan dengan Ikan Nila. Ikan Nilem merupakan jenis ikan demersal yang memiliki sifat bertahan hidup pada dasar perairan (Alam, 2019). Ikan Nilem hidup di sungai yang berarus sedang dan berair jernih. Selain itu, Ikan Nilem merasa nyaman berada di dasar maupun tengah sungai (Lis Jubaedah dkk, 2010). Karakteristik Ikan Nilem memiliki tubuh sedang. Ikan Nilem memiliki moncong membulat tumpul. Kelebihan dari ikan ini dapat berpeluang sebagai pembersih air danau (Subargja dkk, 2007).

Hasil pengamatan jumlah mikroplastik tersebut didapatkan jumlah kelimpahan partikel mikroplastik pada masing-masing sampel. Jumlah kelimpahan partikel mikroplastik pada sampel ikan menunjukkan jumlah partikel mikroplastik yang terdapat pada tiap gram masing-masing sampel. Kelimpahan partikel yang terdapat pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8 Kelimpahan Partikel Mikroplastik Pada Jeroan Ikan Berdasarkan Jenis Ikan di Sungai Gajah Wong**

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut didapatkan bahwa jumlah kelimpahan partikel mikroplastik yang ditemukan pada bagian jeroan masing-masing sampel ikan berkisar antara 1,08 sampai 4,43 partikel/gram. Hasil

pengamatan uji mikroskop didapatkan rata-rata jumlah kelimpahan partikel mikroplastik pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong yaitu 2,9 partikel/gram. Jumlah kelimpahan partikel mikroplastik tertinggi berdasarkan hasil pengamatan ditemukan pada sampel Ikan Gabus dengan rata-rata kelimpahan yaitu 3,5 partikel/gram dengan jumlah sampel sebanyak tiga ekor. Kelimpahan mikroplastik pada Ikan Red Devil yaitu 3,2 partikel/gram dengan jumlah sampel satu ekor. Rata-rata kelimpahan partikel mikroplastik pada Ikan Nilem dan Ikan Nila adalah 2,8 partikel/gram dengan jumlah sampel Ikan Nilem adalah tiga ekor sedangkan Ikan Nila adalah delapan ekor. Jumlah kelimpahan partikel mikroplastik terendah berdasarkan hasil pengamatan ditemukan pada sampel Ikan Bawal dengan kelimpahan rata-rata yaitu 2,3 partikel/gram dengan jumlah sampel sebanyak tiga ekor.

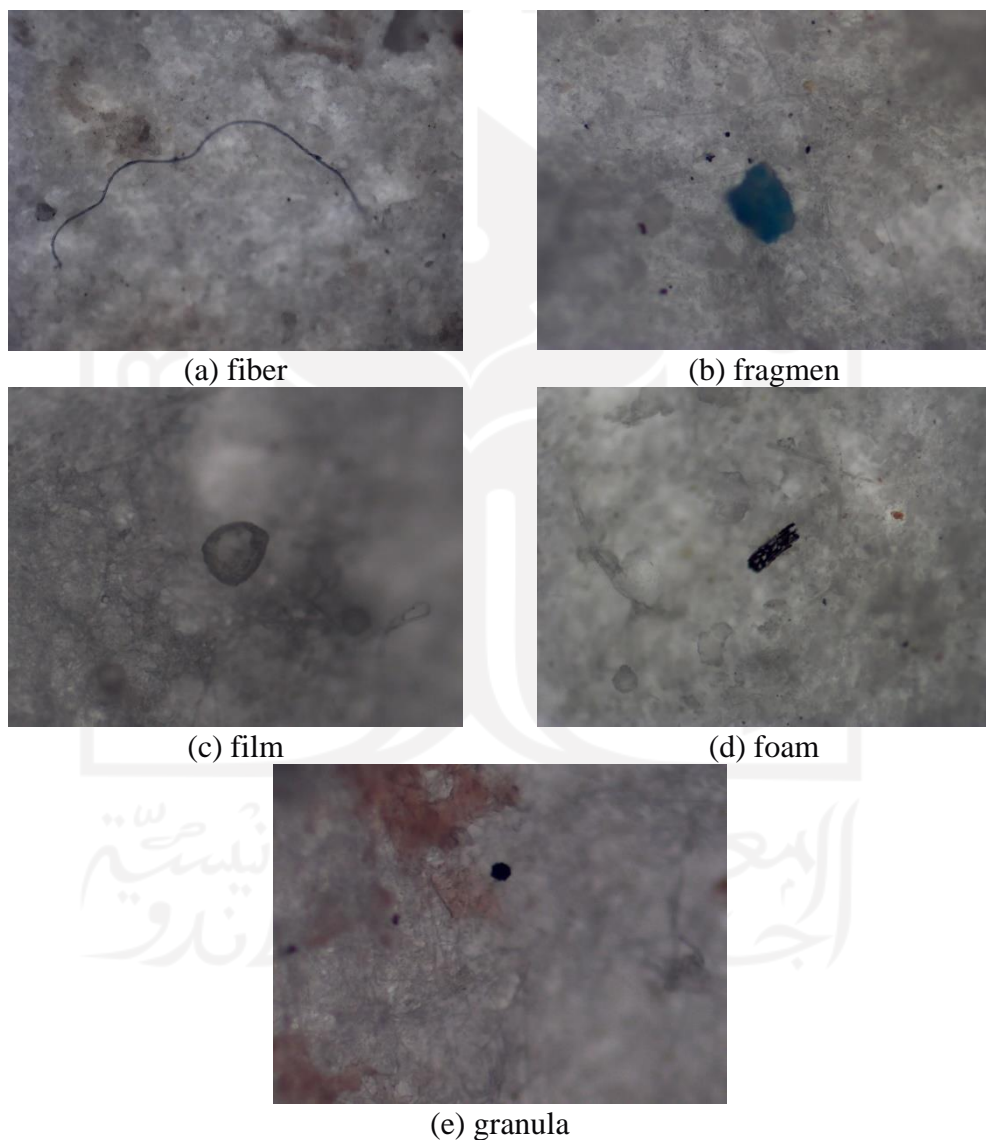
#### **4.4 Identifikasi dan Karakteristik Mikroplastik**

##### **4.4.1 Karakteristik Bentuk Mikroplastik**

Uji mikroskop dilakukan pada pengamatan mikroplastik yang terdapat pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong. Mikroplastik yang terdapat pada masing-masing sampel diamati dan dicatat jumlah partikel yang terlihat dengan klasifikasi jenis mikroplastik. Klasifikasi jenis mikroplastik meliputi fiber, foam, fragmen, film, dan granula. Parameter klasifikasi jenis mikroplastik tersebut ditentukan berdasarkan karakteristik bentuk mikroplastik yang terlihat pada mikroskop.

Karakteristik jenis mikroplastik fiber yaitu berbentuk tipis dan panjang seperti serat sintesis. Karakteristik jenis mikroplastik fragmen memiliki ciri yaitu bentuk bergigi, asimetris, bersudut dan menyerupai pecahan kaca. Jenis fragment berasal dari sampah plastik yang terurai berupa bahan kemasan (*polystyrene*) dan botol plastik (*polypropylene*). Jenis mikroplastik film yaitu berbentuk seperti kertas tipis, dan tembus pandang. Penyebaran mikroplastik film bisa disebabkan karena penggunaan plastik di bidang pertanian. Contoh penggunaan mulsa plastik (plastik penutup lahan berguna untuk mencegah erosi serta menghilangkan gulma) dan polytunnel untuk mengontrol

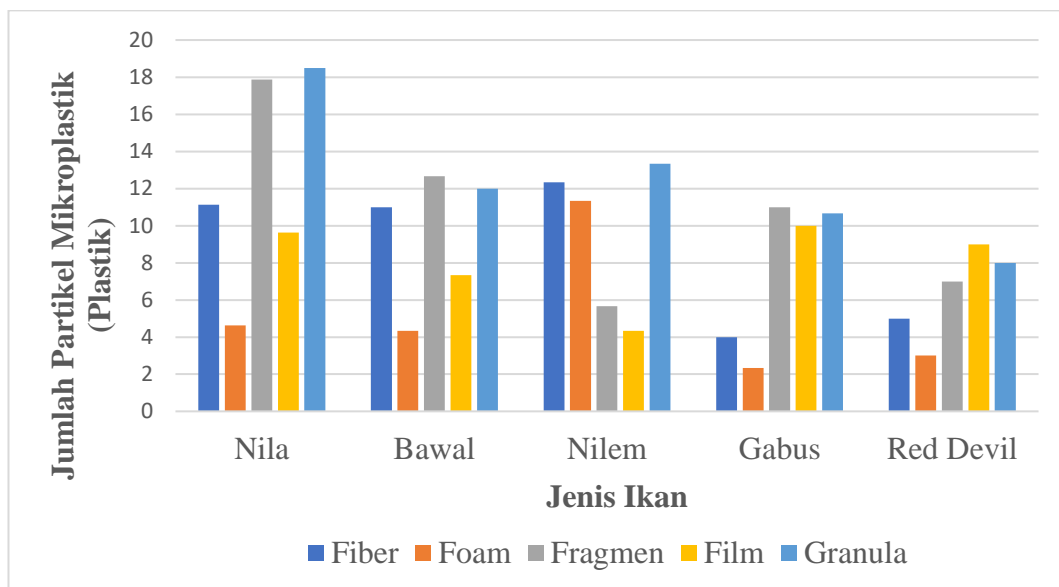
kelembapan tanaman pertanian. Granula merupakan jenis dari mikroplastik primer yang berasal pembuatan plastik dengan ukuran mikroskopis yang berasal dari industri kosmetik. Sedangkan jenis foam diidentifikasi berasal dari partikel yang terbuat dari *styrofoam*. Mikroplastik foam cenderung berwarna kuning dan putih (Ayuningtyas dkk, 2019). Hasil pengamatan klasifikasi jenis mikroplastik berdasarkan karakteristik bentuk mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9 Hasil pengamatan klasifikasi jenis mikroplastik berdasarkan bentuk yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong**

