

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
IKAN LEMPUK (*Gabiopterus* sp.) DI RANU GRATI
KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

**Oleh:
TANIA ARIFKA ANGGI PRATIWI
NIM. 18620088**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
IKAN LEMPUK (*Gabiopterus* sp.) DI RANU GRATI
KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

**Oleh:
TANIA ARIFKA ANGGI PRATIWI
NIM. 18620088**

**diajukan kepada :
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
IKAN LEMPUK (*Gabiopterus* sp.) DI RANU GRATI
KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

Oleh:
TANIA ARIFKA ANGGI PRATIWI
NIM. 18620088

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji pada
tanggal 4 Juni 2025

Pembimbing I

Pembimbing II



Muhammad Asmuni Hasvim, M.Si
NIPPPK. 19870522 2023 2 11 0 16



Oky Bagas Prasetyo, M.PdI
NIPPPK. 19890113 2023 2 11 0 28

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi
Maulana Malik Ibrahim Malang



Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
IKAN LEMPUK (*Gabiopterus* sp.) DI RANU GRATI
KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

Oleh:
TANIA ARIFKA ANGGI PRATIWI
NIM. 18620088

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 13 Juni 2025

Ketua Penguji	: Bayu Agung Prahardika, M.Si NIP. 19900807 201903 1 011
Anggota Penguji 1	: Fitriyah, S.Si, M.Si NIP. 19860725 201903 2 013
Anggota Penguji 2	: Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si NIPPPK. 19870522 202321 1 016
Anggota penguji 3	: Oky Bagas Prasetyo, M.PdI NIPPPK. 19890113 202321 1 028

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala yang telah memberi nikmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan dan penelitian skripsi saya. Sholawat serta salam saya panjatkan kepada Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam* karena telah menjadi suri tauladan bagi umatnya. Tulisan ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Sarwantono (Alm) dan Ibu Sriani yang selalu menyayangi saya dengan sepenuh hati, yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan.
2. Suami saya, Nauval Mu'izzud Daulah yang telah menyayangi saya sepenuh hati. Selalu memberikan dukungan baik dalam bentuk materi, motivasi, jasa, maupun doa yang selalu dipanjatkan dalam setiap hembus nafasnya.
3. Kakak dan adik-adik saya, Toni Arif Angga Pratama, Santi, Maelani Anggun Trihapsari, Aggeng Bintang Bagas Fajar Riza, Anggraeni Cinta Nuriska Permata Karin, Ahmad Aulal Habib Az-Zuhad yang turut memberi semangat dan doa dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Pembimbing skripsi, Bapak Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si dan Bapak Oky Bagas Prasetyo, M.PdI yang dengan sabar selalu memberikan bimbingan, motivasi, dan saran dalam proses penulisan skripsi ini.
5. Sahabat-sahabat saya, Endah Eni, Erlina Eka Yuliani, Ria Sepia Neta, Mahda Nurdiana, Irsyadillah Faqih, dan Nindia Sukma Trivantira yang selalu memberikan semangat dan kebersamaan dalam proses penulisan skripsi ini.
6. Teman-teman biologi 2018 dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan baik secara materil maupun nonmateril.

MOTTO

” Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(QS. Al-Insyirah: 6-8)

“ Dan Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik”

(QS. Al-Baqarah: 195)

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tania Arifka Anggi Pratiwi
NIM : 18620088
Program studi : Biologi
Fakultas : Sains Dan Teknologi
Judul Penelitian : Identifikasi Tipe Dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Lempuk (*Gabiophterus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pemikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 22 Mei 2025
Yang membuat pernyataan



Tania Arifka Anggi Pratiwi
NIM. 18620088

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Lempuk (*Gabiophterus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

Tania Arifka Anggi Pratiwi, Muhammad Asmuni Hasyim, Oky Bagas Prasetyo

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Plastik dimanfaatkan dalam berbagai macam produk, tetapi plastik juga memiliki dampak bagi lingkungan termasuk pada lingkungan perairan. Sampah plastik yang berukuran besar dapat terdegradasi menjadi ukuran yang lebih kecil yang disebut dengan mikroplastik. Mikroplastik merupakan partikel plastik yang memiliki ukuran <5 mm. Ukurannya yang kecil dikhawatirkan akan ditelan oleh zooplankton hingga ke trofik yang lebih tinggi dan mengganggu jaring-jaring makanan. Ikan menjadi salah satu organisme yang dapat menelan mikroplastik. Hal ini dibuktikan dengan adanya penelitian yang dilakukan pada pencernaan ikan sebagai hasil dari aktivitas makan. Ranu Grati merupakan danau yang berada di Kabupaten Pasuruan yang juga dimanfaatkan sebagai tempat budidaya ikan keramba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe dan kelimpahan, serta jenis polimer mikroplastik pada ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.) yang didapatkan di Ranu Grati, Kabupaten Pasuruan. Penentuan lokasi pengambilan sampel ikan menggunakan metode *purposive sampling* pada tiga stasiun, yaitu stasiun satu (Ranu Klindungan), stasiun dua (Sumberdawesari), dan stasiun tiga (Gratitunon). Sampel ikan dipreparasi dengan menambahkan aquades 5 tetes dan larutan HNO₃ 68% dengan perbandingan 5:1, kemudian sampel diencerkan dengan menambahkan NaCl 0,9% dan diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo perbesaran 40x. Hasil identifikasi sampel menunjukkan adanya potensi cemaran mikroplastik yang diperoleh di Ranu Grati dengan tipe fiber dan fragmen. Total kelimpahan mikroplastik yang diuji pada sampel ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.) memiliki nilai sebesar 1,8 partikel/individu. Jenis polimer pada sampel ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.) yang diuji menggunakan FTIR adalah *High Dencity Polyethylene* (HDPE), *Polypropylene* (PP), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Nylon polyamide*, *Polystyrene* (PS), dan *Polyethylene Terephthalate* (PET).

Kata kunci: FTIR, ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.), mikroplastik, tipe

Identification of Microplastic Types and Abundance in Lempuk Fish (*Gabiopertus* sp.) in Ranu Grati, Pasuruan Regency

Tania Arifka Anggi Pratiwi, Muhammad Asmuni Hasyim, Oky Bagus Prasetyo

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology Maulana Malik
Ibrahim State Islamic University, Malang

ABSTRACT

Plastic is widely used in various products; however, it also poses significant environmental risks, particularly to aquatic ecosystems. Large plastic debris can degrade into smaller fragments known as microplastics. Microplastics are plastic particles measuring less than 5 mm in size. Due to their small size, microplastics can be ingested by zooplankton and other lower trophic level organisms, eventually accumulating up the food web and potentially disrupting the food chain. Fish are among the organisms that can ingest microplastics, as evidenced by the presence of microplastic particles in their digestive tracts as a result of feeding activity. Ranu Grati is a lake located in Pasuruan Regency and is utilized for fish farming using floating net cages (keramba). This study aimed to determine the types, abundance, and polymer composition of microplastics found in lempuk fish (*Gabiopertus* sp.) collected from Ranu Grati. Fish sampling locations were determined using a purposive sampling method at three stations: Station 1 (Ranu Klindungan), Station 2 (Sumberdawesari), and Station 3 (Gratitunon). Fish samples were prepared by adding 5 drops of distilled water and 68 % HNO₃ solution in a 5:1 ratio. The samples were then diluted with 0.9% NaCl solution and analyzed using a stereo microscope with 40x magnification. The identification results revealed the presence of microplastic contamination in Ranu Grati, predominantly in the form of fibers and fragments. The total microplastic abundance found in lempuk fish (*Gabiopertus* sp.) was 1.8 particles per individual. The types of plastic polymers identified in the fish samples using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy included High-Density Polyethylene (HDPE), Polypropylene (PP), Polyvinyl Chloride (PVC), Nylon polyamide, Polystyrene (PS), and Polyethylene Terephthalate (PET).

Keywords: *FTIR, lempuk fish (Gabiopertus sp.), microplastic, types*

في بحيرة رانو غراتي، (*Gabiopterus* sp.) تحديد أنواع ووفرة الجسيمات البلاستيكية الدقيقة في أسماك ليمبوك
مقاطعة باسوروان

تانيا أريفكا أنجي براتوي محمد أسمني هاشم أوكي باغاس براسيتيو

برنامج دراسة الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا،
الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم - مالانغ

ملخص البحث

يُستخدم البلاستيك على نطاق واسع في العديد من المنتجات، إلا أنه يشكل أيضاً خطراً كبيراً على البيئة، وخاصة على النظم البيئية المائية. يمكن أن تتحلل النفايات البلاستيكية الكبيرة إلى أجزاء أصغر تُعرف باسم الجسيمات البلاستيكية الدقيقة. وتُعرف الجسيمات البلاستيكية الدقيقة بأنها جسيمات بلاستيكية يقل حجمها عن ٥ ملم. وبسبب صغر حجمها، يمكن أن تبتلعها العوالق الحيوانية وغيرها من الكائنات الحية في المستويات الغذائية الدنيا، مما يؤدي إلى تراكمها عبر السلسلة الغذائية وقد يسبب اضطراباً في الشبكة تُعد الأسماك من بين الكائنات التي يمكن أن تبتلع الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، وقد ثبت ذلك من خلال وجود هذه. الغذائية تُعد بحيرة رانو غراتي، الواقعة في محافظة باسوروان، موقعاً يُستخدم لتربية الأسماك. الجسيمات في أجهزتها الهضمية نتيجة لعملية التغذية في أقفاص شبكية عائمة (كرامبا). يهدف هذا البحث إلى تحديد أنواع وتوزيع الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، بالإضافة إلى تحديد تم تحديد مواقع جمع. التي تم جمعها من بحيرة رانو غراتي (*Gabiopterus* sp.) أنواع البوليمرات الموجودة في أسماك الليمبوك عينات الأسماك باستخدام طريقة أخذ العينات الهادفة في ثلاث محطات: المحطة الأولى (رانو كليندونغان)، المحطة الثانية (سومبرداوساري)، والمحطة الثالثة (غراتيتونون). وقد تم تحضير عينات الأسماك بإضافة خمس قطرات من الماء المقطر ومخلول حمض بنسبة ٠.٠٩٪، ومن (NaCl) بنسبة ٦٨٪ بنسبة ٥:١، ثم تم تخفيف العينة بإضافة محلول كلوريد الصوديوم (HNO₃) النيتريك أظهرت نتائج التحليل وجود تلوث بالجسيمات البلاستيكية الدقيقة في بحيرة رانو. ثم تحليلها باستخدام المجهر الاستريو بتكبير ٤٠ مرة غراتي، والتي ظهرت بشكل رئيسي على شكل ألياف وفتات. بلغت الكثافة الكلية للجسيمات البلاستيكية الدقيقة في عينات أسماك أما أنواع البوليمرات البلاستيكية التي تم تحديدها باستخدام. ما معدله ١٠٨ جسيم لكل فرد (*Gabiopterus* sp.) الليمبوك ، والبولي بروبيلين (HDPE) ، فقد شملت: البولي إيثيلين عالي الكثافة (FTIR) تقنية مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (PET) ، والبولي إيثيلين تيريفثاليت (PS) ، والنايلون بولي أميد، والبولي ستيرين (PVC) ، وكلوريد البولي فينيل (PP).

، الجسيمات البلاستيكية الدقيقة، الأنواع (*Gabiopterus* sp.) ، سمكة الليمبوك FTIR: الكلمات المفتاحية

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmanirrohiim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta ala, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini yang berjudul “Identifikasi Tipe Mikroplastik Pada Ikan Lempuk (*Gabiopetus* sp.) Di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan”. Tidak lupa pula shalawat serta salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang telah menuntun umatnya ke jalan yang benar dengan menegakkan dan mengajarkan agama islam hingga akhir zaman.