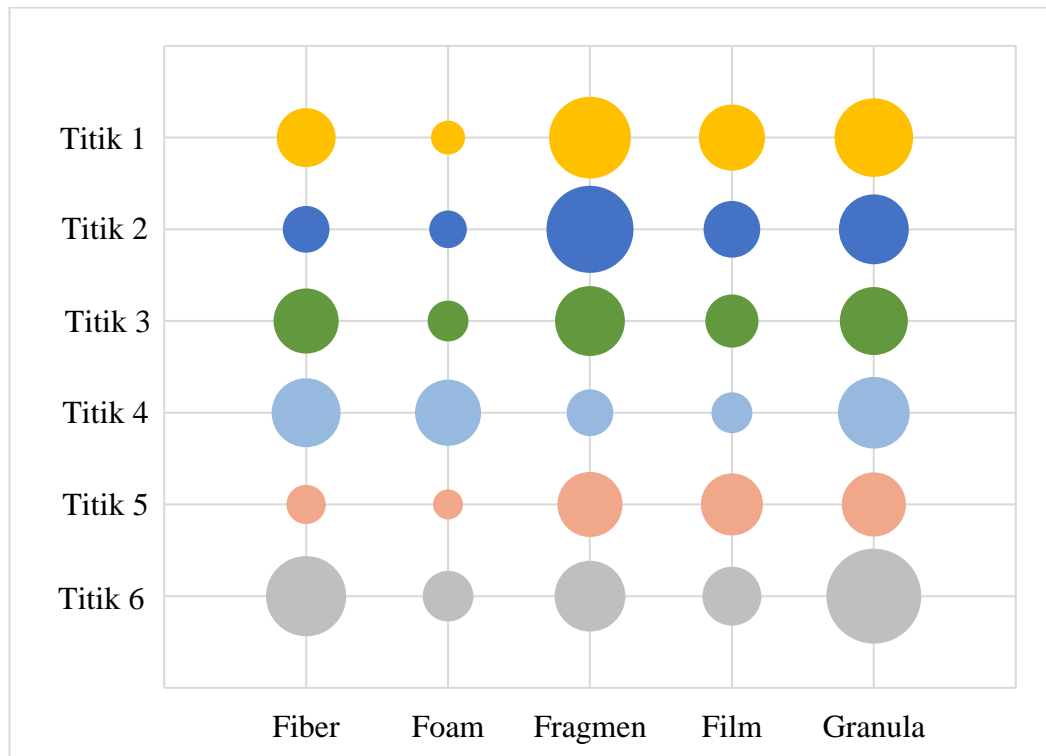
Jumlah partikel mikroplastik berdasarkan klasifikasi jenis mikroplastik dihitung pada masing-masing sampel. Hasil perhitungan didapatkan dari

pengamatan jumlah partikel mikroplastik yang terlihat pada mikroskop masing-masing sampel ikan. Grafik dari jumlah partikel mikroplastik berdasarkan klasifikasi jenis mikroplastik dihitung pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.10 Hasil Pengamatan Identifikasi Jenis Mikroplastik Berdasarkan Bentuk Pada Tiap Jenis Ikan di Sungai Gajah Wong**

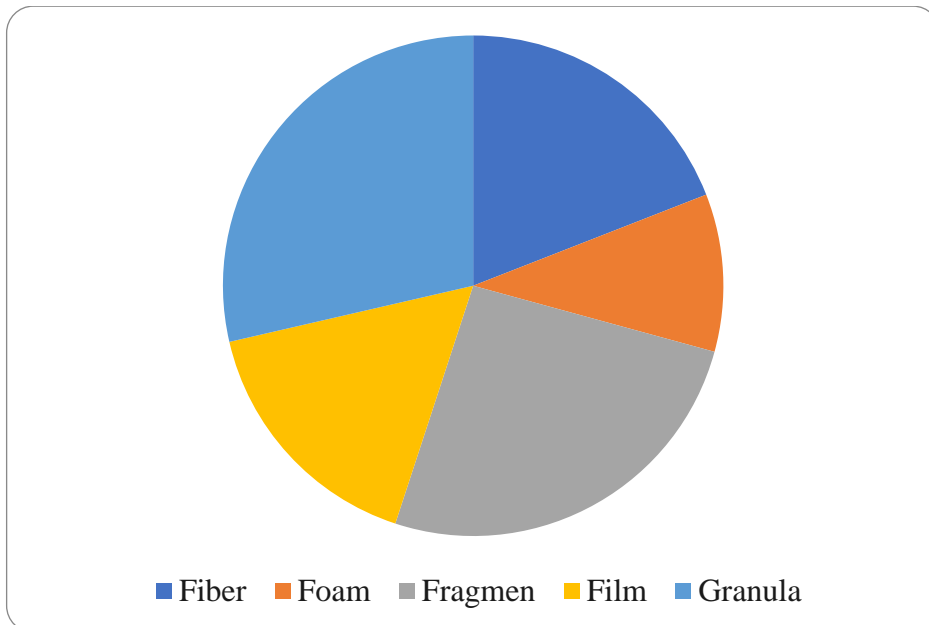
Berdasarkan hasil pengamatan tersebut didapatkan bahwa jenis mikroplastik terbanyak yang ditemukan pada sampel ikan berbeda-beda. Jenis mikroplastik pada jenis sampel berbeda karena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis ikan, jumlah mikroplastik pada lokasi sungai, persebaran mikroplastik, dan sumber mikroplastik berasal. Jenis mikroplastik tertinggi yang ditemukan pada sampel Ikan Nila dan nilem yaitu granula. Jenis mikroplastik tertinggi yang ditemukan pada Ikan Bawal yaitu fragmen. Mikroplastik yang ditemukan pada Ikan Gabus didominasi oleh jenis mikroplastik fragmen dan granula. Sedangkan jenis mikroplastik tertinggi yang ditemukan pada sampel Ikan Red Devil yaitu film. Perbedaan jenis mikroplastik yang ditemukan pada masing-masing sampel dipengaruhi oleh lokasi atau habitat sampel tersebut. Grafik jumlah partikel mikroplastik berdasarkan jenis mikroplastik pada tiap titik dapat dilihat pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11 Hasil Pengamatan Identifikasi Jenis Mikroplastik Berdasarkan Bentuk Pada Tiap Titik Sampling di Sungai Gajah Wong**

Jumlah mikroplastik yang ditemukan berdasarkan jenis mikroplastik tiap titik didapatkan bahwa pada titik 1, titik 2, dan titik 3 jenis mikroplastik terbanyak yang ditemukan adalah jenis fragmen, pada titik 4 jumlah mikroplastik terbanyak yang ditemukan adalah granula, pada titik 5 jenis mikroplastik terbanyak yang ditemukan adalah fragmen dan granula, sedangkan pada titik 6 jenis mikroplastik terbanyak yang ditemukan adalah granula. Jumlah mikroplastik jenis fragmen yang paling banyak ditemukan pada titik 1, titik 2, dan titik 3 disebabkan karena ketiga titik berlokasi di sebelah utara Kota Yogyakarta dimana tata guna lahan sekitar sungai hanya berputar pada kegiatan pemukiman seperti cuci pakaian dan peralatan rumah tangga, irigasi, laundry, tempat makan, dan sekolah. Pada titik 4, titik 5, dan titik 6 aktivitas industri lebih tinggi dibandingkan dengan titik sebelumnya sehingga menyebabkan keberadaan jumlah mikroplastik jenis granula lebih banyak ditemukan. Victoria (2017) menyatakan bahwa jumlah mikroplastik pada tiap jenis mikroplastik yang ditemukan juga dipengaruhi oleh jenis ikan,

aktivitas masyarakat, dan sifat partikel. Persentase partikel mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan Sungai Gajah Wong berdasarkan jenis mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12** *Persentase jenis mikroplastik berdasarkan bentuk yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong*

Berdasarkan grafik tersebut didapatkan bahwa jenis mikroplastik tertinggi yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong adalah jenis granula. Granula merupakan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada sampel ikan Sungai Gajah Wong dengan persentase 29%. Keberadaan mikroplastik jenis granula pada sampel secara umum berasal dari pabrik plastik seperti microbeads yang berada pada produk kosmetik.

Persentase jenis mikroplastik paling banyak yang ditemukan pada sampel ikan Sungai Gajah Wong adalah jenis fragmen sebesar 26%. Mikroplastik jenis fragmen secara umum berasal dari hasil fragmentasi dari adanya sampah berbentuk makro yang terkena sinar radiasi UV matahari, gelombang air, bahan bersifat toksik dari sekitar badan air serta adanya kandungan air laut yang memiliki sifat hidrolitik. Proses fragmentasi dipengaruhi oleh lamanya waktu tinggal dan mengalami degradasi yang disebabkan oleh sinar matahari yang masuk kedalam air. Jenis mikroplastik fragmen yang sudah lama atau berumur tua akan termakan oleh beberapa

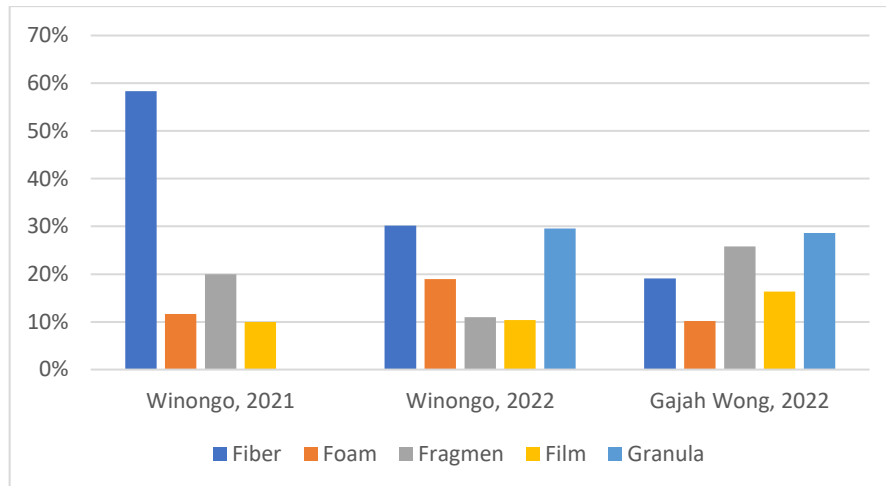
hewan air dan mengalami pengendapan pada sedimen pada dasar air (Putri, 2017).

Mikroplastik jenis fiber ditemukan pada sampel ikan dengan persentase tertinggi ketiga sebesar 19%. Jenis fiber pada sampel dapat berasal dari beberapa botol plastik dan tali yang memiliki serat fiber yang dapat terdegradasi menjadi sebuah mikroplastik, fiber berasal dari sebuah fragmentasi monofilament dari jaring ikan, kain sintetis dan tali berbahan fiber. Fiber menjadi salah satu penyumbang mikroplastik yang diduga berasal dari tingginya aktivitas pengambilan ikan pada badan air yang menggunakan jaring sehingga menjadi salah satu penyumbang debris ke dalam air (Katsanevakis dan Katsarou, 2004). Selain itu, mikroplastik fiber juga dapat berasal dari limbah pencucian pakaian, kendaraan dan lain-lain dari aktivitas masyarakat disekitar badan air (GESAMP, 2015).

Jenis mikroplastik yang ditemukan selanjutnya adalah jenis film dengan persentase 16%. Film adalah jenis mikroplastik yang berasal dari beberapa kantong kemasan makanan yang memiliki bentuk dan warna transparan (Dewi dkk, 2015). Film adalah bagian dari produk plastik yang sangat rapuh sehingga sangat mudah terdegradasi (Browne, 2011). Mikroplastik film mudah terbawa oleh gelombang arus, karena densitasnya yang rendah. Mikroplastik dapat mengapung atau tenggelam karena berat massa jenis mikroplastik lebih ringan daripada air laut seperti polypropylene yang akan mengapung dan menyebar luas di lautan. Mikroplastik lainnya seperti akrilik lebih padat daripada air laut dan kemungkinan besar terakumulasi di dasar laut, yang berarti bahwa sejumlah besar mikroplastik pada akhirnya dapat terakumulasi di laut dalam dan akhirnya akan mengganggu rantai makanan di perairan (Rochman dkk, 2015).

Mikroplastik yang paling sedikit ditemukan pada sampel ikan Sungai Gajah Wong adalah jenis foam. Jenis foam berasal dari bahan penyusun polimer styrene untuk pembuatan styrofoam. Produk berbahan styrofoam dapat ditemukan pada kemasan pelindung elektronik, tempat makanan, lemari pendingin dan lain-lain. Limbah styrofoam akan terdegradasi sehingga menjadi

partikel mikroplastik dan dikenal dengan jenis foam (Istiqomah, 2020). Perbandingan persentase jenis mikroplastik pada sampel ikan Sungai Gajah Wong dengan sungai lainnya di Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 4.13.



**Gambar 4.13 Perbandingan Persentase Jenis Mikroplastik Berdasarkan Bentuk Pada Sampel Ikan Sungai Gajah Wong Dengan Sungai Winongo 2021 dan Sungai Winongo 2022**

Berdasarkan hasil perbandingan persentase jenis mikroplastik pada sampel ikan Sungai Gajah Wong dengan sungai lainnya didapatkan bahwa jenis mikroplastik terbanyak pada Sungai Winongo tahun 2021 yaitu jenis fiber (Fernanda, 2021). Pada tahun 2022, Sungai Winongo terjadi perubahan kondisi sungai yang ditunjukkan dengan tingginya persentase granula dan jenis fiber (Imanda, 2022). Kondisi kedua sungai tersebut berbeda dengan kondisi di Sungai Gajah Wong pada tahun 2022 dimana jenis mikroplastik tertinggi yang ditemukan adalah jenis granula yang diikuti jenis fragmen. Perbedaan jenis mikroplastik yang ditemukan dipengaruhi oleh tata guna lahan sekitar sungai dan aktivitas masyarakat di sekitar sungai.

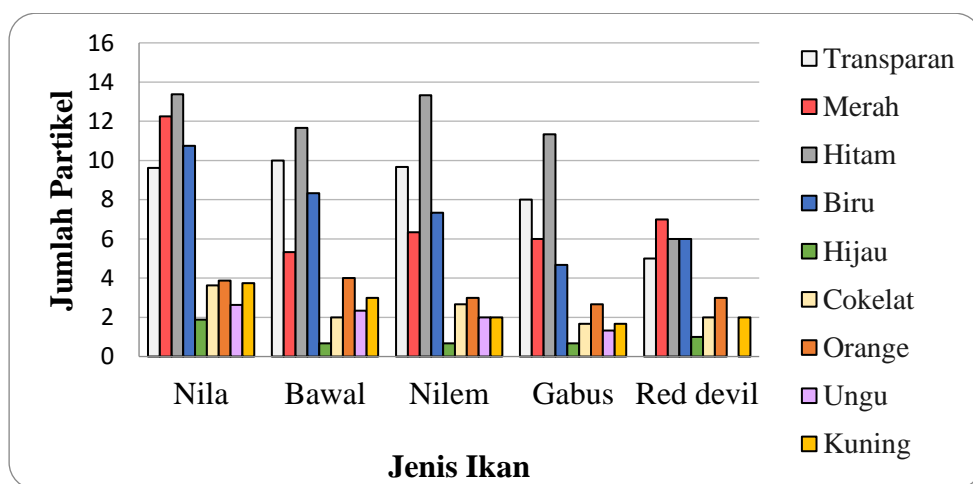
#### **4.4.2 Karakteristik Warna Mikroplastik**

Pengamatan jumlah partikel mikroplastik pada masing-masing sampel ikan juga diklasifikasi berdasarkan karakteristik warna mikroplastik. Indeks photodegradasi dari warna mikroplastik dapat digunakan sebagai penentu berapa lama mikroplastik itu berada di perairan, semakin lama plastik berada terombang-ambing di perairan maka warna dari plastik tersebut akan mengalami degradasi warna (Hildalgo dkk, 2012). Klasifikasi warna



mikroplastik dibagi menjadi 9 kategori yang meliputi warna transparan, merah, hitam, biru, hijau, coklat, orange, ungu, dan kuning.

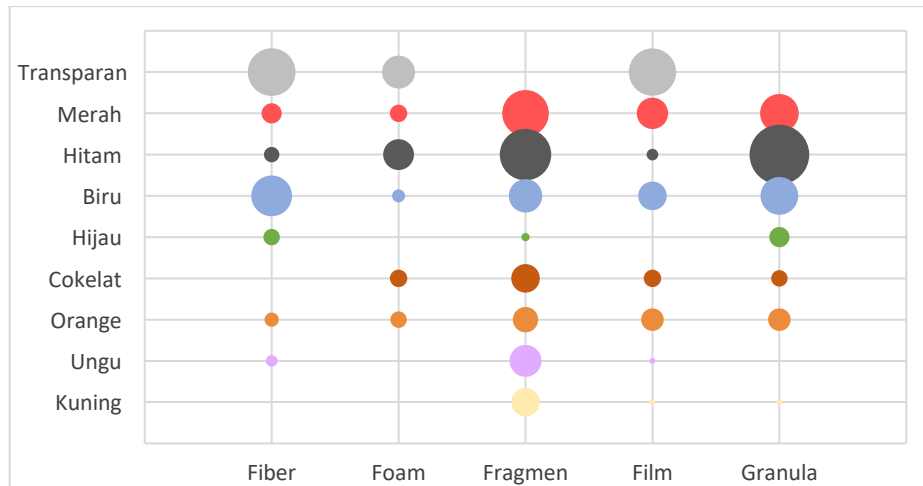
Jumlah partikel mikroplastik berdasarkan klasifikasi warna mikroplastik dihitung pada masing-masing sampel. Hasil perhitungan didapatkan dari pengamatan jumlah partikel mikroplastik yang terlihat pada mikroskop masing-masing sampel ikan. Grafik dari jumlah partikel mikroplastik berdasarkan klasifikasi warna mikroplastik dihitung pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Gambar 4.14.