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis juga mengucapkan terima kasih yang tidak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si dan Oky Bagas Prasetyo, M.PdI selaku Dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan keikhlasan, memberi saran dan masukan yang sangat membangun dari awal hingga selesainya tugas ini disusun.
5. Tyas Nyonita Punjungsari, S.Pd, M.Sc, selaku dosen wali yang senantiasa membimbing, memberi motivasi, dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
6. Seluruh dosen dan laboran serta staff di Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pelayanan yang terbaik bagi penulis saat masa perkuliahan hingga penelitian tugas akhir ini.
7. Orang tua dan seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan berbagai bentuk dukungan kepada penulis.
8. Seluruh pihak yang mendukung baik materil maupun moril.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	Error! Bookmark not defined.
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
ملخص البحث.....	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Tujuan Penelitian.....	10
1.4 Manfaat Penelitian.....	10
1.5 Batasan Masalah.....	11

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Mikroplastik	12
2.1.1 Tipe Mikroplastik Fragmen.....	14
2.1.2 Tipe Mikroplastik Filamen/fiber	15
2.1.3 Tipe Mikroplastik Film	17
2.1.4 Tipe Mikroplastik Pelet.....	19
2.1.5 Tipe Mikroplastik Foam.....	20

2.2 Sumber Mikroplastik.....	21
2.3 Dampak Mikroplastik.....	25
2.4 Plastik	27
2.4.1 PET atau PETE (Polyethylene terephthalate)	29
2.4.2 HDPE (Hight Density Polyethylene)	29
2.4.3 PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>)	30
2.4.4 LDPE (Low Density Polyethylene)	30
2.4.5 PP (Polypropylene)	31
2.4.6 PS (<i>Polystyrene</i>).....	32
2.4.7 <i>Other</i>	32
2.5 Ikan Lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.)	34
2.5.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.)	35
2.5.2 Habitat dan Kebiasaan Makan Ikan Lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.).....	37
2.6 Ranu Grati	38
2.7 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	39
 BAB III METODE PENELITIAN	 41
3.1 Jenis Penelitian	41
3.2 Waktu dan Tempat	41
3.3 Alat dan Bahan	42
3.4 Prosedur Penelitian.....	42
3.4.1 Lokasi Pengambilan Sampel	42
3.4.2 Pengambilan Sampel.....	43
3.4.3 Preparasi Sampel.....	44
3.5 Analisis data	45
3.5.1 Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik	45
3.5.2 Uji FTIR.....	46
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 47
4.1 Tipe Mikroplastik yang Ditemukan pada Ikan Lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.) 47	
4.1.1 Identifikasi Ikan Lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.).....	47
4.1.2 Identifikasi Tipe Mikroplastik yang Ditemukan Pada Ikan Lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.) di Ranu Grati Kabupataen Pasuruan	49

4.2 Kelimpahan Mikroplastik yang Ditemukan pada Ikan Lempuk (<i>Gabiophterus</i> sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan	53
4.3 Polimer Penyusun Mikroplastik yang Ditemukan pada Pada Ikan Lempuk (<i>Gabiophterus</i> sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan	55
BAB V PENUTUP	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Jenis Polimer Pada Sampel Ikan Lempuk.....	17

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Mikroplastik Jenis Fragmen	15
2.2 Mikroplastik Jenis Filamen/Fiber	17
2.3 Mikroplastik Jenis Film	18
2.4 Mikroplastik Jenis Pelet	20
2.5 Mikroplastik Jenis Foam	21
2.6 Sumber Mikroplastik	25
2.7 Kode Jenis Plastik	29
2.8 Ikan Lempuk	35
3.1 Foto Lokasi Pengambilan Sampel	43
3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel	43
4.1 Ikan Lempuk	49
4.2 Mikroplastik Jenis Fiber	51
4.3 Mikroplastik Tipe Fragmen	52
4.4 Jumlah Mikroplastik Pada Ikan Lempuk	53
4.5 Persentase Tipe Mikroplastik	54
4.6 Nilai Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Lempuk (<i>Gabiophterus</i> sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan	55
4.7 Hasil Uji FTIR Sampel Ikan Lempuk	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Mikrolastik Pada Sampel Ikan Lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan	77
1.1 Data Pada Stasiun 1	77
1.2 Data Pada Stasiun 2	79
1.3 Data Pada Stasiun 3	82
2. Data Kelimpahan Mikrolastik Pada Sampel Ikan Lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan	85
3. Data Uji FTIR Mikroplastik Pada ikan lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan	86
4. Alat dan Bahan	87
5. Hasil Pengamatan Mikroplastik	88
6. Foto Lokasi Pengambilan Sampel	90
7. Foto Kegiatan Preparasi	92

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu jenis bahan sintesis yang umum dikenal oleh masyarakat luas dan terbentuk dari proses kimia yang disebut polimerisasi, yaitu penggabungan molekul-molekul kecil (monomer) menjadi rantai panjang polimer. Istilah “plastik” secara umum digunakan untuk menggambarkan berbagai jenis polimer buatan yang memiliki karakteristik elastis, kuat, dan mudah dibentuk. Berdasarkan perbedaan ukurannya, plastik dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori utama, yaitu nanoplastik (berukuran kurang dari 100 nanometer), mikroplastik (kurang dari 5 milimeter), mesoplastik (antara 5 mm hingga 2,5 cm), dan makroplastik atau sering disebut juga megaplastik (berukuran lebih dari 2,5 cm) sebagaimana dijelaskan oleh Oladejo (2017). Alam kehidupan modern, plastik telah menjadi material yang sangat penting dan hampir tidak terpisahkan dari aktivitas manusia sehari-hari. Beragam produk yang digunakan oleh masyarakat, mulai dari peralatan dapur, furnitur, perlengkapan kantor, hingga komponen elektronik dan teknologi, sebagian besar menggunakan bahan dasar plastik (Kamsiati *et al.*, 2017). Kemudahan produksi, ketersediaan bahan baku, serta sifat plastik yang ringan, fleksibel, dan tahan lama menjadikan bahan ini sangat diminati dan banyak digunakan di berbagai sektor industri. Oleh karena itu, plastik dapat ditemukan hampir di seluruh aspek kehidupan, baik dalam skala rumah tangga maupun industri besar.

Keberadaan plastik yang menyebar luas ini tidak lepas dari kenyataan bahwa plastik memberikan manfaat besar dalam mempermudah berbagai keperluan manusia. Selain harganya yang relatif murah, proses pembuatannya juga efisien, sehingga menjadikan plastik sebagai pilihan utama dalam banyak aplikasi. Astuti dkk. (2020) menjelaskan bahwa plastik dapat dikelompokkan menurut jenis produknya, antara lain *High Density Polyethylene* (HDPE), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Polystyrene* (PS), serta *Polyethylene Terephthalate* (PET).

Penggunaan plastik secara masif dan kurangnya pengelolaan limbah yang baik telah menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan yang kompleks. Salah satu permasalahan utamanya adalah ketahanan plastik terhadap degradasi alami. Karena sifat fisik dan kimianya yang sangat stabil, plastik dapat bertahan di lingkungan selama puluhan bahkan ratusan tahun tanpa mengalami peluruhan yang berarti (Portoles, 2020). Kondisi ini menyebabkan akumulasi limbah plastik di daratan, lautan, dan bahkan telah masuk ke rantai makanan, sehingga menimbulkan kekhawatiran terhadap kesehatan manusia dan keberlanjutan lingkungan hidup.

Adanya produksi dan konsumsi plastik yang semakin meningkat mengakibatkan jumlah sampah yang mencemari daratan dan perairan, termasuk sungai, pantai, dan lautan juga semakin meningkat. Jambeck *et al.* (2015) menyebutkan bahwa sampah plastik yang masuk ke wilayah lautan adalah 4,8-12,7 juta ton. Dalam hal tersebut, Indonesia menempati posisi urutan ke-2 dari 192 negara sebagai penyumbang pencemaran plastik.

Limbah plastik termasuk ke dalam jenis sampah anorganik yang memiliki tingkat ketahanan tinggi terhadap proses penguraian alami, sehingga memerlukan waktu yang sangat lama untuk terdegradasi sepenuhnya di lingkungan. Keberadaan sampah plastik ini telah menjadi ancaman serius terhadap keberlangsungan ekosistem, terutama di wilayah perairan. Menurut Mardiyana & Kristiningsih (2020), partikel plastik, mulai dari ukuran besar (makroplastik) hingga yang sangat kecil (nanoplastik), telah ditemukan mencemari saluran pencernaan lebih dari 690 spesies organisme akuatik yang menempati berbagai tingkatan dalam rantai makanan. Hal ini menunjukkan bahwa pencemaran plastik tidak hanya bersifat lokal, tetapi telah menyebar luas dan menembus sistem biologis banyak makhluk hidup di perairan.

Di ekosistem laut maupun perairan tawar, limbah plastik tidak hanya mengendap secara pasif, tetapi juga mengalami proses fisik dan kimia yang menyebabkan ukurannya fotodegradasi menyusut. Salah satu mekanisme yang menyebabkan perubahan ini adalah, yaitu proses pemecahan molekul plastik akibat paparan sinar ultraviolet dari matahari, sebagaimana dijelaskan oleh Tuhumury & Agustina (2020). Proses ini menyebabkan plastik yang berada di permukaan air maupun yang tenggelam dalam sedimen mengalami fragmentasi menjadi partikel-partikel berukuran mikro.

Partikel kecil hasil degradasi ini dikenal sebagai mikroplastik, yang kini menjadi isu lingkungan global karena sulit dideteksi secara kasat mata namun memiliki dampak ekologis yang signifikan. Lestari *et al.* (2021) menambahkan bahwa baik plastik yang mengapung maupun yang tenggelam dapat terurai

menjadi mikroplastik dan menyebar di berbagai lapisan lingkungan akuatik. Mikroplastik ini kemudian dapat masuk ke dalam tubuh organisme air, sehingga memperburuk dampak pencemaran dan berpotensi membahayakan kesehatan organisme yang terpapar secara langsung maupun melalui bioakumulasi. Mikroplastik merupakan pecahan plastik berukuran sangat kecil yang secara umum memiliki dimensi kurang dari 5 milimeter. Karena ukurannya yang sangat kecil, partikel ini hanya dapat diamati secara jelas menggunakan alat bantu seperti mikroskop (Agustian dkk., 2021). Menurut Purnama dkk. (2021) mikroplastik termasuk dalam kategori limbah plastik berukuran mikro yang sebagian besar merupakan hasil degradasi dari plastik berukuran besar yang mengalami pelapukan secara fisik maupun kimia. Mikroplastik dibedakan berdasarkan bentuknya menjadi lima, yaitu fragmen, fiber, film, granul, dan pelet. Ukuran mikroplastik yang hampir sebanding dengan ukuran plankton menjadikannya sangat mudah tertelan oleh organisme air, khususnya ikan dan hewan kecil lainnya yang menyaring makanan di kolom air. Proses konsumsi mikroplastik oleh biota perairan ini berpotensi besar menimbulkan dampak negatif, seperti akumulasi zat berbahaya dalam tubuh ikan yang dapat mengganggu fungsi organ bahkan membahayakan kelangsungan hidup mereka (Nuzula, 2022).

Paparan mikroplastik yang terus berlangsung dari waktu ke waktu dikhawatirkan akan memperbesar risiko kematian pada berbagai spesies akuatik akibat gangguan fisiologis yang ditimbulkan (Wijaya & Trihadiningrum, 2019). Sejalan dengan itu, Alam & Rachmawati (2020) memperingatkan bahwa

peningkatan jumlah partikel mikroplastik yang mencemari lingkungan dapat mengakibatkan kerusakan ekologis yang lebih luas dan berkelanjutan. Fenomena ini mencerminkan konsekuensi dari aktivitas manusia yang tidak bijak dalam memanfaatkan sumber daya alam.

Hal ini sejatinya telah disinggung dalam firman Allah SWT dalam Al-Qur'an, tepatnya dalam Surah Ar-Rum [30] ayat 41, yang menyatakan bahwa kerusakan yang terjadi di darat maupun di laut merupakan akibat dari ulah tangan manusia sendiri.

Firman Allah SWT dalam QS. Ar-Rum [30] ayat 41 tersebut berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya : *“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (QS.Ar-Rum [30]:41).*

Ayat ini menunjukkan bahwa kerusakan yang terjadi di muka bumi, baik di wilayah daratan maupun perairan, merupakan konsekuensi langsung dari tindakan manusia yang telah melampaui batas. Ketika manusia lebih mengikuti hawa nafsu dan mengabaikan nilai-nilai kebenaran yang sesuai dengan fitrah penciptaannya, maka tindakan tersebut mengarah pada kerusakan lingkungan dan ketidakseimbangan ekosistem, baik di kota maupun di desa. Allah SWT menegaskan bahwa perbuatan-perbuatan yang dilandasi oleh keserakahan dan penyimpangan dari ajaran-Nya merupakan penyebab utama munculnya berbagai bentuk kerusakan. Melalui ayat ini, Allah SWT ingin memberikan pelajaran kepada manusia dengan memperlihatkan sebagian dampak dari perbuatan mereka

sendiri. Tujuannya adalah agar manusia tersadar, mau merenungi kesalahan yang telah diperbuat, dan kembali menjalani hidup sesuai dengan fitrah dan petunjuk yang telah ditetapkan oleh-Nya. QS. Ar-Rum [30] ayat 41 diatas menjelaskan bahwa manusia adalah penyebab kerusakan yang terjadi di muka bumi. Manusia melakukan banyak hal yang bersifat merusak yang dilakukan secara berulang.

Kerusakan yang dilakukan oleh manusia bisa ditularkan kepada orang lain terutama kepada keluarga melalui peneladanan sifat-sifat buruk tersebut. Selain itu, hal-hal yang bersifat merusak juga dapat dilakukan terhadap masyarakat dengan ulah atau perbuatan yang dapat menghalangi masyarakat atau orang lain untuk melakukan kebajikan (Ayun, 2019).

Ditinjau dari asbabunnuzul surat Ar-Rum ayat 41 dalam Tafsir Al-Mishbah (Shihab, 1999) surat Ar-Rum ayat 41 merupakan petunjuk atas berkurangnya hasil tanam-tanaman dan buah-buahan itu karena perbuatan manusia. Abul Aliyah menjelaskan bahwa terpeliharanya kelestarian di bumi dan langit adalah bentuk ketaatan kepada Allah. Shihab (1999) dalam tafsir Al-Mishbah menjelaskan QS Ar-Rum ayat 41 menjadi sebuah isyarat bahwa di dunia initelah tampak atau muncul berbagai kerusakan. Kerusakan-kerusakan tersebut akibat dari perbuatan manusia berupa kezaliman. Kerusakan yang dimaksud adalah paceklik dan tidak adanya tanaman-tanaman, kurangnya rezeki, banyaknya rasa takut, dan sebagainya. Tidak adanya tanaman-tanaman menggambarkan bahawa adanya kerusakan di bumi ini.