**Gambar 4.14 Hasil Pengamatan Identifikasi Warna Mikroplastik Pada Tiap Jenis Ikan di Sungai Gajah Wong**

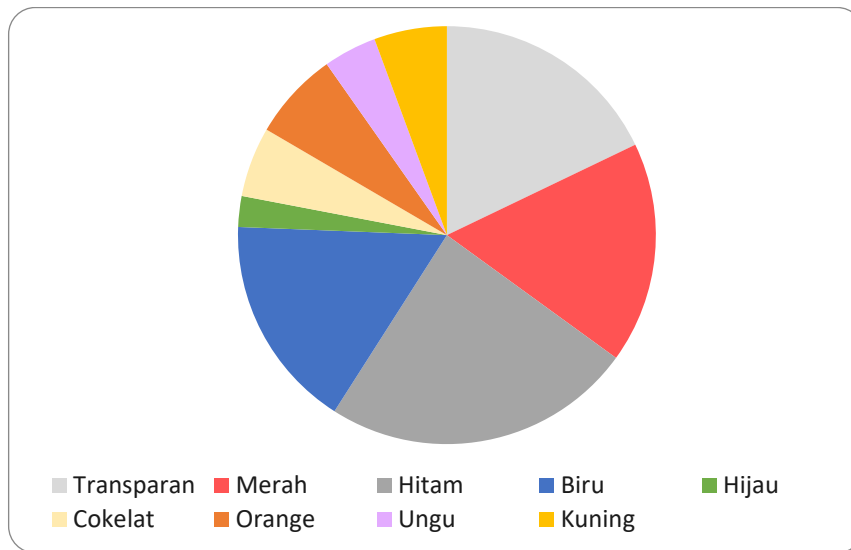
Berdasarkan pengamatan didapatkan bahwa masing-masing jenis ikan mengandung jumlah partikel dengan warna yang berbeda. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa warna hitam paling banyak ditemukan pada beberapa jenis ikan. Jumlah partikel mikroplastik dengan warna hitam paling banyak ditemukan pada Ikan Nila dan Ikan Nilem diikuti oleh Ikan Bawal dan Ikan Gabus. Pada Ikan Red Devil mikroplastik lebih banyak ditemukan warna merah. Perbedaan warna mikroplastik disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu karena pengaruh dari kondisi lingkungan sekitar dan iklim, dilihat dari pengaruh sampah dan limbah yang berada di lingkungan tidak hanya terdiri satu warna saja. Paparan sinar matahari atau sinar ultraviolet terus-menerus dapat mempengaruhi perubahan warna pada partikel yang ditemukan (Putri, 2017). Warna yang ada pada mikroplastik adalah warna asli

dari plastik sebelum plastik mengalami proses fragmentasi sehingga terjadi perubahan warna (Ratnasari, 2017). Jumlah mikroplastik berdasarkan warna mikroplastik tiap jenis bentuk mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 4.15.



**Gambar 4.15 Hasil pengamatan jumlah mikroplastik berdasarkan warna dan jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong**

Jumlah mikroplastik yang ditemukan pada tiap jenis mikroplastik berdasarkan warna mikroplastiknya didapatkan bahwa pada jenis fiber ditemukan warna terbanyak adalah transparan sejumlah 67 partikel. Jenis foam yang ditemukan pada sampel ikan Sungai Gajah Wong paling banyak adalah warna transparan sejumlah 32 partikel. Jumlah mikroplastik pada jenis fragmen ditemukan paling banyak berwarna hitam sejumlah 78 partikel. Mikroplastik jenis film ditemukan paling banyak berwarna transparan sejumlah 66 partikel. Mikroplastik jenis granula paling banyak ditemukan berwarna hitam sejumlah 105 partikel. Persentase partikel mikroplastik yang ditemukan berdasarkan warna dapat dilihat pada Gambar 4.16.



**Gambar 4.16** *Persentase warna mikroplastik yang ditemukan pada keseluruhan sampel ikan Sungai Gajah Wong*

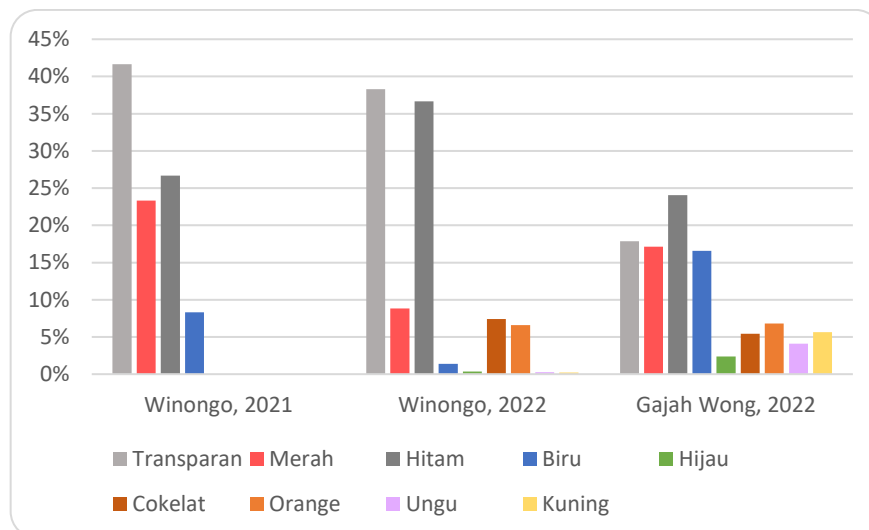
Berdasarkan grafik tersebut didapatkan bahwa warna mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong didominasi oleh warna hitam dengan persentase 24%. Menurut Hiwari (2019), warna hitam dapat terindikasi bahwa banyak kontaminan dan partikel organik lain yang terserap dalam mikroplastik. Mikroplastik berwarna hitam memiliki kemampuan penyerapan polutan yang relatif tinggi dan dapat berpengaruh pada tekstur mikroplastik.

Dominasi warna mikroplastik selanjutnya yaitu transparan dengan persentase 18%. Mikroplastik berwarna transparan adalah identifikasi awal dari jenis polimer polypropylene (PP). Polimer PP adalah salah satu polimer yang sering ditemukan di perairan (Pedrotti, 2014). Warna transparan menjadi indikasi waktu mikroplastik yang berada cukup lama di perairan mengalami fotodegradasi oleh sinar UV (Hiwari, 2019).

Persentase tertinggi ketiga yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong yaitu warna merah dan biru sebesar 17%. Tingginya warna merah maupun biru yang ditemukan pada mikroplastik menunjukkan bahwa warna dari plastik masih sangat pekat dan belum mengalami degradasi warna yang signifikan. Mikroplastik yang memiliki warna pekat adalah identifikasi awal

dari polimer polyethylene (PE). PE merupakan bahan awal pembuatan penyusun sampah kantong dan wadah plastik (GESAMP, 2015).

Warna mikroplastik lain yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong yaitu meliputi warna orange dengan persentase 7%, kuning sebesar 6%, coklat sebesar 5%, ungu 4%, dan hijau 2%. Keberadaan warna dapat berasal dari warna plastik yang masih pekat maupun yang sudah memudar. Warna coklat pada mikroplastik bersumber dari plastik yang terbuat dari minyak bumi dan bersifat LDPE yaitu Low Density Polyethylene. Plastik berwarna coklat ini adalah plastik yang dapat di daur ulang (GESAMP, 2015). Perbandingan persentase warna mikroplastik pada sampel ikan Sungai Gajah Wong dengan sungai lainnya di Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 4.17.



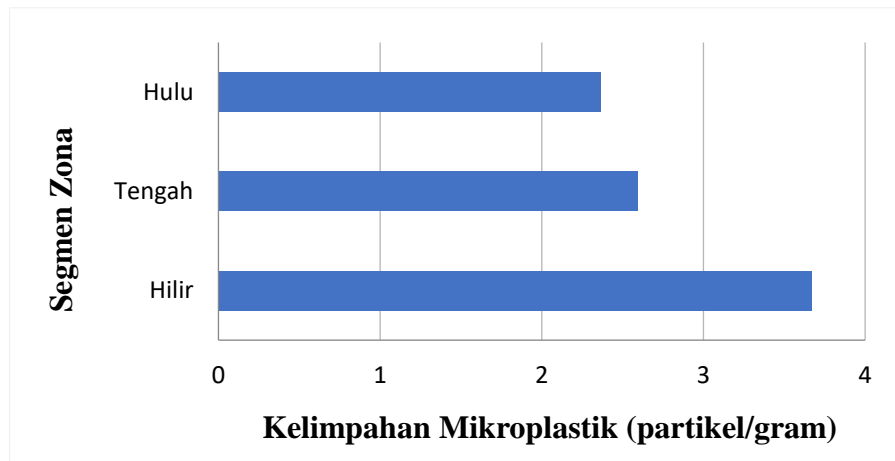
**Gambar 4.17 Perbandingan Persentase Warna Mikroplastik Pada Sampel Ikan Sungai Gajah Wong dengan Sungai lainnya di Yogyakarta**

Berdasarkan hasil perbandingan persentase warna mikroplastik pada sampel ikan Sungai Gajah Wong dengan sungai lainnya didapatkan bahwa warna mikroplastik terbanyak di Sungai Winongo pada tahun 2021 yaitu transparan (Fernanda, 2021). Pada tahun 2022, kondisi Sungai Winongo terjadi perubahan dimana persentase warna hitam semakin meningkat mendekati keberadaan mikroplastik yang berwarna transparan (Imanda, 2022). Kondisi kedua sungai tersebut berbeda dengan kondisi di Sungai Gajah Wong pada

tahun 2022 dimana warna mikroplastik tertinggi yang ditemukan adalah warna hitam yang diikuti warna transparan.