Manusia melupakan bahwa apapun yang diperbuat di muka bumi ini akan ada pertanggung jawaban di hari akhir saat yaumul hisab. Hawa nafsu yang lepas

bebas tanpa kontrol dari pemiliknya dapat menimbulkan berbagai kerusakan di muka bumi. Hal tersebut juga karena tidak ada lagi kesadaran yang ada dalam diri, agama pun tidak berfungsi lagi untuk mengekang liarnya hawa nafsu. Akhirnya Allah SWT memberi atau merasakan kepada mereka balasan atas perbuatan yang sifatnya berupa kemaksiatan, pelanggaran, kerusakan, dan perbuatan-perbuatan lainnya yang berdosa.

Pada dasarnya Allah SWT menciptakan manusia adalah sebagai khalifah atau wakil di muka bumi agar manusia menjaga kelestarian bumi juga mengambil manfaat dari bumi yang merupakan anugrah dari-Nya. Tetapi manusia berbuat semena-mena terhadap lingkungan beserta ekosistem yang ada di dalamnya yang merupakan sumber kehidupan bagi manusia dengan tidak menjaga kelestariannya.

Dalam firman Allah SWT Q.S Sad [38] ayat 26 yang berbunyi:

يٰۤاٰدٰوْدُ اِنَّا جَعَلْنٰكَ خَلِيْفَةً فِى الْاَرْضِ فَاحْكُم بَيْنَ النَّاسِ بِالْحَقِّ وَلَا تَتَّبِعِ الْهَوٰى فَيُضِلَّكَ عَنْ سَبِيْلِ
اللّٰهِ اِنَّ الَّذِيْنَ يَضِلُّوْنَ عَنْ سَبِيْلِ اللّٰهِ لَهُمْ عَذَابٌ شَدِيْدٌۢ بِمَا نَسُوْا يَوْمَ الْحِسَابِ

Artinya: “Wahai Daud! Sesungguhnya engkau Kami jadikan khalifah (penguasa) di bumi, maka berilah keputusan (perkara) diantara manusia dengan adil dan janganlah engkau mengikuti hawa nafsu, karena akan menyesatkan engkau dari jalan Allah. Sungguh, orang-orang yang sesat dari jalan Allah akan mendapat azab yang berat, karena mereka melupakan hari perhitungan.” Q.S Sad [38] ayat 26

Sebagaimana telah diketahui secara umum, Nabi Daud a.s. tidak hanya menjalankan peran sebagai nabi yang menyampaikan wahyu, tetapi juga mengemban tugas sebagai raja yang memimpin umatnya secara langsung. Dalam konteks ini, ayat tersebut menegaskan pentingnya peran seorang pemimpin tertinggi dalam masyarakat Muslim, yang berfungsi sebagai simbol persatuan

serta bertanggung jawab untuk menegakkan hukum-hukum Allah SWT di muka bumi. Kepemimpinan dalam Islam bukanlah perkara sepele, melainkan suatu amanah besar yang harus diemban oleh seseorang yang memenuhi kriteria-kriteria tertentu. Para ulama telah menetapkan sejumlah syarat yang harus dipenuhi oleh calon pemimpin umat tersebut. Beberapa kriteria utama yang disebutkan antara lain adalah memiliki sifat adil, pengetahuan yang luas sehingga mampu berperan sebagai hakim dan juga mujtahid, tidak mengalami cacat fisik yang dapat menghambat tugas kepemimpinannya, memiliki pengalaman yang memadai dalam urusan kemasyarakatan dan kepemimpinan, serta mampu menegakkan hukum Allah SWT secara objektif tanpa keberpihakan.

Seluruh ciptaan Allah SWT, termasuk bumi beserta isinya, diciptakan dalam keseimbangan yang harmonis untuk mendukung kehidupan semua makhluk, termasuk manusia. Namun, apabila terjadi kerusakan atau ketimpangan dalam ekosistem bumi, hal tersebut sering kali merupakan akibat dari ulah manusia yang menyimpang dari tanggung jawabnya sebagai khalifah. Salah satu bentuk nyata dari kerusakan lingkungan saat ini adalah pencemaran pada ekosistem perairan, yang ditandai dengan keberadaan mikroplastik sebagai kontaminan berbahaya yang mengancam keseimbangan lingkungan dan kesehatan organisme hidup di dalamnya.

Salah satu lingkungan perairan yang terkontaminasi mikroplastik adalah wilayah perairan Ranu Grati. Padahal Ranu Grati merupakan wilayah perairan yang dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai tempat budidaya ikan keramba dan sebagai habitat ikan endemik yaitu Ikan Lempuk (*Gabiopetus* sp.). Ranu Grati

merupakan danau yang berada di Kabupaten Pasuruan yang juga dimanfaatkan sebagai tempat budidaya ikan keramba. Terkontaminasinya perairan Ranu Grati oleh mikroplastik dikhawatirkan juga mengkontaminasi Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.). Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya mikroplastik pada perairan Ranu Grati Kabupaten Pasuruan. Bentuk mikroplastik yang ditemukan terdiri atas fragmen (37,35%), fiber (28,12%), film (31,54%), dan pelet (2,98%). Nilai kelimpahan rata-rata mikroplastik pada perairan Ranu Grati berkisar antara 376,67–633 partikel/L. Kemungkinan besar penemuan dua tipe mikroplastik disebabkan adanya fragmentasi dan degradasi limbah domestik plastik (Aqilla dkk., 2022).

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang memiliki ukuran <5 mm dan terdiri atas bentuk fragmen, fiber, film, granula, dan pelet. Ukurannya yang kecil dikhawatirkan akan ditelan oleh zooplankton hingga ke trofik yang lebih tinggi dan mengganggu jaring-jaring makanan. Menurut Dia dkk. (2021) ukuran yang kecil tersebut memungkinkan mikroplastik dapat menembus jaringan dan menumpuk pada organ. Jalur utama termakannya mikroplastik adalah karena adanya kesalahan dalam memilih makanan atau mangsa dimana organisme atau biota perairan menganggap bahwa mikroplastik adalah makanan atau mangsanya.

Ikan menjadi salah satu organisme yang dapat menelan mikroplastik. Hal ini dibuktikan dengan adanya penelitian yang dilakukan pada pencernaan ikan sebagai hasil dari aktivitas makan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Salsabila dkk. (2022) yang menyebutkan bahwa ditemukannya mikroplastik pada ikan nila dan ikan louhan. Mikroplastik yang ditemukan dalam

penelitian tersebut adalah tipe fragmen dan fiber. Mikroplastik fragmen ditemukan sebanyak 2.414 partikel/individu dan fiber ditemukan sebanyak 1.995 partikel/individu. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi tipe dan kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah:

1. Apa saja tipe mikroplastik yang ditemukan pada sampel Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati?
2. Berapa nilai kelimpahan mikroplastik pada sampel Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati?
3. Apa saja jenis polimer mikroplastik yang ditemukan dalam sampel Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tipe mikroplastik yang ada pada Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati.
2. Mengetahui nilai kelimpahan mikroplastik pada Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati.
3. Mengetahui jenis polimer mikroplastik yang terkandung dalam Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai mikroplastik, khususnya yang ada pada Ikan Lempuk (*Gabioporus* sp.).
2. Memberikan informasi dan data yang dapat digunakan sebagai salah satu sumber informasi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan mikroplastik.
3. Memberikan tambahan pengetahuan mengenai bahaya mikroplastik

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah:

1. Identifikasi tipe mikroplastik didasarkan pada morfologinya menjadi lima tipe, yaitu fiber, fragmen, film, granul, dan pellet yang mengacu pada Crawford & Quinn (2017)
2. Ikan Lempuk (*Gabioporus* sp.) yang diteliti merupakan hasil tangkapan di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan.
3. Bagian yang diamati adalah seluruh bagian tubuh Ikan Lempuk (*Gabioporus* sp.) dengan ukuran panjang 3-3,5 cm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroplastik

Mikroplastik merupakan fragmen yang berasal dari plastik yang mengalami degradasi. Mikroplastik ini memiliki ukuran partikel kurang dari 5 mm. Mikroplastik yang memiliki ukuran sangat kecil yang berada di wilayah perairan membuat sifatnya *ubiquitous* (dimana-mana) dan *bioavailability* (ketersediaan hayati) bagi organisme akuatik tinggi sehingga mengakibatkan mikroplastik ini dapat termakan atau tertelan oleh biota perairan (Widiana & Respati, 2018). Menurut Dewi (2022) istilah mikroplastik ini digunakan untuk membedakan mikroplastik itu sendiri dengan sampah plastik yang memiliki ukuran yang lebih besar.

Dia dkk. (2021) menjelaskan bahwa mikroplastik adalah jenis plastik berukuran sangat kecil, yakni kurang dari 5 milimeter, yang terbentuk dari proses pelapukan atau degradasi plastik berukuran besar. Pernyataan serupa dikemukakan oleh Purnama dkk. (2021) yang menjelaskan bahwa mikroplastik termasuk dalam kategori limbah plastik berskala mikro dengan ukuran di bawah 5 mm, umumnya berasal dari hasil penguraian plastik-plastik berukuran besar melalui proses fisik, kimia, atau biologis. Hiwari *et al.* (2019) turut menjelaskan bahwa mikroplastik terdiri dari partikel-partikel kecil berbahan plastik yang berukuran kurang dari 5 mm dan bersifat tidak larut dalam air.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) telah menetapkan batas ukuran mikroplastik secara resmi sebagai partikel plastik di

bawah 5 mm, meskipun dalam praktiknya beberapa peneliti menggunakan parameter berbeda, misalnya mendefinisikannya sebagai partikel yang ukurannya kurang dari 1 mm (Wright *et al.*, 2013). Menurut Mirad *et al.* (2020) sampai saat ini batas minimum ukuran mikroplastik masih belum disepakati secara universal, meskipun banyak penelitian menggunakan ukuran batas bawah sebesar 300 mikrometer sebagai referensi dalam proses identifikasi dan analisis. Hale *et al.* (2020) berpendapat bahwa mikroplastik juga diketahui dapat mengalami proses fragmentasi lebih lanjut sehingga menghasilkan partikel berukuran lebih kecil yang disebut sebagai nanoplastik. Oleh karena itu, sebagian ilmuwan memandang mikroplastik sebagai fase antara dari makroplastik (debris besar) menuju material berukuran nano.

Mikroplastik yang tersebar di wilayah perairan berada pada bagian permukaan, dasar, maupun sedimen. Mikroplastik yang menyebar di perairan dapat terakumulasi dalam sedimen. Hal tersebut dikarenakan penyebaran atau distribusi mikroplastik pada sedimen itu lebih lambat dibandingkan dengan distribusi mikroplastik pada perairan. Mikroplastik tersebut akan mengendap pada sedimen dan jika hal tersebut terus terjadi maka mikroplastik akan terakumulasi pada lapisan sedimen yang lebih dalam (Ambarsari & Milani, 2022).

Adanya mikroplastik di perairan karena terjadinya degradasi, fragmentasi, dan pelepasan bahan perekat sehingga terjadi perubahan densitas (GESAMP, 2015). mikroplastik dengan ukurannya yang kecil menjadi peluang untuk termakan oleh berbagai organisme laut. Ukuran yang kecil tersebut memungkinkan mikroplastik dapat menembus jaringan dan menumpuk pada

organ. Jalur utama termakannya mikroplastik adalah karena adanya kesalahan dalam memilih makanan atau mangsa dimana organisme atau biota perairan menganggap bahwa mikroplastik adalah makanan atau mangsanya (Dia dkk., 2021).

Plastik yang berada di wilayah perairan akan mengalami degradasi. Proses degradasi dapat disebabkan karena adanya faktor biodegradasi oleh mikroorganisme dan faktor fotodegradasi oleh cahaya matahari. Plastik yang mengalami degradasi akan menjadi mikroplastik yang dapat terakumulasi di air laut dan sedimen (Azizah dkk., 2020). Adanya mikroplastik di perairan dapat dikonsumsi oleh biota perairan seperti ikan secara langsung. Mikroplastik dapat tertelan oleh biota perairan karena mikroplastik menyerupai makanan (Tuhumury & Agustina, 2020). Mikroplastik yang termakan oleh ikan akan terakumulasi dalam organ tubuhnya. Organ tubuh pada ikan yang dapat terpapar oleh mikroplastik ini adalah insang dan saluran pencernaan (Giani *et al*, 2019).

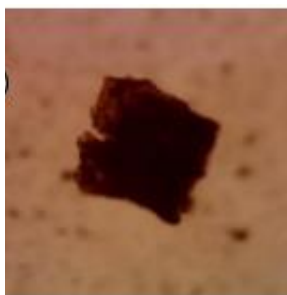
2.1.1 Tipe Mikroplastik Fragmen

Mikroplastik jenis fragmen dapat berasal dari limbah rumah tangga, pertokoan, dan rumah makan. Mikroplastik ini berbentuk serpihan-serpihan kecil fragmen. Menurut Yona dkk. (2020) mikroplastik jenis fragmen merupakan mikroplastik yang cenderung berbentuk tidak beraturan dengan ujung-ujung yang tajam. Jenis ini tidak dapat dihancurkan dengan menggunakan pinset.

Fragmen merupakan jenis partikel yang terbentuk dari pecahan atau pelapukan plastik berukuran besar seperti botol air minum, map berbahan mika, potongan galon air, hingga wadah plastik bekas seperti toples. Jenis mikroplastik

ini memiliki karakteristik fisik yang keras dan kaku, dengan struktur partikel yang padat karena massa jenis (densitas) yang lebih tinggi. Biasanya, fragmen juga tampil dengan warna yang mencolok, seperti coklat, merah, dan biru. Karakteristik fragmen sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu dan proses fragmentasi yang dialami.

Potongan plastik yang masih memiliki tepi tajam dan ukuran relatif besar menunjukkan bahwa plastik tersebut baru mengalami pemecahan dalam jangka waktu yang belum lama. Sebaliknya, apabila ditemukan potongan dengan sisi-sisi yang halus dan aus, maka itu menandakan bahwa partikel tersebut telah melalui proses fragmentasi berkelanjutan dalam jangka panjang (Amin *et al.*, 2020). Menurut Borboza *et al.* (2018) dalam proses identifikasi laboratorium, tekstur atau kekerasan pada permukaan fragmen bisa dirasakan dengan menggunakan jarum ose sebagai alat bantu sentuh, yaitu dengan cara ditekan atau digesek.



Gambar 2.1 Mikroplastik jenis fragmen (Margaretha dkk., 2022).

2.1.2 Tipe Mikroplastik Filamen/fiber

Mikroplastik jenis ini memiliki bentuk berupa helaian seperti benang. Mikroplastik jenis filament ini biasa disebut juga dengan mikroplastik jenis fiber. Umumnya mikroplastik jenis ini berasal dari serat pakaian, alat penangkap ikan

berupa jaring, dan lain-lain (Nuzula, 2022). Menurut Yona dkk. (2020) mikroplastik jenis fiber memiliki bentuk yang cenderung memanjang dengan ketebalannya yang hampir sama. Mikroplastik jenis fiber dapat bersumber dari kegiatan perikanan dalam bentuk uraian jaring atau jala.

Mikroplastik jenis fiber atau serat memiliki ciri khas bentuk memanjang, di mana dimensi panjangnya jauh lebih dominan dibandingkan dengan lebarnya. Dalam pengamatan mikroskopis, fiber didefinisikan sebagai material berbentuk benang tipis yang mempertahankan ketebalan yang relatif seragam sepanjang bentuknya (Cesa *et al.*, 2017). Menurut Zubris & Richards (2005) fiber biasanya berbentuk memanjang dan terkadang menunjukkan pola melilit atau kusut. Sementara itu, Jemec *et al.* (2016) menambahkan bahwa fiber menjadi salah satu jenis mikroplastik yang cukup menarik karena tampilannya yang memanjang, fleksibel, tidak simetris, dan memiliki ketebalan yang merata. Talley *et al.* (2020) menyebut bahwa fiber memiliki permukaan yang halus dan ketebalan yang konsisten di sepanjang bentuknya. Pendapat serupa juga dikemukakan oleh Free *et al.* (2014), yang menggambarkan fiber sebagai partikel plastik yang tampak seperti benang tipis, lurus, dan menyerupai helai serat.

Umumnya, fiber atau serat plastik menampilkan permukaan yang halus. Namun, proses produksi tekstil tertentu dapat memicu munculnya fibrilasi, yaitu pembentukan serat-serat mikro tambahan di permukaan fiber yang menyebabkan teksturnya menjadi tidak rata. Dalam beberapa kasus, fiber dapat menempel satu sama lain dan membentuk ikatan seperti simpul yang saling melilit. Ketika kondisi tersebut terjadi, maka bundel serat yang saling terjalin tersebut perlu

dipisahkan terlebih dahulu untuk kemudian dihitung sebagai unit serat individu (Lusher *et al.*, 2020). Tingginya jumlah atau kelimpahan mikroplastik fiber di lingkungan akuatik umumnya berkaitan dengan berbagai aktivitas manusia, seperti pelepasan serat dari pakaian selama pencucian, kegiatan nelayan di laut, proses bongkar muat di pelabuhan, serta limbah rumah tangga yang masuk ke perairan.



Gambar 2.2 Mikroplastik jenis filamen/fiber (Margaretha dkk., 2022).

2.1.3 Tipe Mikroplastik Film

Mikroplastik jenis film banyak ditemukan dengan bentuk lingkaran tidak sempurna, berbentuk tipis (lebih tipis dari mikroplastik bentuk fragmen), dan transparan. Mikroplastik ini umumnya berasal dari sampah kantong plastik (Ayuningtyas dkk., 2020). Menurut Rahmadhani (2019) mikroplastik jenis film berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan yang memiliki densitas rendah. Densitas yang rendah tersebut membuat mikroplastik jenis film ini lebih mudah ditransportasikan. Menurut Yona dkk. (2020) mikroplastik jenis film memiliki bentuk berupa lembaran-lembaran tipis yang berasal dari plastik kemasan. Mikroplastik tipe film umumnya ditemukan dalam bentuk lembaran tipis yang tidak beraturan, sering kali menyerupai lingkaran yang tidak sempurna,

serta memiliki ketebalan yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis fragmen. Partikel ini umumnya bersifat transparan dan berasal dari limbah plastik ringan, seperti kantong belanja plastik (Ayuningtyas dkk., 2020). Berdasarkan penjelasan Rahmadhani (2019), mikroplastik film terbentuk melalui proses penguraian atau fragmentasi dari plastik pembungkus maupun kantong plastik sekali pakai yang memiliki densitas rendah. Kepadatan yang rendah ini menyebabkan partikel jenis film lebih mudah tersebar atau berpindah melalui arus air dan angin.

Yona dkk. (2020) turut menjelaskan bahwa partikel mikroplastik film muncul dalam bentuk potongan tipis menyerupai lembaran dan umumnya berasal dari bahan kemasan plastik. Berbeda dengan mikroplastik jenis fragmen yang lebih padat dan kaku, film memiliki tekstur yang lentur dan ringan. Hal ini membuat film lebih rentan terhadap penguraian dan penyebaran di lingkungan. Beberapa jenis polimer yang sering dijumpai pada mikroplastik tipe film adalah *polyethylene* berdensitas rendah (LDPE) dan *polyethylene* berdensitas tinggi (HDPE), yang banyak digunakan dalam produk-produk plastik sekali pakai seperti pembungkus makanan, kantong plastik, dan berbagai jenis kemasan fleksibel lainnya.



Gambar 2.3 Mikroplastik jenis film (Margaretha dkk., 2022).

2.1.4 Tipe Mikroplastik Pelet

Mikroplastik jenis pelet memiliki bentuk bulat dengan warna putih atau kuning pudar (Hiwari *et al.*, 2019). Mikroplastik jenis pelet biasa disebut juga dengan granula atau butiran yang berbentuk butiran-butiran dengan warna putih maupun kecoklatan (Sari, 2018). Mikroplastik jenis pelet umumnya memiliki bentuk menyerupai bola kecil dengan warna yang cenderung putih pucat atau kekuningan (Hiwari *et al.*, 2019). Tipe ini sering pula dikenal sebagai granul atau butiran, yang berbentuk kecil menyerupai biji-bijian, dengan variasi warna antara putih, krem, hingga kecokelatan (Sari, 2018). Granul merupakan partikel plastik yang secara khas berbentuk bulat, dan dalam banyak kasus, dirancang dalam ukuran mikro sejak proses produksinya.

Mikroplastik pelet tergolong dalam kategori mikroplastik primer karena memang sengaja dibuat dalam bentuk kecil dari awal untuk tujuan industri. Struktur fisik granul dapat bermacam-macam, mulai dari pelet resin pra-produksi (disebut juga *nurdles*) yang bentuknya menyerupai silinder kecil atau butiran menyerupai telur, hingga manik-manik mikro (*microbeads*) yang lazim ditemukan pada produk perawatan pribadi. Menurut Purnama dkk. (2021) jenis mikroplastik ini memiliki kemiripan bentuk dengan partikel scrub yang terkandung dalam berbagai produk kosmetik dan pembersih wajah. Hal ini dikarenakan partikel scrub pada produk tersebut sengaja didesain dalam ukuran mikroskopis agar efektif digunakan pada kulit. Oleh sebab itu, pelet atau granul tersebut termasuk dalam kelompok mikroplastik primer yakni partikel mikroplastik yang secara

langsung dibuat dalam ukuran kecil, bukan berasal dari proses penguraian plastik makro.



Gambar 2.4 Mikroplastik jenis pelet (Margaretha dkk., 2022).

2.1.5 Tipe Mikroplastik Foam

Jenis mikroplastik ini berasal dari material dasar berupa polimer styrene, yang merupakan bahan utama dalam pembuatan *styrofoam*. *Styrofoam* sendiri banyak digunakan dalam berbagai produk, seperti wadah makanan sekali pakai, pelindung barang-barang elektronik, dan beberapa jenis kemasan lainnya. Ketika styrofoam dibuang dan terpapar lingkungan, terutama dalam jangka waktu lama, ia akan mengalami proses pelapukan dan hancur menjadi partikel kecil yang disebut mikroplastik tipe foam (Istiqomah, 2020). Mikroplastik foam, atau yang sering disebut sebagai partikel busa, memiliki ciri khas berupa massa jenis yang sangat rendah. Karena sifatnya yang ringan, partikel ini cenderung mudah mengapung di permukaan air, berbeda dengan beberapa jenis mikroplastik lain yang dapat tenggelam ke dasar perairan. Kepadatan rendah ini disebabkan oleh struktur internal foam yang berpori dan kurang rapat, sehingga menghasilkan densitas yang lebih ringan dibandingkan mikroplastik tipe fragmen, fiber, maupun pelet.

Jenis mikroplastik foam memiliki struktur fisik yang dipenuhi oleh pori-pori gas berukuran mikro, yang menjadikannya sangat mudah dalam menyerap

berbagai zat atau kontaminan dari lingkungan sekitarnya. Proses penyerapan yang berlangsung terus-menerus ini dapat menyebabkan peningkatan massa jenis foam, sehingga material tersebut menjadi lebih berat dan pada akhirnya tenggelam serta terakumulasi di lapisan sedimen dasar perairan (Gela & Aragaw, 2022). Menurut pendapat Lusher *et al.* (2020), mikroplastik tipe foam memiliki karakteristik berupa permukaan yang relatif halus namun dibatasi oleh sudut-sudut yang tajam. Sementara itu, berdasarkan penjelasan Free *et al.* (2014), mikroplastik foam digambarkan sebagai partikel plastik dengan bobot yang ringan dan tampilan yang menyerupai spons. Contoh dari jenis ini mencakup berbagai produk berbahan dasar *styrofoam*, termasuk pelampung busa dan wadah makanan berbentuk foam yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 2.5 Mikroplastik jenis foam (Margaretha dkk., 2022).

2.2 Sumber Mikroplastik

Masuknya mikroplastik ke dalam lingkungan perairan dapat terjadi melalui dua jalur, yaitu secara langsung sebagai mikroplastik primer dan secara tidak langsung sebagai mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer merujuk pada partikel plastik yang memang dirancang dengan ukuran mikroskopis sejak awal produksinya. Contoh dari jenis ini antara lain adalah bahan abrasif seperti exfoliant dan butiran scrub yang digunakan dalam produk kecantikan atau

perawatan tubuh. Sementara itu, mikroplastik sekunder terbentuk akibat proses degradasi atau pemecahan dari limbah plastik berukuran besar menjadi fragmen-fragmen kecil. Jenis mikroplastik sekunder inilah yang umumnya berkembang menjadi berbagai bentuk mikroplastik lainnya, seperti fragmen (pecahan keras), fiber (serat), dan film (lembaran tipis) (Dia dkk., 2021).

Mikroplastik berdasarkan bentuk dan sifatnya dibagi menjadi 2, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer berasal dari *microbeads*, kapsul, fiber, dan *pellets*. Sedangkan mikroplastik sekunder berasal dari hasil pecahan plastik yang berukuran besar menjadi plastik yang berukuran kecil (Rijal dkk., 2021). Menurut Iwasaki *et al.* (2017) Mikroplastik primer merupakan mikroplastik yang berwujud butiran plastik murni yang sengaja dibuat dengan bentuk yang mikro. Sedangkan mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang berasal dari plastik berukuran besar yang mengalami fragmentasi. Sumber primer termasuk kandungan plastik yang ada dalam produk kecantikan dan pembersih, pellet pakan hewan, bubuk resin, dan lain-lain. Sumber sekunder termasuk pecahan-pecahan plastik yang berukuran besar.

Menurut Widianarko & Hantonoro (2018), klasifikasi mikroplastik secara umum didasarkan pada tiga aspek utama, yaitu ukuran, bentuk, serta warna. Jika ditinjau dari segi bentuknya, mikroplastik dapat dikelompokkan menjadi beberapa tipe seperti fragmen, serat (filamen atau benang), bulatan (manik-manik), busa (foam), dan butiran kecil (granula). Pendapat serupa juga disampaikan oleh Zhang *et al.* (2017) yang membagi bentuk mikroplastik menjadi fragmen, filamen, film (lembaran tipis), busa, pelet (*pellet*), dan busa (foam). Ragam mikroplastik juga

bervariasi dalam hal tipe, warna, komposisi kimia, serta kerapatan polimer yang menyusunnya. Berdasarkan asal mula dan penggunaannya, mikroplastik dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Issac & Kandasubramanian, 2021).