#### 4.6 Persebaran Mikroplastik

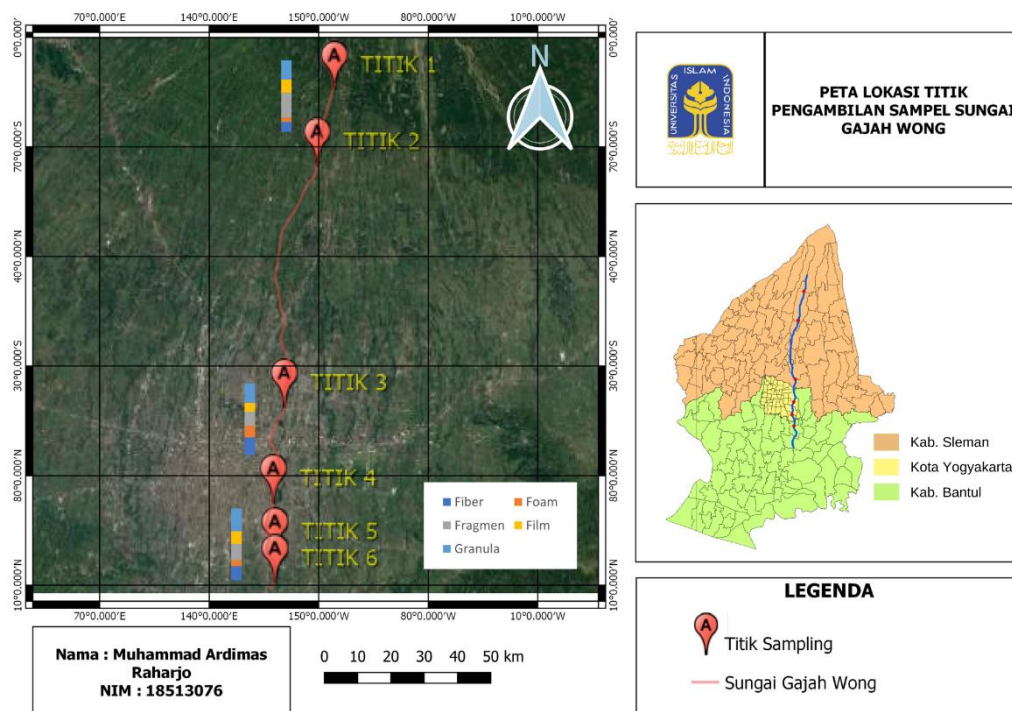
Sungai pada suatu lokasi dibagi menjadi tiga bagian zona yaitu zona hulu, zona tengah, dan zona hilir. Zona hulu merupakan bagian sungai berasal sehingga diasumsikan bahwa bagian hulu sungai lebih tidak terkontaminasi dibandingkan bagian aliran sungai setelahnya. Zona tengah merupakan bagian tengah sungai dimana kontaminasi pada air sungai terjadi karena kondisi sungai telah dipengaruhi oleh aktivitas dan kepadatan penduduk di sekitar sungai. Zona hilir merupakan bagian akhir sungai bermuara. Ketiga bagian zona dapat menunjukkan kondisi sungai yang representatif. Hasil pengamatan jumlah partikel mikroplastik pada setiap zona berbeda-beda. Kelimpahan partikel mikroplastik yang terkandung pada masing-masing sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong berdasarkan segmentasi zona dapat dilihat pada Gambar 4.18.



**Gambar 4.18** Kelimpahan partikel mikroplastik yang terkandung pada masing-masing sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong berdasarkan segmentasi zona

Berdasarkan data kandungan mikroplastik tersebut didapatkan bahwa selaju aliran air dari hulu ke hilir terjadi peningkatan kelimpahan kandungan mikroplastik. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh aktivitas manusia. Tingginya kepadatan penduduk menyebabkan peningkatan aktivitas manusia sehingga faktor meningkatnya kadar mikroplastik semakin tinggi. Mikroplastik yang bersumber

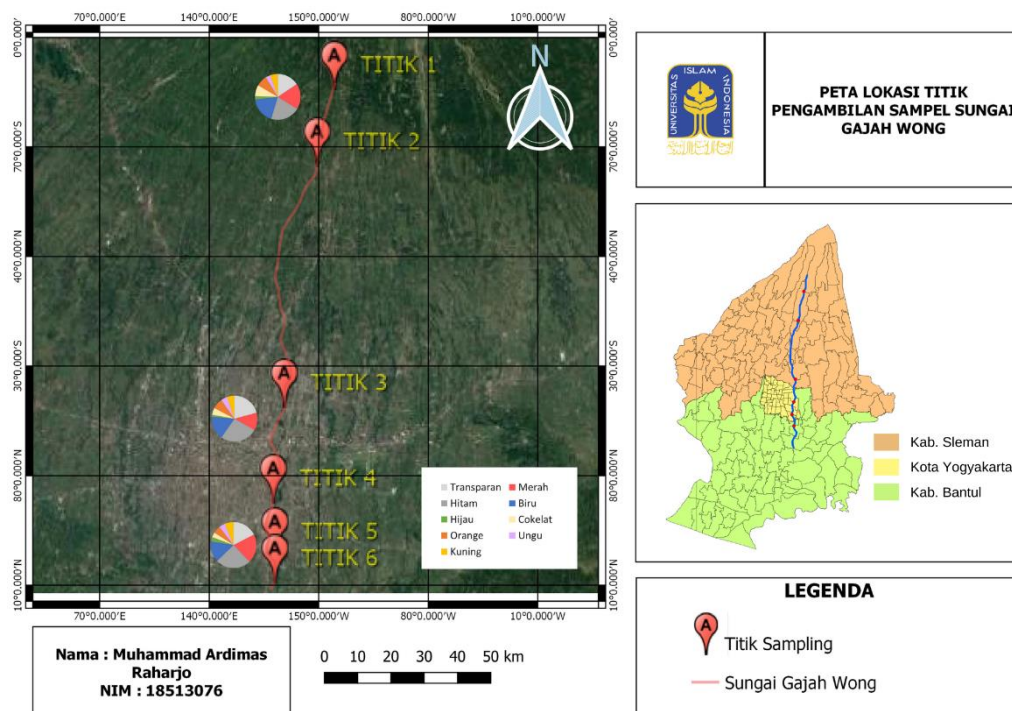
baik dari limbah industri, limbah rumah tangga, maupun limbah plastik yang terdegradasi akan bergerak mengikuti aliran air karena ukuran dan struktur mikroplastik yang kecil. Kandungan mikroplastik pada bagian sungai kemudian akan mempengaruhi kandungan mikroplastik pada ikan melalui sistem pencernaan maupun pernapasan ikan. Ikan yang sedang mencari makan dapat secara langsung maupun tidak langsung mengonsumsi mikroplastik yang tersebar di perairan.



**Gambar 4. 19** Persebaran jenis mikroplastik yang terkandung di sampel jeroan ikan Sungai Gajah Wong pada zona hulu, zona tengah, dan zona hilir

Jenis mikroplastik tertinggi yang ditemukan pada masing-masing zona berbeda. Hal ini disebabkan oleh tata lahan area sekitar sungai pada masing-masing zona. Tata guna lahan yang beragam menyebabkan faktor pencemaran mikroplastik yang terkandung pada sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong memiliki hasil yang berbeda. Pada zona hulu, jenis mikroplastik yang dominan ditemukan adalah fragmen dan granula. Pada zona tengah, jenis mikroplastik yang dominan ditemukan adalah granula dan fiber. Pada zona hilir, jenis mikroplastik yang dominan ditemukan adalah granula dan fragmen. Tingginya jenis granula pada ketiga zona disebabkan karena ketiga zona berada di sekitar pemukiman yang pembuangan air limbahnya menuju ke lokasi sungai. Tingginya fragmen pada zona

hulu dan hilir disebabkan karena pada kedua zona terdapat penumpukan limbah plastik di sekitar sungai yang telah melalui proses degradasi menjadi mikroplastik. Sedangkan tingginya jenis fiber pada zona tengah disebabkan karena 2 lokasi yang digunakan pada zona tengah merupakan area pemancingan dimana jenis mikroplastik fiber dapat berasal dari alat pancing yang digunakan oleh pemancing di sekitar sungai untuk menangkap ikan.



**Gambar 4. 20** Persebaran warna mikroplastik yang terkandung di sampel jeroan ikan Sungai Gajah Wong pada zona hulu, zona tengah, dan zona hilir

Warna mikroplastik tertinggi yang ditemukan pada masing-masing zona memiliki persentase yang berbeda. Hal ini berkaitan dengan tata guna lahan area sekitar sungai, reaksi yang terjadi pada proses degradasi plastik menjadi mikroplastik, dan lama mikroplastik terdegradasi. Mikroplastik yang berwarna hitam merupakan warna paling dominan yang ditemukan pada ketiga zona. Hal ini disebabkan karena ketiga zona berlokasi di pinggir jalan raya dimana polusi yang dihasilkan dari kendaraan dapat mempengaruhi reaksi proses degradasi dan menyebabkan warna pada mikroplastik menjadi hitam. Tingginya warna transparan pada ketiga zona disebabkan oleh lamanya mikroplastik telah terdegradasi, selain



itu transparan merupakan warna mikroplastik yang berasal dari mikroplastik primer atau granula.

#### **4.7 FTIR**

*Fourier Transform Infra Red* atau FTIR merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melihat struktur molekul suatu senyawa pada suatu sampel menggunakan prinsip spektroskopi sehingga jenis polimer pada mikroplastik yang terkandung dalam sampel dapat diketahui. Deteksi dan analisis hasil spektrum pada FTIR dilakukan dengan inframerah yang berkolaborasi dengan transformasi fourier. Fungsi spektroskopi inframerah yaitu untuk mengidentifikasi senyawa organik. Kemudian sinar inframerah akan diserap oleh masing-masing kelompok fungsional pada frekuensi yang unik. Transmisi cahaya kemudian terjadi pada saat cahaya melewati sampel sehingga muncul spektrum merah. Detector kemudian akan mengukur cahaya yang masuk. Cahaya yang masuk lalu dibandingkan dengan intensitas cahaya tanpa adanya sampel untuk mengukur panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diterima akan diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) (Sarasita dkk, 2019).

Keunggulan metode FTIR yaitu dapat menerima informasi struktur molekul secara tepat dan akurat karena memiliki resolusi yang tinggi. Penggunaan metode FTIR juga memiliki keunggulan dapat digunakan dalam identifikasi sampel pada berbagai fase baik padat, cair, ataupun gas. Keunggulan metode FTIR yang lain adalah penyiapan sampel dan analisa membutuhkan waktu yang lebih cepat, tidak menggunakan pelarut yang banyak, dan mengurangi risiko toksisitas (Putri dkk, 2016). Kekurangan metode FTIR yaitu tidak dapat mengidentifikasi visual secara detail bentuk gelombang suatu objek sampai di tingkat sidik jari (Kusumastuti, 2011).