Mikroplastik primer adalah partikel plastik berukuran sangat kecil yang secara langsung dilepaskan ke lingkungan dalam bentuk mikro sejak awal pembuatannya. Partikel ini biasanya ditambahkan ke berbagai produk baik untuk fungsi abrasif seperti dalam pembersih maupun untuk meningkatkan karakteristik produk lain, contohnya meningkatkan kekuatan bahan bangunan seperti beton atau menambah elastisitas dalam tekstil (Komyakova *et al.*, 2020). Sumber utama mikroplastik primer antara lain berasal dari proses pencucian pakaian berbahan sintetis, kosmetik dan produk perawatan tubuh, bahan pembersih, material konstruksi, hingga hasil abrasi dari ban kendaraan (Boucher & Friot, 2017).

Mikroplastik sekunder merupakan hasil dari proses penghancuran plastik berukuran besar menjadi pecahan-pecahan kecil atau serpihan plastik. Proses penghancuran ini terjadi melalui interaksi berbagai faktor fisik, kimia, dan biologis, seperti gelombang laut yang menghasilkan abrasi, paparan sinar ultraviolet yang menyebabkan fotodegradasi, serta aktivitas mikroorganisme yang mendorong biodegradasi (Rhodes, 2018). Menurut Cincinelli *et al.* (2017) mekanisme abrasi oleh gerakan gelombang di perairan memainkan peran signifikan dalam mempercepat pemecahan plastik. Selain itu, sinar UV dari matahari berperan dalam proses fotodegradasi, yang menyebabkan kerusakan

struktur kimia polimer melalui oksidasi. Proses perusakan plastik ini berlangsung lebih cepat di wilayah pesisir karena paparan sinar matahari yang lebih intens dan ketersediaan oksigen yang tinggi, dibandingkan dengan perairan dingin yang memiliki intensitas cahaya matahari lebih rendah. Kedua faktor tersebut mempercepat pelepasan gugus molekul dari plastik, sehingga mempercepat proses degradasi.

Mikroplastik memiliki dua sumber utama, yaitu mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer berasal dari pelepasan partikel plastik berukuran kecil secara langsung ke lingkungan. Contoh umum dari jenis ini adalah butiran scrub yang digunakan dalam produk perawatan tubuh atau kecantikan. Sebaliknya, mikroplastik sekunder dihasilkan dari proses degradasi atau pelapukan plastik berukuran besar yang mengalami kerusakan karena pengaruh lingkungan seperti abrasi, sinar UV, atau proses biologis (Putra, 2019). Menurut Zhang *et al.* (2017) pengelompokan mikroplastik menjadi primer dan sekunder didasarkan pada asal mula terbentuknya. Mikroplastik primer diciptakan secara sengaja dalam ukuran mikro, biasanya untuk keperluan industri atau konsumen seperti bahan abrasif dalam kosmetik. Sementara itu, mikroplastik sekunder merupakan hasil dari penghancuran plastik berukuran besar menjadi serpihan-serpihan kecil yang akhirnya menjadi partikel mikroplastik.



Gambar 2.6 Sumber mikroplastik: (A) primer, (B) sekunder
(Ambarsari & Milani, 2022)

2.3 Dampak Mikroplastik

Mikroplastik memberikan dampak negative terhadap biota perairan karena kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam plastik maupun senyawa toksik lainnya yang ada pada mikroplastik. Santhi (2016) mengemukakan bahwa mikroplastik memiliki efek merugikan terhadap organisme akuatik karena mengandung zat kimia berbahaya, baik yang berasal dari bahan plastik itu sendiri maupun dari senyawa toksik lain yang menempel di permukaannya. Mikroplastik yang tertelan oleh organisme air, terdapat tiga mekanisme utama yang dapat menimbulkan gangguan, yaitu: (1) terjadinya kerusakan fisik serta penyumbatan pada saluran pencernaan, (2) pelepasan zat kimia dari plastik atau polutan lain yang melekat pada permukaan partikel setelah dicerna, dan (3) penumpukan zat beracun yang diserap oleh tubuh organisme (Teuten *et al.*, 2016). Ketika partikel mikroplastik masuk ke dalam tubuh ikan, partikel tersebut dapat menyumbat sistem pencernaannya, mengganggu jalannya proses cerna, menghambat penyerapan nutrisi, serta mempercepat masuknya bahan pencemar kimia ke dalam tubuh ikan (Dia dkk., 2021).

Masuknya mikroplastik ke dalam tubuh ikan membawa dampak merugikan bagi manusia, mengingat ikan merupakan sumber pangan utama dalam konsumsi sehari-hari. Jika manusia mengonsumsi ikan yang telah tercemar mikroplastik, partikel-partikel tersebut dapat memicu gangguan kesehatan. Mikroplastik diketahui memiliki sifat toksik yang mampu merusak struktur sel secara fisik serta mengganggu mekanisme metabolisme di dalam tubuh manusia (Barboza *et al.*, 2018). Allah SWT berfirma dalam Al-Quran Surat Al'A'raf [7] ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: *“Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik”* (QS. Al-A'raf [7]:56)

Dalam ayat ini, Allah SWT menegaskan larangan kepada manusia untuk tidak melakukan tindakan yang merusak di muka bumi. Larangan tersebut mencakup berbagai aspek kehidupan, termasuk merusak hubungan sosial, membahayakan kondisi fisik maupun mental sesama, merusak sumber mata pencaharian seperti pertanian dan perdagangan, serta mencemari lingkungan alam. Allah SWT telah menciptakan bumi ini dengan kelengkapan yang sempurna, seperti pegunungan, dataran, sungai, laut, dan hutan, yang semuanya disediakan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan manusia. Oleh karena itu, manusia dituntut untuk memanfaatkan bumi dengan bijaksana dan tidak dibenarkan melakukan perusakan terhadapnya.

Di samping itu, Allah SWT menurunkan agama dan mengutus para rasul sebagai pembimbing agar manusia dapat menjalani kehidupan yang penuh ketentraman, keselamatan, dan kebahagiaan. Sebagai nabi terakhir, Rasulullah SAW diutus oleh Allah SWT membawa ajaran Islam yang menjadi rahmat bagi seluruh makhluk di alam semesta. Bila manusia menjalankan prinsip-prinsip Islam secara benar dan konsisten, maka kehidupan mereka akan dipenuhi dengan kebaikan. Islam mendorong umatnya untuk melakukan kebajikan, tidak hanya kepada sesama manusia, tetapi juga terhadap lingkungan alam. Sebab pada akhirnya, setiap tindakan merusak yang dilakukan manusia akan membawa konsekuensi yang juga kembali pada dirinya sendiri.

2.4 Plastik

Plastik merupakan polimer, molekul yang sangat besar yang tersusun atas monomer-monomer yang bergabung dalam sebuah rantai melalui proses polimerasi. Plastik dibagi menjadi 2 berdasarkan sifat-sifat fisik yang dimilikinya, yaitu *thermoplastics* dan *thermosets*. *Thermoplastics* merupakan bahan plastik yang dapat didaur ulang dan memiliki sifat plastis. Contoh dari *thermoplastics* ini adalah PS, PE, PP, nylon, PVC, SAN, PET, ABS, PC, LDPE, HDPE, dan lain-lain. Sedangkan *thermosets* merupakan bahan plastik yang hanya dapat dibentuk sekali saja dan tidak dapat dilelehkan kembali dengan cara dipanaskan. jenis plastik ini tidak dapat didaur ulang dan umumnya digunakan pada usaha elektronik, otomotif, dan konstruksi yang memerlukan stabilitas dan kekuatan plastik. Contoh dari *thermosets* ini adalah melamin, silicon, dan lain-lain (Astuti dkk., 2020).

Plastik dikenal sebagai material yang multifungsi karena memiliki berbagai keunggulan seperti harga yang terjangkau, daya tahan yang tinggi, serta sifatnya yang tidak mudah rusak atau terurai. Produksi plastik mulai berkembang sejak dekade 1940-an dan terus meningkat pesat hingga mencapai angka sekitar 230 juta ton pada tahun 2009 (Putri, 2021). Salah satu kelebihan utama dari plastik adalah kemampuannya untuk dibentuk dengan mudah ketika dipanaskan dan diberi tekanan. Secara kimiawi, plastik tersusun atas senyawa utama berupa polimer serta tambahan bahan aditif. Polimer sendiri merupakan hasil ikatan dari sejumlah monomer yang terhubung dalam struktur rantai kimia (Putri, 2021).

Plastik diklasifikasikan berdasarkan kode tertentu yang berfungsi untuk mempermudah identifikasi jenis resin, terutama dalam proses daur ulang. Berdasarkan sistem yang ditetapkan oleh American Society of the Plastics Industry, telah dibuat standar berupa simbol berbentuk segitiga yang tersusun dari tiga anak panah melingkar, dengan angka di bagian tengahnya sebagai penanda jenis resin (Firmansyah, 2020). Astuti dkk. (2020) menjelaskan bahwa plastik dapat dikelompokkan menurut jenis produknya, antara lain *High Density Polyethylene* (HDPE), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Polystyrene* (PS), serta *Polyethylene Terephthalate* (PET). Masing-masing dari jenis plastik ini memiliki simbol atau kode yang berbeda, mencerminkan sifat dan karakteristik fisik maupun kimia dari bahan tersebut.

Symbol	Polymer	Common Uses	Properties	Recyclable?
 PETE	Polyethylene terephthalate	 Plastic bottles (water, soft drinks, cooking oil)	Clear, strong and lightweight	Yes; widely recycled
 HDPE	High-density polyethylene	 Milk containers, cleaning agents, shampoo bottles, bleach bottles	Stiff and hardwearing; hard to breakdown in sunlight	Yes; widely recycled
 PVC	Polyvinyl chloride	 Plastic piping, vinyl flooring, cabling insulation, roof sheeting	Can be rigid or soft via plasticizers; used in construction, healthcare, electronics	Often not recyclable due to chemical properties; check local recycling
 LDPE	Low-density polyethylene	 Plastic bags, food wrapping (e.g. bread, fruit, vegetables)	Lightweight, low-cost, versatile; falls under mechanical and thermal stress	No; failure under stress makes it hard to recycle
 PP	Polypropylene	 Bottle lids, food tubs, furniture, houseware, medical, rope, automobile parts	Tough and resistant; effective barrier against water and chemicals	Often not recyclable; available in some locations; check local recycling
 PS	Polystyrene	 Food takeaway containers, plastic cutlery, egg tray	Lightweight; structurally weak; easily dispersed	No; rarely recycled but check local recycling
 OTHER	Other plastics (e.g. acrylic, polycarbonate, polyacetic fibres)	 Water cooler bottles, baby cups, fibreglass	Diverse in nature with various properties	No; diversity of materials risks contamination of recycling

Gambar 2.7 Kode jenis plastik (Ritchie, 2022).

2.4.1 PET atau PETE (*Polyethylene terephthalate*)

PET atau PETE (*Polyethylene terephthalate*) ini memiliki sifat yang ringan, murah, dan mudah untuk dibuat. Jenis ini biasa digunakan untuk botol minum seperti *soft drink*, dan lain-lain (Putri, 2021). Menurut Astusi dkk. (2020) jenis ini biasa ditemukan pada botol air minum dalam kemasan, transparan, dan cenderung tipis. PET atau PETE (*Polyethylene terephthalate*) ini ditujukan untuk pemakaian tunggal (sekali pakai) sehingga dianjurkan untuk tidak dipakai ulang. Selain itu juga dianjurkan untuk tidak menyimpan air hangat atau air panas didalamnya. Pada suhu tinggi, jenis ini akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik.

2.4.2 HDPE (*High Density Polyethylene*)

Jenis plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) dikenal memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi serta mampu mencegah interaksi kimia, sehingga kerap dimanfaatkan sebagai bahan untuk kemasan produk seperti botol sampo, wadah deterjen, tempat makanan, dan kantong sampah (Putri, 2021). Berdasarkan

penjelasan Astuti dkk. (2020) HDPE (*Hight Density Polyethylene*) mempunyai karakteristik fisik yang kaku, kokoh, buram, dan memiliki kekuatan mekanik yang tinggi. Selain itu, HDPE (*Hight Density Polyethylene*) juga mampu bertahan pada suhu yang cukup tinggi, resisten terhadap zat kimia serta kelembaban, dan mudah untuk didaur ulang. Karena sifatnya yang relatif aman, HDPE (*Hight Density Polyethylene*) sering digunakan sebagai bahan pengemasan makanan dan minuman. Namun, meskipun aman, penggunaannya tetap disarankan hanya sekali pakai. Plastik jenis ini umum dijumpai dalam kemasan produk konsumen seperti susu, jus, soda, produk kebersihan rumah tangga, hingga berbagai jenis kantong plastik.

2.4.3 PVC (*Polyvinyl Chloride*)

PVC memiliki sifat yang stabil dan tahan terhadap bahan kimia, cuaca, sifat elektrik, dan aliran. Jenis ini merupakan jenis yang paling sulit untuk di daur ulang. Jenis ini biasa dijumpai pada pipa (Putri, 2021). Menurut Astuti dkk. (2020) PVC merupakan jenis plastik yang paling sulit untuk didaur ulang. Jenis ini memiliki sifat yang relatif tahan terhadap sinar matahari tetapi tidak dianjurkan untuk digunakan sebagai pengemas makanan atau minuman. Jenis ini biasa ditemukan pada botol cairan pembersih, sabun, sampo, pembungkus kabel, dan juga pipa plastik.