Pengujian FTIR pada jeroan ikan di Sungai Gajah Wong dilakukan pada 3 sampel. Sampel pertama yang diamati merupakan jeroan Ikan Nila di titik 1 yang diasumsikan dapat menunjukkan presentatif dari kondisi zona hulu pada Sungai Gajah Wong. Sampel kedua yang diamati merupakan jeroan Ikan Nilem di titik 2 yang diasumsikan dapat menunjukkan presentatif dari kondisi zona tengah pada



Sungai Gajah Wong. Sampel ketiga yang diamati merupakan jeroan Ikan Nila di titik 6 yang diasumsikan dapat menunjukkan presentatif dari kondisi zona hilir pada Sungai Gajah Wong. Pengujian FTIR juga dilakukan pada kertas *filter Whatman* tanpa penambahan sampel sebagai blanko. Hasil FTIR pada kertas blanko dapat dilihat pada Tabel 4.3, sedangkan hasil FTIR pada sampel ikan Sungai Gajah Wong dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.3 Hasil FTIR skor kertas blanko**

No.	Score	Library	Name	Comment
1	878	6-T-Inorganic2	Glass2	Glass Transmission
2	845	5-T-Inorganic2	Glass1	Glass Transmission
3	766	29-T-Inorganic2	T_Na6Al6Si6O24S4	Na6Al6Si6O24S4, Transmission (Microscope), Pig No. B-29, Ultramarine, CAS No. 57455-37-5
4	760	2-ATR-Inorganic2	D_SiO2_1	Diatomaceous Earth, Granular/SiO2 DuraSamplIR
5	739	34-ATR-Inorganic2	D_SiO2_1	Na6Al6Si6O24S4, DuraSamplIR, Pig No. B-29, Ultramarine, CAS No. 57455-37-5
6	734	5-ATR-Inorganic2	D_Glass1	Glass Transmission
7	721	6-ATR-Inorganic2	D_Glass2	Glass Transmission
8	704	3-T-Inorganic2	TALC	TALC/3Mg4SiO2H2O Transmission
9	692	30-Shimadzu Standard Library Vol. 2shim2404-1	Poly (hexamethylene phosphate)	2,2',2''-NITRILOTRIETHANOL TRINITRATE HEMIPHOSPHATE C6H12N4O9 1/2H3O4P 588-42-1
10	646	174-ATR-Polymer2	D_Tence	Tencel (LENZING Corporation) DuraSamplIR-II

**Tabel 4.4 Hasil FTIR sampel jeroan ikan di Sungai Gajah Wong**

No	Sampel	Kemiripan Score	Library	Nama Polimer	Keterangan
----	--------	-----------------	---------	--------------	------------

1	Hulu	861	152- ATR- Polymer 2	D_Polyvinyl_St earate	Jenis vinyl memiliki sifat yang tidak berwarna. Umumnya digunakan sebagai produk industri yang bertujuan untuk memproduksi cat, perekat, dan isolasi.
2	Hulu	822	100- ATR- Polymer 2	D_Ethylene_Eth ylAcrylate	Jenis ethyl biasanya digunakan untuk pembuatan produk pembersih <i>antioxidant agent</i> , untuk sintesa kimia, reaksi addisi dengan senyawa organik dan anorganik, formulasi cat dan dispersi untuk cat, tinta, dan <i>adhesive</i> , serta digunakan untuk berbagai cairan resin dan dispersi untuk tekstil dan kertas, serta pembuatan vitamin B1.
3	Tengah	806	146- ATR- Polymer 2	D_Polythylene_ Oxidized	Polietilen oksida memiliki sifat biopolimer sehingga biasanya digunakan dalam pembuatan berbagai jenis alat kedokteran, kesehatan, dan farmasi seperti pembalut luka, kontak lens, membran dialisis, alat lepas obat, dan kateter.
4	Tengah	798	152- ATR- Polymer 2	D_Polyvinyl_St earate	Jenis vinyl memiliki sifat yang tidak berwarna. Umumnya digunakan sebagai produk industri yang bertujuan untuk memproduksi cat, perekat, dan isolasi.
5	Tengah	792	100- ATR- Polymer 2	D_Ethylene_Eth ylAcrylate	Jenis ethyl biasanya digunakan untuk pembuatan produk pembersih <i>antioxidant agent</i> , untuk sintesa kimia, reaksi addisi dengan senyawa organik dan anorganik, formulasi cat dan dispersi untuk cat, tinta, dan <i>adhesive</i> , serta digunakan untuk berbagai cairan resin dan dispersi untuk tekstil dan kertas, serta pembuatan vitamin B1.

6	Hilir	802	146- ATR- Polymer 2	D_Polyethylene_ Oxidized	Polietilen oksida memiliki sifat biopolimer sehingga biasanya digunakan dalam pembuatan berbagai jenis alat kedokteran, kesehatan, dan farmasi seperti pembalut luka, kontak lens, membran dialisis, alat lepas obat, dan kateter.
7	Hilir	803	123- ATR- Polymer 2	D_PE_PP	Jenis ini menggabungkan antara polietilena dengan polipropilena. Umumnya jenis ini digunakan dalam produksi kantong plastik.
8	Hilir	798	152- ATR- Polymer 2	D_Polyvinyl_St earate	Jenis vinyl memiliki sifat yang tidak berwarna. Umumnya digunakan sebagai produk industri yang bertujuan untuk memproduksi cat, perekat, dan isolasi.

Berdasarkan hasil uji FTIR pada sampel ikan didapatkan bahwa pada masing-masing sampel ditemukan beberapa senyawa kimia yang memiliki kemiripan dengan senyawa kimia pada beberapa polimer mikroplastik. Polimer mikroplastik tersebut meliputi polyvinyl stearate, ethyl acrylate, polythylen oxidized, serta gabungan polietilena (PE) dan polipropilena (PP). Kemiripan senyawa kimia yang ditemukan pada masing-masing sampel jeroan ikan dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang ada di sekitar sungai (Hanif dkk, 2021).

Polyvinyl stearate merupakan jenis polimer yang memiliki sifat yang tidak berwarna. Jenis polimer ini biasanya digunakan untuk produk industri yang bertujuan untuk memproduksi cat, perekat, dan isolasi. Keberadaan jenis polyvinyl stearate yang ditemukan pada sampel di setiap zona Sungai Gajah Wong. Keberadaan jenis polimer tersebut disebabkan karena kondisi sungai yang bersinggungan langsung dengan dinding-dinding pembatas sungai. Ethyl acrylate merupakan jenis polimer yang biasanya digunakan untuk pembuatan produk pembersih antioxidant agent, untuk sintesa kimia, reaksi addisi dengan senyawa organik dan anorganik, formulasi cat dan dispersi untuk cat, tinta, dan adhesive,

serta digunakan untuk berbagai cairan resin dan dispersi untuk tekstil dan kertas, serta pembuatan vitamin B1. Polythylen oxidized merupakan jenis polimer yang memiliki sifat biopolimer. Jenis polimer ini biasanya digunakan digunakan dalam pembuatan berbagai jenis alat kedokteran, kesehatan, dan farmasi seperti pembalut luka, kontak lens, membran dialisis, alat lepas obat, dan kateter.

Polietilena (PE) merupakan jenis polimer yang biasanya terdapat pada kantong plastik, bungkus deterjen, dan botol shampoo. Polipropilena (PP) merupakan jenis polimer yang memiliki sifat transparan, tidak jernih, dan cenderung ringan. Jenis polimer ini biasanya terdapat pada tutup botol, sedotan, dan mainan berbahan plastik (Hanif dkk, 2021). Keberadaan jenis PE dan PP yang ditemukan pada sampel di zona hilir Sungai Gajah Wong disebabkan karena kondisi sungai yang berlokasi disekitar kawasan pemukiman sehingga terdapat aktivitas rumah tangga dan sehari hari seperti mencuci pakaian, mandi, dan sebagainya di sekitar sungai.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Jumlah kandungan mikroplastik pada ikan di Sungai Gajah Wong yaitu berkisar antara 27 sampai 102 partikel. Kelimpahan partikel mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong rata-rata yaitu 2,3 partikel/gram. Berdasarkan jumlah partikel didapatkan bahwa jenis ikan dengan jumlah partikel mikroplastik tertinggi terdapat pada Ikan Nila, sedangkan jumlah partikel terendah terdapat pada Ikan Gabus. Berdasarkan kelimpahan partikel mikroplastik didapatkan bahwa jenis ikan dengan kelimpahan tertinggi terdapat pada Ikan Gabus, sedangkan kelimpahan partikel mikroplastik terendah terdapat pada Ikan Bawal. Berdasarkan kelimpahan partikel yang ditemukan pada masing-masing sampel ikan didapatkan bahwa kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh aktivitas manusia dan persebaran mikroplastik pada sungai. Zona hilir memiliki kelimpahan yang paling tinggi dibandingkan dengan bagian zona yang lain.
2. Mikroplastik tertinggi yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong adalah jenis granula>fragmen>fiber>film>foam. Sedangkan warna mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada sampel ikan Sungai Gajah Wong adalah warna hitam yang diikuti dengan warna transparan. Jenis mikroplastik yang ditemukan dipengaruhi oleh tata guna lahan yang terdapat pada masing-masing titik sampling. Warna mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan Sungai Gajah Wong dipengaruhi oleh sumber mikroplastik berasal.
3. Senyawa kimia mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan di Sungai Gajah Wong menggunakan metode FTIR memiliki kemiripan dengan senyawa kimia pada polimer polyvinyl stearate, ethyl acrylate, polythylen oxidized, serta gabungan polietilena (PE) dan polipropilena (PP).