2.4.4 LDPE (*Low Density Polyethylene*)

LDPE ini merupakan jenis yang biasa digunakan sebagai wadah makanan dan botol-botol yang lunak (Putri, 2021). menurut Astuti dkk. (2020) LDPE memiliki sifat kuat, tembus cahaya, fleksibel, dan tahan terhadap uap air. Jenis ini

memiliki resistensi yang cukup baik terhadap reaksi kimia, jadi jenis ini termasuk jenis yang cukup aman untuk digunakan sebagai pengemas makanan atau minuman. Jenis ini biasa digunakan untuk kantong plastik yang tipis dan transparan, kresek (kantong belanja), dan plastik pembungkus (*cling wrap*).

2.4.5 PP (*Polypropylene*)

PP (*Polypropylene*) ini memiliki sifat yang tahan terhadap bahan kimia, kecuali klorin, bahan bakar, xylene, insulasi listrik yang baik, serta tahan terhadap air mendidih dan proses sterilisasi dengan uap panas. Jenis ini biasa digunakan untuk komponen otomotif, karpet, tempat makanan, dan lain-lain. Plastik jenis PP (*Polypropylene*) dikenal memiliki ketahanan tinggi terhadap berbagai bahan kimia, kecuali terhadap klorin, bahan bakar, dan xylene. Selain itu, PP (*Polypropylene*) juga memiliki kemampuan isolasi listrik yang baik, serta stabil dalam kondisi suhu tinggi seperti air mendidih dan sterilisasi uap panas. Material ini umum digunakan untuk berbagai keperluan seperti komponen kendaraan bermotor, karpet, serta wadah makanan (Putri, 2021). Menurut Astuti dkk. (2020) bahwa plastik PP (*Polypropylene*) mempunyai karakteristik unggul, yaitu kuat, tahan panas, dan termasuk salah satu jenis plastik paling andal. Jenis ini juga cukup tahan terhadap kelembaban, minyak, serta berbagai zat kimia, dan memiliki permeabilitas uap yang rendah. Dalam kehidupan sehari-hari, plastik PP (*Polypropylene*) sering ditemukan dalam bentuk botol minuman, botol susu bayi, wadah penyimpanan makanan, sedotan, gelas plastik, hingga kemasan produk seperti margarin dan yogurt.

2.4.6 *PS (Polystyrene)*

PS memiliki sifat yang kaku dan stabil dan biasa digunakan untuk tempat makan sekali pakai, kemasan, mainan, peralatan medis, dan lain-lain. Jenis plastik PS (*Polystyrene*) dikenal memiliki karakteristik yang keras dan stabil, sehingga kerap dimanfaatkan untuk produk sekali pakai seperti wadah makanan, kemasan barang, mainan anak-anak, hingga perlengkapan medis (Putri, 2021). Menurut Astuti dkk. (2020) plastik jenis PS memiliki tampilan buram, bersifat kaku, dan termasuk kategori bahan yang sulit untuk didaur ulang. Karena potensi risiko kesehatannya, plastik ini tidak direkomendasikan sebagai bahan pembungkus makanan atau minuman. Kandungan styrene dalam material ini dapat dengan mudah berpindah ke makanan, sehingga berisiko menimbulkan dampak negatif bagi tubuh manusia. Jenis PS ini umumnya dijumpai pada produk *styrofoam*.

2.4.7 *Other*

Jenis plastik ini misalnya SAN (*Styrene Acrylonitrile*). Jenis memiliki sifat yang kuat, resisten terhadap reaksi kimia dan suhu, dan sangat aman untuk digunakan sebagai pengemas makanan atau minuman. Jenis ini biasa ditemukan pada mangkok, *mixer*, pembungkus termos, piring dan alat makan, dan sikat gigi. Selain itu juga ada jenis PC (*Polycarbonate*) yang memiliki sifat tidak mudah pecah, ringan, dan transparan. Jenis ini biasa ditemukan pada galon air, gelas, botol minuman, dan botol bayi. Jenis PC ini pada penggunaannya tidak disarankan untuk mengemas makanan atau minuman tertentu. Hal tersebut dikarenakan jenis plastik PC ini dapat mengeluarkan kandungan *Bisphenol-A* yang berbahaya bagi kesehatan (Astuti dkk., 2020).

Limbah yang terdapat di wilayah perairan merupakan material padat hasil aktivitas manusia, baik yang dibuang secara sengaja maupun tidak disengaja, dan dibiarkan mencemari lingkungan perairan (Putri, 2021). Sampah plastik yang terakumulasi di area perairan tersebut dapat mengalami proses degradasi dan berubah menjadi partikel berukuran sangat kecil yang dikenal sebagai mikroplastik. Karena ukurannya yang sangat kecil, mikroplastik berpotensi tertelan oleh ikan, sehingga dapat menimbulkan efek negatif, baik terhadap kesehatan ikan itu sendiri maupun terhadap manusia yang mengonsumsi ikan tersebut (Sarasita, 2020).

Plastik merupakan salah satu komponen utama dari limbah yang mencemari wilayah perairan. Menurut Wibawa & Oktyas (2017), jenis limbah anorganik yang paling sering ditemukan di lingkungan perairan adalah plastik dan karet, yang cenderung terakumulasi dalam jumlah besar. Plastik digunakan secara luas dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat yang ringan, harganya terjangkau, dan mudah diakses. Walaupun plastik sangat membantu dalam berbagai aspek kehidupan manusia, penggunaannya yang masif juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan (Rahmadhani, 2019). Seiring meningkatnya volume produksi plastik, jumlah limbah plastik juga meningkat secara signifikan. Akumulasi limbah ini menimbulkan persoalan serius, baik bagi manusia maupun lingkungan sekitar (Putri, 2021). Hal ini sejalan dengan pendapat Sarasita (2020), yang menyatakan bahwa semakin banyak produk berbahan dasar plastik yang dihasilkan, maka semakin besar pula limbah plastik yang dihasilkan. Menurut Thompson *et al.* (2009), sampah tersebut berada di permukaan air dan akan terurai

oleh sinar matahari. Firmansyah (2020) juga menjelaskan bahwa sampah plastik yang ada di lingkungan perairan akan terpecah oleh sinar matahari menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Partikel-partikel kecil tersebut disebut dengan mikroplastik yang terdiri atas beberapa jenis sesuai dengan bentuknya, seperti fiber, fragmen, film, granul, dan pellet.

2.5 Ikan Lempuk (*Gabioporus* sp.)

Ikan lempuk (*Gabioporus* sp.) merupakan salah satu ikan lokal Ranu Grati dengan populasi tersebar luas di tengah ranu. Ikan lempuk (*Gabioporus* sp.) memiliki peran penting pada struktur tingkat trofik di Ranu Grati secara ekologis. Ikan ini berperan sebagai konsumen tingkat pertama dan organisme planktonic utama yang mendukung keberadaan organisme konsumen pada tingkat trofik berikutnya. Ikan lempuk merupakan ikan endemik yang hanya ditemukan secara alami di satu wilayah tertentu. Ciri-ciri spesies endemik adalah beradaptasi khusus dengan kondisi lingkungan lokal, seperti suhu, pH air, vegetasi, kadar oksigen. Spesies endemik juga tidak dijumpai di ekosistem lain secara alami, kecuali jika diperkenalkan oleh manusia. Selain itu, spesies endemik memiliki karakteristik morfologi atau genetik khas yang membedakannya dari populasi sejenis di tempat lain (Anitasari dkk., 2021).

Ikan lempuk di wilayah Ranu Grati memiliki ciri-ciri khas yaitu berasal dari habitat danau vulkanik tua, perairan tergenang dalam, vegetasi tepi danau khas, mampu beradaptasi pada kondisi danau dengan oksigen rendah dan tingkat eutrofik tertentu, ukuran tubuh lebih kecil atau stagnan karena danau tertutup dan

tekanan seleksi lokal, memiliki peran penting sebagai indikator kualitas air di Ranu Grati. Sedangkan ikan lempuk di wilayah lain, habitatnya bisa berasal dari rawa, sungai dangkal, tambak, dapat beradaptasi di air payau, sungai mengalir, atau perairan dangkal lainnya, ukuran tubuhnya dapat lebih besar karena aliran air atau faktor predator (Anitasari dkk., 2021).

2.5.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.)

Ikan Lempuk memiliki warna tubuh transparan, yang membuat organ dalamnya (pembuluh darah, jantung, ginjal, tulang belakang, dan gelembung renang) dapat terlihat dari luar tubuh (Anitasari dkk., 2021). Menurut Imam (2011) ikan lempuk memiliki tubuh transparan sehingga bagian dalam tubuhnya dapat terlihat dari luar, seperti ginjal, jantung, dan organ lainnya. Menurut Anitasari dkk. (2021) ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) memiliki ukuran 2-3 cm yang berkembang biak secara alami dan umumnya siklus perkembangbiakannya adalah setiap 4 bulan.



Gambar 2.8 Ikan lempuk (Hadiaty *et al.*, 2012)

Karakter morfologis Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) antara lain kepala cenderung lebar dan pendek. Ikan ini memiliki moncong bulat dengan gigi yang relative kecil dan runcing dengan bentuk kerucut (Imam, 2011). Anitasari dkk.

(2021) menambahkan bahwa ikan lempuk (*Gabiopetus* sp.) memiliki gigi pada kedua rahangnya yang biasa disebut dengan gigi lokaso vomer dan memiliki gigi canine. Menurut Hadiaty *et al.* (2012) secara umum spesies ikan lempuk (*Gabiopetus* sp.) memiliki cir-ciri tubuh transparan dengan pigmen hitam atau coklat. Selain itu, ikan ini juga memiliki saluran pencernaan yang pendek dan lurus.

Ikan lempuk terdiri atas bagian tubuh, yaitu sirip ekor, sirip dorsal kedua, sirip dorsal pertama, gelembung renang, premaxilla, mandibula, vena dan arteri , tulang belakang, sirip anal, ginjal, intestine, sirip pectoral, jantung, dan insang. Menurut Anitasari (2021) Ikan Lempuk (*Gabiopetus* sp.) mempunyai bentuk tubuh fusiform, dengan lokasi mulut sub terminal superior, sirip ekornya berbentuk truncate dengan tipe ekor diphycercal, letak sirip perutnya berada persis di bawah sirip dada atau disebut Thoracic, bagian dorsal (sirip punggung) termasuk tipe ganda. Ikan lempuk (*Gabiopetus* sp.) mempunyai sirip dada (pectoral fin), sirip perut (pelvic fin), sirip punggung (dorsal fin), sirip ekor (caudal fin), dan sirip dubur (anal fin). Ikan lempuk (*Gabiopetus* sp.) mempunyai sisik yang berbentuk stenoid dengan ciri-ciri sisik kecil, tipis, dan ringan.

Klasifikasi dari Ikan Lempuk (*Gabiopetus* sp.) menurut Bleeker (1874) sesuai dengan basis data Global Biodiversity Information Facility (2019) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinoperygi

Ordo : Perciformes
 Famili : Gobiidae
 Genus : *Gabiopterus*
 Spesies : *Gabiopterus* sp.

2.5.2 Habitat dan Kebiasaan Makan Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.)

Ikan yang masuk dalam family gobiidae merupakan keluarga besar dari sebagian besar benthik yang berada di wilayah perairan. Ikan dalam famili ini banyak ditemukan hidup di berbagai habitat termasuk perairan air tawar dan mampu beradaptasi dalam lingkungan dengan salinitas 0-20 ppt. Sebagian besar *Gabiopterus* sp. hidup di daerah benthik saat dewasa dan pada tahap larva ikan ini hidup sebagai planktonic (Patzner *et al.*, 2011). Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) merupakan ikan yang persebarannya hanya terbatas di Ranu Grati (Larson *et al.*, 2008).

Ikan pada family gobiidae ini pada umumnya adalah pemakan berbagai jenis makanan saat dewasa. Beberapa ikan pada family ini termasuk dalam karnivora, herbivore, dan omnivore. Tetapi pada umumnya ikan ini dapat berubah pola makannya pada saat tahap postlarva (Keith *et al.*, 2008). Menurut Bramestian dkk. (2016) kebiasaan makan ikan gobiidae sangat beragam sesuai dengan habitatnya. Ikan *Gabiopterus* sp. yang berhabitat di danau adalah jenis pemakan mikro alga.

Kebiasaan makan ikan ini sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan. Revika *et al.* (2016) menjelaskan bahwa ikan gobi memiliki kantung kuning telur

yang ukurannya kecil sehingga tergolong sebagai pemakan zooplankton dan termasuk dalam omnivora. Termvidchakorn & Hortle (2013) menambahkan bahwa makanan ikan ini adalah zooplankton yang memiliki ukuran 4-4,5 mm pada tahap pre-larva dan pada tahap post-larva ikan ini termasuk dalam golongan omnivora.

2.6 Ranu Grati

Ranu Grati berada di wilayah desa Ranu Klindungan, Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur pada titik koordinat 7°43'28.8" S: 113°46.4" T. Ranu Grati merupakan sebuah danau vulkanik yang berada 16 km arah timur Kota Pasuruan, Jawa Timur. Berada di wilayah dataran rendah dengan luas wilayah sekitar 198 hektar.

Ranu Grati merupakan danau yang terletak di Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur yang memiliki potensi hidrologi sebagai media untuk kegiatan budidaya ikan air tawar. Bramestian dkk. (2017) menjelaskan bahwa Ranu Grati tidak hanya dimanfaatkan sebagai objek wisata, tetapi juga dimanfaatkan sebagai tempat usaha budidaya ikan keramba. Budidaya ikan air tawar yang berada di Ranu Grati diantaranya adalah ikan mujair, ikan gurami, ikan nila, ikan patin, dan lain-lain. Budidaya ikan air tawar ini menggunakan keramba jaring apung.