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ada beberapa saran untuk pengamatan kandungan mikroplastik pada sampel ikan, antara lain:

1. Perlu adanya ketelitian serta pemahaman tentang mikroplastik meliputi jenis mikroplastik (fiber, filament, fragment, fiber, film, foam, dan pellet) agar tidak terjadi kesalahan identifikasi jenis mikroplastik.
2. Perlu adanya penambahan waktu saat destruksi menggunakan  $H_2O_2$  agar kekeruhan larutan sampel lebih bening sehingga pengamatan menggunakan mikroskop lebih terlihat jelas.

Kebiasaan masyarakat dalam mengolah sampah jenis plastik masih menjadi suatu sistem yang dapat menjadi masalah di kemudian hari. Bahaya mikroplastik yang masuk kedalam tubuh manusia melalui rantai makanan dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan makhluk hidup, mengurangi tingkat oksigen, menyumbat enzim, menghambat sistem reproduksi makhluk hidup dan juga berakibat pada manusia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiaty, R. dan D. Fitriana. 2020. Pengambilan Sampel Air Sungai Gajah Wong Di Wilayah Kota Yogyakarta. *Journal of Chemical Analysis*. Vol 3(2) Issue 65-73.
- Anggiani, M. 2020. Potensi Mikroorganisme Sebagai Agen Bioremediasi Mikroplastik Di Laut. *Oseana*. Vol. 45 (2). Issue 40-49.
- Ayuningtyas, W. C., D. Yona, S. H. Julinda, dan F. Iranawati. 2019. Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*. Vol 3(1) Issue 41-45.
- Azizah, P., A. Ridlo, dan C. A. Suryono. 2020. Mikroplastik pada sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. Vol. 9(3) Issue 326-332.
- Browne, M., P. Crump, S. Niven, E. Teuten, A. Tonkin, T. Galloway, dan R. Thompson. 2011. Accumulation of Microplastics on shorelines worldwide: Sources and Sinks. *Environ. Sci. Rechno*. Vol. 45 (21) Issue 9175-9179.
- Buwono, N. R., Y. Risjani, dan A. Soegianto. 2021. The concentration of microplastic in water and fish (*Gambusia affinis*) collected from Brantas River. *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2353(1) Issue 1-7.
- Daud, A., Suriati, dan Nuzulyanti. 2019. Kajian penerapan faktor yang mempengaruhi akurasi penentuan kadar air metode thermogravimetri. *Lutjanus*. Vol. 24(2) Issue 11-16.
- Dewi, I.S., A.A. Budiarsa, dan I.R. Ritonga. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. Issue 121-121.
- Dia, W. O. N. A. L., W. Kantun, dan A. Kabangnga. 2021. Analisis kandungan mikroplastik pada usus ikan tuna mata besar (*Thunnus obesus*) yang didaratkan di Pelabuhan Ikan Wakatobi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 13(2). Issue 333-343.
- Faujiah, I. N. dan I. R. Wahyuni. 2022. Kelimpahan dan karakteristik mikroplastik pada air minum serta potensi dampaknya terhadap kesehatan manusia. Gunung Djati Conference Series. Vol. 7. Issue 89-95.
- Fernanda, D. A. 2021. Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Ikan di Sungai Winongo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- GESAMP. 2015. **Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Oceans: a global assessment**. International Maritime Organization. London.

- Hanif, K. H., J. Suprijanto, dan I. Pratikto. 2021. Identifikasi Mikroplastik Di Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*. Vol. 10(1) Issue 1-6.
- Harpah, N., I. Suryati, R. Leonardo, A. Risky, P. Ageng, dan R. Addauwiyah. 2020. Analisa Jenis, Bentuk Dan Kelimpahan Mikroplastik Di Sungai Sei Sikaming Medan. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol. 20(2) Issue 108-115.
- Hasibuan, A. J., M. P. Patria, dan E. Nurdin. 2021. Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air, Insang Dan Saluran Pencernaan Ikan Mujair *Oreochromis Mossambicus*. (Peters, 1852) di Danau Kenanga Dan Danau Agathis, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2021*. Issue 1-10.
- Hidalgo-Ruz, V., L. Gutow, R.C. Thompson, dan M. Thiel. 2012. Microplastics In The Marine Environment: A Review The Methods Used For Identification And Quantification. *Environmental Science & Technology*. Issue 3060-3075.
- Hiwari, H. 2019. Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*. Vol. 5(2) Issue 165-171.
- Imanda, F. A. 2022. Identifikasi Karakteristik Fisik-Kimia Mikroplastik Pada Ikan Menggunakan Alat Mikroskop dan Fourier Transform Infra-Red (FT-IR) di Sungai Winongo Yogyakarta. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Jayanti, Z. D., Herpandi, dan S. D. Lestari. 2018. Pemanfaatan Limbah Ikan Menjadi Tepung Silase Dengan Penambahan Tepung Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. Vol. 7(1) Issue 86-97.
- Juliawan, I. W., I. W. Arthana, dan E. W. Suryaningtyas. 2020. Sebaran pola Pertumbuhan Ikan Red Devil (*Amphilophus* sp) di Kawasan Danau Batur, Bali. *Jurnal Bumi Lestari*. Vol. 20 (2). Issue 40-49.
- Käppler, Andrea, Dieter Fischer, Sonja Oberbeckmann, Gerald Schernewski, Matthias Labrenz, Klaus-Jochen Eichhorn & Brigitte Voit. 2016. Analysis of Environmental Microplastics by Vibrational Microspectroscopy: FTIR, Raman or Both?. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. Vol. 408. Hal. 8377-8391.
- Katsanevakis, S. dan A. Katsarou. 2004. KatsaneInfluences On The Distribution Of Marine Debris On The Seafloor Of Shallow Coastal Areas In Greece (Eastern Mediterranean). *Influences on the distribution of marine debris Water Air Soil Pollutant*. Vol. 159. Issue 325-327.
- Lusher, A. L., Peter H & Jeremy M. 2017. **Microplastics in Fisheries and Aquaculture**. Food and Agriculture Organization of The United Nations.



- Mai, L. 2018. A Review of methods for measuring microplastics in aquatic environments. *Enviro Sci Pollut Res Int*. Vol. 12. Hal. 11319-11332.
- Manalu, Adhyastri. 2017. Kelimpahan Mikroplastik di Teluk Jakarta. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Muliani, Asriyana, dan M. Ramli. 2021. Preferensi habitat Ikan Gabus [*Channa striata* (Bloch 1793)] di Perairan Rawa Aopa, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. Vol. 26 (4). Issue 546-554.
- Pandit, I. G. S. Penerapan teknik penanganan yang berbeda terhadap kualitas ikan segar sebagai bahan baku pembuatan Ikan Pindang. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. Vol. 19(2) Issue 89-96.
- Pedrotti, M. 2014. **Plastic Fragments on the Surface of Mediterranean Waters. In Marine Litter in the Mediterranean and Black Seas.** CIESM Workshop Monographs. CIESM Publisher. Monaco.
- Pratiwi, N. T. M., Winarlin, Y. H. E. Frandy, dan A. Iswantari. 2011. Potensi Plankton Sebagai Pakan Alami Larva Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti* C.V.). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol. 10 (1). Issue 81–88.
- Purnama, D., Y. Johan, M. D. Wilopo, P. P. Renta, J. M. Sinaga, J. M. Yosefa, H. Marlina, A. S. H. M. Pasaribu, dan K. Median. 2021. Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Hasil Tangkapan Nelayan Di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*. Vol. 6(1) Issue 110-124.
- Puspitasari, R. 2007. Laju polutan dalam ekosistem laut. *Oseana*. Vol. 23(2). Issue 21-28.
- Putri, C. 2017. Identifikasi Keberadaan dan Jenis Mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*, Forksal) di Tambak Lorok. Semarang.
- Putri, M. R. A., Y. Sugianti, dan Krismono. 2015. Beberapa aspek biologi Ikan Nilem (*Osteochillus vittatus*) di Danau Talaga, Sulawesi Tengah. *BAWAL*. Vol. 7 (2). Issue 111-120.
- Ratnasari, I. 2017. Identifikasi Jenis dan Jumlah Mikroplastik pada Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*) di Perairan Air Payau Semarang. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- Rochman, C.M, A. Tahir, S.L. Williams, D.V. Baxa, R. Lam, J.T. Miller, dan S.J. Teh. 2015. Anthropogenic debris in seafood: plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Sci. Rep.* Vol. 5(1) Issue 14340.
- Rochmatin, S. Y., A. Solichin, dan S. W. Saputra. Aspek pertumbuhan dan reproduksi Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) di perairan Rawa Pening Kecamatan Tuntang Kabupaten Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares*. Vol. 3 (3). Issue 153-159.

- Safaat, M. 2020. Potensi Logam Oksida Sebagai Fotokatalis Degradasi Plastik Di Air Laut. *Oseana*. Vol. 45(1). Issue 40-58.
- Sandra, S. W. dan A. D. Radityaningrum. 2021. Kajian kelimpahan mikroplastik di biota perairan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol. 19(3) Issue 638-648.
- Sarasita, D., A. Yunanto, dan D. Yona. 2019. Kandungan mikroplastik pada empat jenis ikan ekonomis penting di perairan Selat Bali. *Jurnal Aktiologi Indonesia*. Vol. 20(1) Issue 1-12.
- Senduk, J. L., J. Suprijanto, dan A. Ridlo. 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*. Vol. 10(3) Issue 251-258.
- Simonescu, C. M. 2012. Application of FTIR Spectroscopy in Environmental Studies. *Intech*.
- Stevens, M. P. 2007. **Polymer Chemistry: An Introduction**. Oxford University Press, Inc.
- Sulistyo, E. N., S. Rahmawati, R. A. Putri, N. Arya, Y. A. Eryan. 2020. Identifikasi keberadaan dan jenis mikroplastik pada ikan Sungai Code Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal University Islam Indonesia*. Vol. 1(1) Issue 85-91.
- Supit, A., L. Tompodung, dan S. Kumaat. 2022. Mikroplastik sebagai kontaminan anyar dan efek toksiknya terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan*. Vol. 13 (1). Issue 199-208.
- Taqwin, N. A. A., Q. Munawaroh, D. M. Sari, E. M. Suryani, D. A. Rahayu, dan D. Listyorini. 2014. Studi morfometrik dan meristik ikan melem biru (*Osteochilus sp.*) di aliran Sungai Ketro, Ponorogo, Jawa Timur. *Proceeding Seminar Nasional Biodiversitas V*. Issue 494-503.
- Victoria, A. V. 2017. Kontaminasi mikroplastik di perairan tawar. *Teknik Kimia ITB*. Issue 1-10.
- Yona, D., M. D. Maharani, M. R. Cordova, Y. Elvania, dan I. W. E. Dharmawan. 2020. Analisis mikroplastik di insang dan saluran pencernaan ikan karang di tiga pulau kecil dan terluar Papua, Indonesia: kajian awal. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 12(2) Issue 495- 505.
- Zong, X., J. Zhang, J. Zhu, L. Zhang, L. Jiang, Y. Yin, dan H. Guo. 2021. Effects of polystyrene microplastic on uptake and toxicity of copper and cadmium in hydroponic wheat seedlings (*Triticum aestivum L.*). *Ecotoxicology and Environment Safety*. Vol. 217. Issue 1-9.

## LAMPIRAN

### *Lampiran 1. Dokumentasi Sampel Ikan*



Ikan Nila – Titik 1

المعهد الأسيدي الأندلسي  
البحر الأندلسي



Jeroan Basah (Ikan Nila – Titik 1)



Jeroan Kering (Ikan Nila – Titik 1)





Ikan Nila – Titik 2

المعهد الإسلامي للدراسات والبحوث  
الاسلامية والاسلاميات



Jeroan Basah (Ikan Nila – Titik 2)



Jeroan Kering (Ikan Nila – Titik 2)



Ikan Bawal – Titik 3

المعهد الإسلامي للدراسات والبحوث





Jeroan Basah (Ikan Bawal – Titik 3)



Jeroan Kering (Ikan Bawal – Titik 3)





Ikan Nilem – Titik 4

المعهد الأستراتيجي للأندوسية



Jerona Basah (Ikan Nilem – Titik 4)



Jerona Kering (Ikan Nilem – Titik 4)



Ikan Gabus – Titik 5

الجمهورية الإسلامية الجزائرية  
الجامعة الجزائرية للعلوم والتكنولوجيا





Jeroan Basah (Ikan Gabus – Titik 5)



Jeroan Kering (Ikan Gabus – Titik 5)



Ikan Nila – Titik 6

المعهد الإسلامي للدراسات والبحوث  
الاسلامية



Jeroan Basah (Ikan Nila – Titik 6)



Jeroan Kering (Ikan Nila – Titik 6)





Ikan Red Devil – Titik 6

المعهد الإسلامي للدراسات والبحوث



Jeroan Basah (Ikan Red Devil – Titik 6)



Jeroan Kering (Ikan Red Devil – Titik 6)



**Lampiran 2. Hasil uji laboratorium**



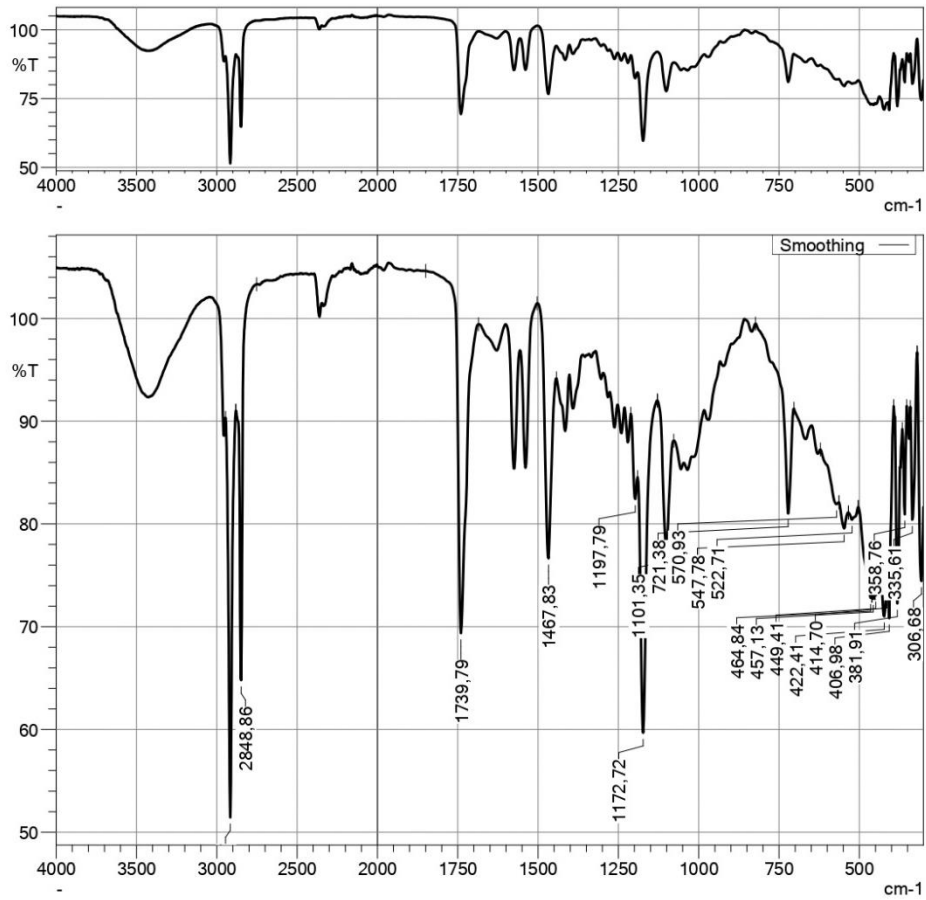
Hasil Uji WPO



Hasil Uji *density separation*

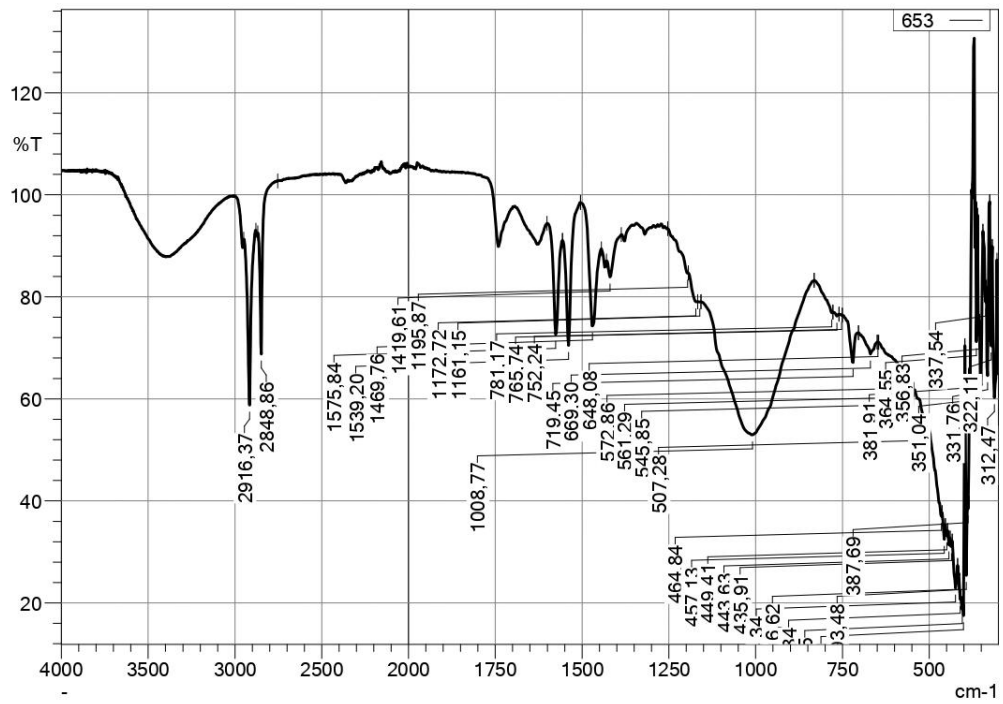
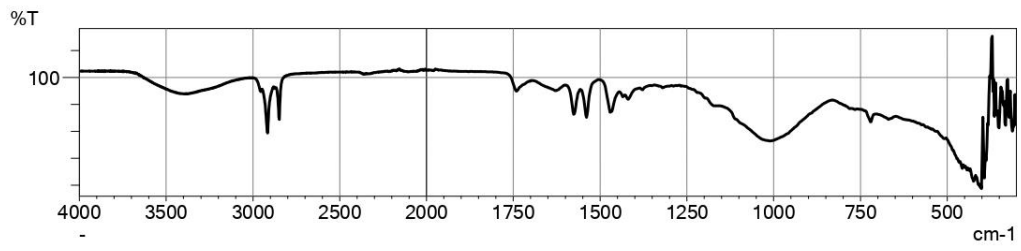
الجمعة، الأستد الأندوسية

### Lampiran 3. Grafik Hasil FTIR



Zona Hulu

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية



Zona Tengah