Menurut Kurniawan dkk. (2016) penggunaan keramba jaring apung (KJA) dalam system budidaya ini memanfaatkan media wadah berupa jaring yang dilengkapi dengan pelampung agar dapat mengapung. Keramba jaring apung

(KJA) ini biasanya digunakan pada perairan danau (ranu), sungai, teluk, selat, dan waduk. Komponen pelengkap yang menyusun keramba jaring apung (KJA) ini diantaranya adalah rangka pelampung yang terbuat dari drum besi, drum plastik, dan *styrofoam*/gabus yang dibungkus dengan kain terpal dengan tujuan untuk mempertahankan kantong jaring agar tetap mengapung di permukaan air. Kantong jaring yang biasa digunakan tersebut dibuat dengan menggunakan bahan *polyethelene* dan *polypropelene* dengan ukuran yang bermacam-macam dari mata jaring dan benang yang berfungsi sebagai media pemeliharaan ikan, jalan untuk inspeksi keramba jaring apug (KJA). Kurniawan dkk. (2016) menuturkan bahwa sistem keramba jaring apug yang digunakan di perairan Ranu Grati Kabupaten Pasuruan masih tergolong tradisional. Hal tersebut dikarenakan konstruksi keramba jaring apung (KJA) masih berbasis dasar bambu.

2.7 Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Fourier Transform Infra Red (FTIR) merupakan alat spektroskopi inframerah yang berfungsi untuk mentransformasikan sinyal melalui teknik Fourier guna memperoleh hasil analisis dari spektrum yang diperiksa. Prinsip kerjanya didasarkan pada pendeteksian frekuensi melalui sinyal inframerah gabungan secara otomatis. Energi sinar yang ditransmisikan ke dalam sampel menghasilkan sinyal, yang kemudian ditangkap dan dianalisis oleh sistem FTIR (Nuzula, 2022).

Metode FTIR merupakan suatu metode analisis yang memiliki keunggulan karena tidak memerlukan bahan kimia berbahaya seperti zat radioaktif, serta

mampu memberikan hasil identifikasi dengan cepat dan akurat. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan pancaran sinar inframerah yang akan berinteraksi dengan molekul dalam sampel. Setiap senyawa akan merespons radiasi inframerah secara khas, menyerapnya pada panjang gelombang tertentu, sehingga menghasilkan pola spektrum yang unik dan dapat digunakan untuk klasifikasi serta identifikasi senyawa tersebut (Nuzula, 2022). Menurut Dia dkk. (2021) teknik *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) digunakan untuk mengetahui pola getaran dari gugus fungsi molekul yang terdapat dalam sampel, sehingga memungkinkan analisis struktur kimianya secara mendalam.

Spektroskopi FTIR dikenal sebagai metode analisis yang efisien karena prosesnya yang cepat, tidak merusak sampel, serta tidak memerlukan tahapan persiapan yang rumit. Teknik ini juga dapat digunakan dalam analisis kuantitatif untuk mendeteksi kandungan senyawa tertentu. FTIR kerap dimanfaatkan dalam mengidentifikasi jenis polimer yang terkandung dalam mikroplastik. Karakteristik polimer dalam mikroplastik dapat dikenali melalui pengujian menggunakan spektroskopi FTIR (Jeon *et al.*, 2025). Menurut Putri (2021), metode FTIR bekerja dengan menganalisis spektrum inframerah berdasarkan intensitas serapan terhadap panjang gelombang tertentu. Salah satu informasi penting yang dapat diperoleh dari hasil analisis ini adalah struktur molekul dari senyawa polimer yang dianalisis.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif kuantitatif bertujuan untuk menggambarkan identitas dari mikroplastik yang ada pada sampel ikan lempuk melalui proses identifikasi didukung dengan data kuantitatif penelitian berupa kelimpahan mikroplastik. Metode penentuan stasiun pengambilan sampel adalah metode *purposive sampling* yang merupakan metode atau teknik pengambilan sampel sebagai sumber data dengan pertimbangan tertentu. Dalam menggunakan metode *purposive sampling* ini perlu dilakukan langkah-langkah, diantaranya adalah menentukan topik penelitian, menentukan kriteria dari sampel yang dibutuhkan secara spesifik, menentukan populasi yang akan diambil sampelnya. Setiap titik stasiun yang terpilih diperkirakan mempunyai kondisi lingkungan serta aktivitas masyarakat yang berbeda serta bisa mewakili beberapa kondisi yang ada pada perairan Ranu Grati.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian tentang identifikasi tipe dan kelimpahan mikroplastik pada Ikan Lempuk (*Gabiophterus* sp.) dilakukan pada bulan Februari- Juni tahun 2025. Pengambilan sampel ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.) dilakukan di Ranu Grati, Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Identifikasi tipe dan kelimpahan mikroplastik dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim

Malang. Uji *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dilakukan di Laboratorium Halal Terintegrasi LPH UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

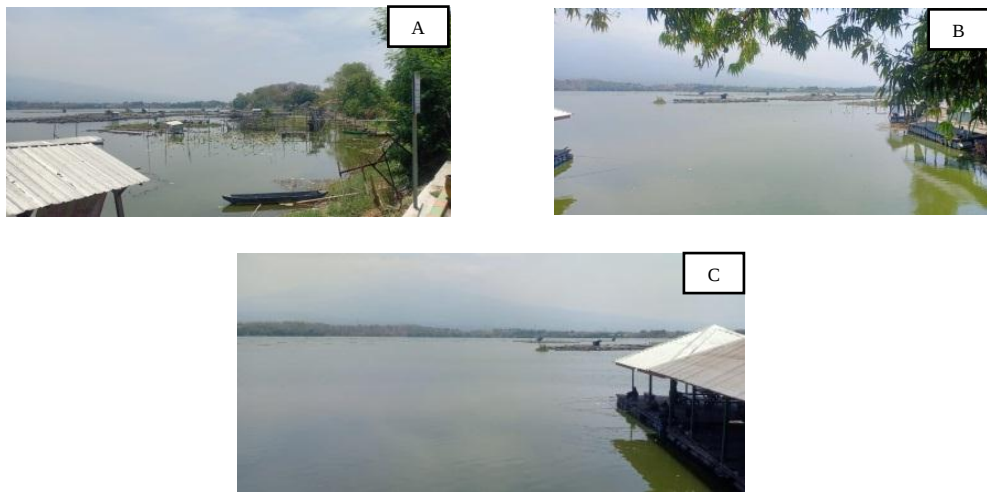
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu, GPS *essentials*, jaring ikan, penggaris, alat tulis, kamera *smartphone* (Redmi Note 9), botol jar, cawan petri, pipet tetes, pinset, mortar/penumbuk, timbangan digital, pengaduk kaca (*stir glass*), mikroskop stereo, dan jas laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu, sampel ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.), aquades, alkohol 70%, larutan HNO₃ konsentrasi 68%, NaCl konsentrasi 0,9%, aluminium foil, tisu, millimeter blok, sarung tangan lateks, masker, dan stiker label.

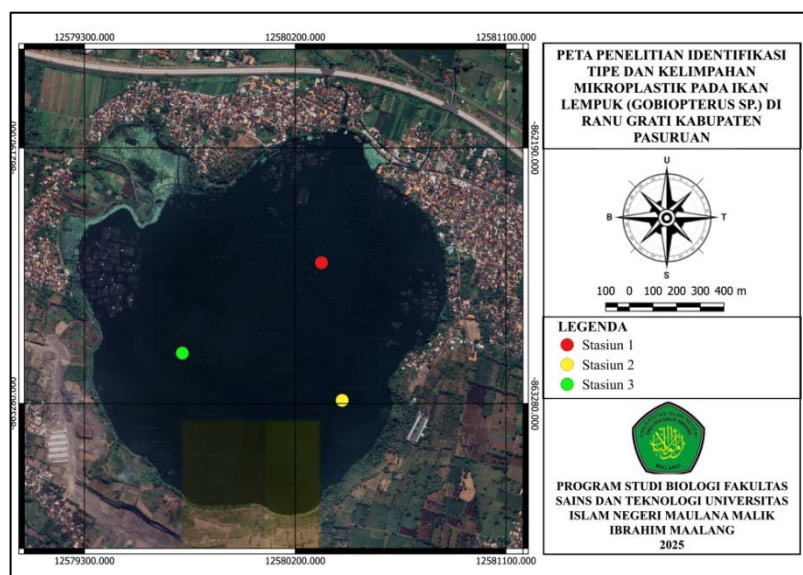
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.) dilakukan di Ranu Grati, Kabupaten Pasuruan. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga stasiun yang berbeda. Stasiun satu merupakan wilayah pemancingan (Ranu Klindungan), stasiun dua merupakan wilayah pemukiman (Sumberdawesari), dan stasiun tiga merupakan wilayah keramba (Gratitunon).



Gambar 3.1 Foto lokasi pengambilan sampel: (A)ranu klindungan (B)sumberdawesari (C)gratitunon (dokumentasi pribadi)



Gambar 3.2 Peta lokasi pengambilan sampel

3.4.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun dengan menggunakan wadah untuk mengeruk atau menyerok ikan yang berada pada jaring-jaring keramba ikan lempuk. Sampel ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.) pada setiap stasiunnya diambil sebanyak 50 ekor. Jadi total keseluruhan sampel Ikan Lempuk (*Gabiophterus* sp.) di tiga stasiun adalah 150 ekor. Menurut Tim SKPIM Batam

(2019) menjelaskan bahwa pengambilan sampel ikan menurut standar yang telah dibakukan adalah setiap jenis ikan dan setiap lokasi diambil 5-10% dari populasi. Apabila tidak memungkinkan, maka pengambilan sampel dapat disesuaikan dengan jumlah minimal, yaitu antara 5-10 ekor. Salsabila dkk. (2020) juga berpendapat bahwa jumlah pengambilan sampel ikan adalah 10% dari hasil tangkapan nelayan.

3.4.3 Preparasi Sampel

Sampel ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.) yang telah diperoleh lalu diukur panjang total dan ditimbang beratnya menggunakan timbangan digital. Ikan kemudian dimasukkan ke dalam botol jar dan diberi alkohol 70% sampai sampel terendam dengan sempurna. Pada tiap botol jar diberi label untuk memberi penanda stasiun dan dilanjutkan dengan preparasi sampel.

Sampel ikan dibelah menjadi dua untuk memudahkan proses penghalusan. Sampel ikan dihaluskan menggunakan alu agar mempermudah proses pengamatan. Sampel yang telah dihaluskan kemudian diencerkan dengan menambahkan 5 tetes aquades. Larutan sampel tersebut kemudian diberi larutan HNO_3 68% dengan perbandingan 1:5. Larutan HNO_3 68% ini berfungsi sebagai penghancur saluran pencernaan pada ikan lempuk (*Gabiophterus* sp.) sehingga mempermudah proses pengamatan mikroplastiknya. Sampel kemudian didiamkan selama 48 jam pada suhu ruang. Setelah itu, sampel diencerkan dengan menggunakan larutan NaCl 0,9% untuk memisahkan dan menghancurkan bahan

pencemar lainnya dan didiamkan lagi selama 24 jam. Kemudian sampel dihomogenisasi dan dituang pada cawan petri untuk diamati di bawah mikroskop.

3.5 Analisis data

Proses analisis data dilakukan secara kuantitatif deskriptif untuk menginterpretasikan hasil pengujian terhadap sampel yang telah dikumpulkan. Pengolahan data bertujuan untuk mengetahui kandungan mikroplastik dalam sampel, yang mencakup jenis, morfologi (bentuk), serta jumlah partikel yang ditemukan. Setelah sampel diamati menggunakan mikroskop untuk mengidentifikasi karakteristik fisik mikroplastik, tahap selanjutnya adalah pemeriksaan menggunakan instrumen FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Alat ini menghasilkan output berupa spektrum grafik yang memperlihatkan keberadaan gugus-gugus fungsi kimia dari senyawa penyusun partikel mikroplastik tersebut.

3.5.1 Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik

Proses identifikasi jenis mikroplastik pada sampel ikan lempuk (*Gabiopertus* sp.) dilakukan menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran masing-masing 40x dan 100x. Pengklasifikasian mikroplastik dilakukan dengan mengacu pada lima kategori utama, yaitu serat (fiber), fragmen, lapisan tipis (film), pelet (pellet), dan busa (foam). Penentuan apakah suatu partikel tergolong mikroplastik atau bukan didasarkan pada kriteria yang dijelaskan oleh Crawford & Quinn (2017). Menurut acuan tersebut, sebagian besar mikroplastik memiliki ciri khas berupa tekstur yang lentur serta tidak mudah hancur ketika diberi tekanan menggunakan alat seperti pinset atau jarum ose. Apabila ditemukan

benda yang secara visual menyerupai mikroplastik, namun hancur saat ditekan, maka partikel tersebut tidak dikategorikan sebagai mikroplastik. Pada jenis mikroplastik yang sudah didapatkan, kemudian adalah dilakukan penghitungan untuk analisis dengan menggunakan deskriptif kuantitatif. Analisis menggunakan deskriptif kuantitatif yaitu data disajikan dalam bentuk table dan grafik. Setelah itu dilakukan penghitungan kelimpahan mikroplastik dengan menggunakan persamaan sebagai berikut: (Thompson *et al.*, 2004).

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{Jumlah ikan (individu)}}$$

3.5.2 Uji FTIR

Metode *Fourrier Transform Infra Red* (FTIR) digunakan untuk menganalisis berdasarkan pengukuran intensitas *infra-red* terhadap panjang gelombang. Output dari FTIR ini adalah berupa grafik yang di dalamnya terdapat gugus fungsi kimia. Menurut Putri (2021) FTIR merupakan alat yang digunakan pada proses identifikasi struktur molekul dari suatu senyawa. Dalam penelitian mikroplastik, FTIR biasa digunakan untuk mengidentifikasi jenis polimer mikroplastik. Menurut Haji dkk. (2021) bahwa uji FTIR merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengetahui jenis polimer yang terdapat pada mikroplastik.

Uji FTIR ini dasarnya adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas inframerah. Selain untuk mengetahui jenis polimer yang terdapat pada mikroplastik, uji ini juga dapat dilakukan untuk mengetahui struktur molekul polimer, jenis-jenis senyawa yang terikat secara kovalen, dan lain-lain.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tipe Mikroplastik yang Ditemukan pada Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.)

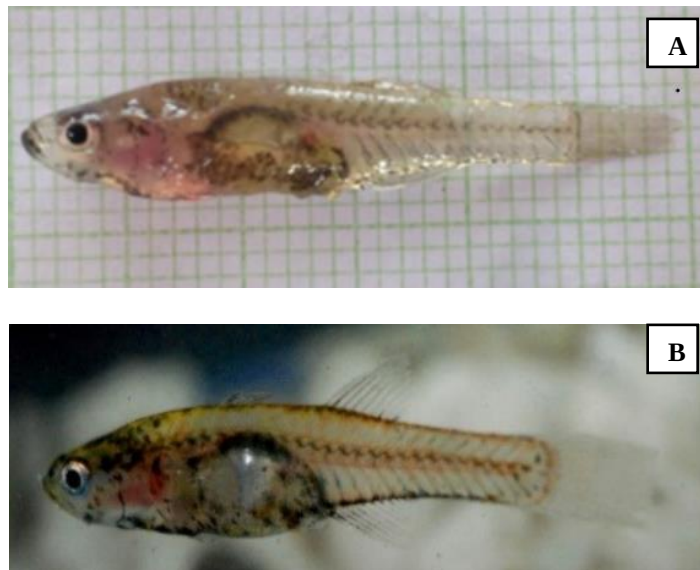
4.1.1 Identifikasi Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.)

Penelitian tentang tipe dan kelimahan mikroplastik ini menggunakan sampel ikan lempuk (*Gabiopterus* sp.) yang memiliki panjang 3-3.5 cm. *Gabiopterus* sp. merupakan ikan endemik yang berada di perairan Ranu Grati Kabupaten Pasuruan yang diklasifikasikan menurut Bleeker (1874) sesuai dengan basis data Global Biodeversity Information Facility (2019) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Chordata
 Kelas : Actinopterygii
 Ordo : Perciformes
 Famili : Gobiidae
 Genus : *Gabiopterus*
 Species : *Gabiopterus* sp.

Ikan lempuk pada gambar 4.1 memiliki kepala cenderung lebar dan pendek, moncong bulat. Tubuh ikan lempuk berwarna transparan dengan pigmen kecoklatan sehingga organ tubuhnya tampak dari luar. Ikan lempuk terdiri atas bagian tubuh, yaitu sirip ekor, sirip dorsal, gelembung renang, premaxilla, mandibula, vena dan arteri, tulang belakang, sirip anal, ginjal, intestine, sirip pectoral, jantung, dan insang. Ikan lempuk mempunyai bentuk tubuh yang menyerupai peluru (*fusiform*) yaitu bentuk tubuh yang panjang dan ramping dengan

penampang melintang yang membulat, dengan lokasi mulut sub terminal superior yang ditandai dengan mulut terletak di bagian bawah kepala namun tidak terlalu jauh ke bawah, sirip ekornya memiliki ujung yang rata dan lurus (*truncate*) dengan tipe ekor yang memiliki bentuk simetris dengan bagian atas dan bawah ekor yang sama besar dan sama bentuknya (*diphycercal*), letak sirip perutnya berada persis di bawah sirip dada atau disebut *thoracic*, bagian dorsal (sirip punggung) termasuk tipe ganda. Ikan lempuk (*Gabiaterus sp*) mempunyai sirip dada (*pectoral fin*), sirip perut (*pelvic fin*), sirip punggung (*dorsal fin*), sirip ekor (*caudal fin*), dan sirip dubur (*anal fin*). Ikan lempuk (*Gabiapterus sp*) mempunyai sisik yang berbentuk stenoid dengan ciri-ciri sisik kecil, tipis, dan ringan.



Gambar 4.1 Ikan lempuk: (A) sampel penelitian (B) literatur (Hadiaty *et al.*, 2012)

Ikan lempuk pada gambar di atas memiliki karakteristik tubuh yang transparan, sehingga organ-organ bagian dalam ikan dapat terlihat jelas dari luar tubuh ikan. Organ-organ dalam tersebut meliputi gelembung renang, jantung,

ginjal, pembuluh darah, dan tulang belakang (Imam, 2011). Ikan lempuk (*Gabiopertus* sp.) memiliki morfologi dengan bentuk kepala pendek dan lebar, moncong berbentuk bulat, gigi berbentuk runcing dan kerucut, dan memiliki bentuk sisik cycloid dan ctenoid (Larson *et al.*, 2008).

Menurut Anitasari dkk. 2021 morfologi ikan lempuk (*Gabiopertus* sp.) meliputi bentuk tubuh fusiform, lokasi mulut sub terminal superior, bentuk sirip ekor truncatedengan tipe ekor *diphycercal*, letak sirip perut/*pelvic* (V) terhadap sirip dada/*pectoral* (P) adalah *thoracic* (letak sirip perut tepat di bawah sirip dada). Sisik ikan lempuk tergolong dalam jenis sisik stenoid yaitu tipe sisik yang kecil dan tipis.

4.1.2 Identifikasi Tipe Mikroplastik yang Ditemukan Pada Ikan Lempuk (*Gabiopertus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

Penelitian pada 150 sampel ikan lempuk (*Gabiopertus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan menunjukkan adanya mikroplastik. Berdasarkan hasil pengamatan pada sampel, ditemukan dua tipe mikroplastik, yaitu fiber dan fragmen.

1. Mikroplastik Fiber

Mikroplastik fiber juga ditemukan pada sampel ikan lempuk. Pada hasil pengamatan menunjukkan bahwa fiber yang ditemukan berwarna merah dengan bentuk yang tipis seperti benang atau serat. Pada gambar literatur yang berada di sebelah kanan memiliki warna cokelat kehitaman yang berbentuk serat. Menurut Sulistyio *et al.* (2020) perbedaan warna pada mikroplastik disebabkan karena

adanya perbedaan sumber pencemar. Menurut Yoswaty *et al.* (2021) beberapa mikroplastik dapat kehilangan warna aslinya ketika masuk ke permukaan air. Beberapa plastik yang berwarna-warni dapat berubah menjadi warna lain, seperti kuning pucat, coklat, atau bahkan menjadi transparan karena adanya paparan lingkungan dalam jangka waktu yang lama.

Menurut Free *et al.* (2014) mikroplastik fiber merupakan partikel plastik yang hanya berbentuk lurus, tipis, dan menyerupai serat. Putra (2019) juga berpendapat bahwa setiap jenis mikroplastik memiliki bentuk khas masing-masing, salah satunya adalah fiber yang tampilannya atau bentuknya menyerupai potongan serat tipis atau serabut memanjang.

Fiber merupakan salah satu tipe mikroplastik yang berasal dari tekstil dan jaring ikan (Prasetyo, 2020). Menurut Yudhantari dkk. (2019) fiber atau serat merupakan mikroplastik yang sebagian besar berasal dari tekstil dan jaring ikan. Selain itu, mikroplastik fiber juga berasal dari serat karpet, karung plastik, dan rafia. Adanya dominasi mikroplastik fiber yang ditemukan pada penelitian ini kemungkinan besar berasal dari kegiatan perikanan seperti terlepasnya serat jaring pada keramba ikan.



Gambar 4.2 Mikroplastik jenis fiber (Widianarko & Ineke, 2018)

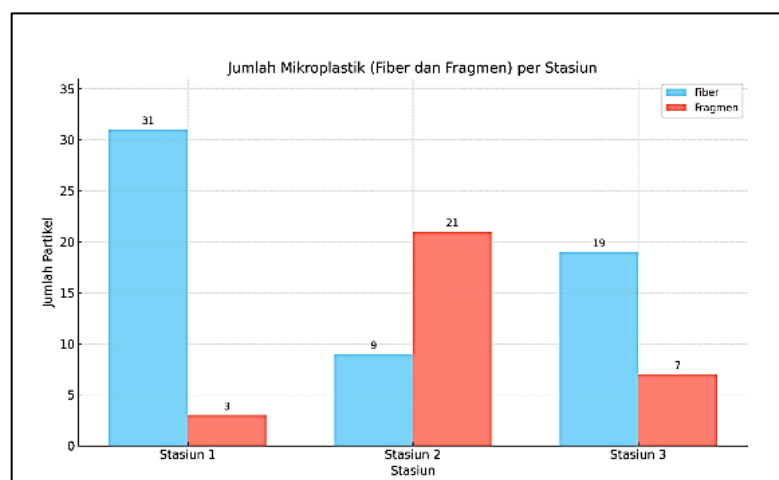
2. Mikroplastik Fragmen

Mikroplastik fragmen merupakan mikroplastik yang berasal dari pecahan produk plastik yang memiliki polimer sintetis yang kuat. Hasil pengamatan menunjukkan tipe mikroplastik fragmen berwarna keabu-abuan dengan bentuk tepi yang tidak beraturan yaitu ditandai dengan adanya lengkungan dan gerigi yang tidak sama. Pada gambar literatur sebelah kanan menunjukkan mikroplastik fragmen berwarna cokelat dengan bentuk tidak beraturan, tepi tidak merata pada bagian atas dan bawahnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Free *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa fragmen didefinisikan sebagai partikel-partikel mikroplastik yang bergerigi dan keras. Mikroplastik fragmen memiliki karakter permukaan yang berbeda-beda, diantaranya tepi tajam disertai adanya retakan, permukaan halus dengan bentuk yang bulat, atau permukaan kasar karena hasil dari degradasi. Sumber dari mikroplastik fragmen secara umum merupakan hasil dari fragmentasi bahan plastik yang memiliki ukuran lebih besar. Secara khusus, plastik yang memiliki ukuran lebih besar tersebut memiliki sifat yang keras (Tanaka & Takada, 2016).



Gambar 4.3 Mikroplastik tipe fragmen (Widianarko & Ineke, 2018)

Mikroplastik fiber dan fragmen yang ditemukan dalam setiap stasiun memiliki jumlah yang berbeda-beda. Jumlah mikroplastik yang ditemukan adalah sebagai berikut:

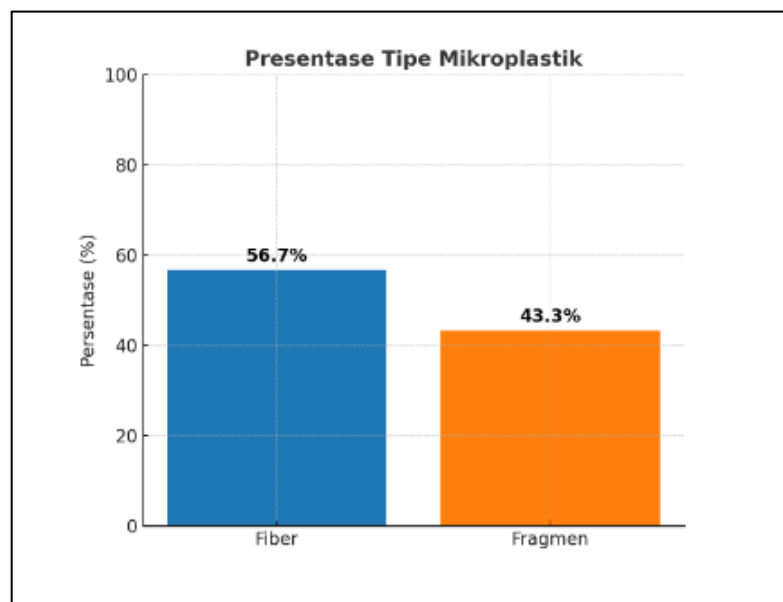


Gambar 4.4 Jumlah mikroplastik pada ikan lempuk (*Gabiopterus* sp.)

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa mikroplastik fiber pada stasiun satu ditemukan sebanyak 31 partikel, pada stasiun dua ditemukan sebanyak 9 partikel, dan pada stasiun 3 ditemukan sebanyak 19 partikel. Mikroplastik fragmen pada stasiun satu ditemukan sebanyak 3 partikel, pada stasiun dua ditemukan sebanyak 21 partikel, dan pada stasiun tiga ditemukan sebanyak 7 partikel. Total keseluruhan mikroplastik yang ditemukan adalah sebanyak 90 partikel.

Mikroplastik yang ditemukan pada penelitian ini didominasi oleh tipe fiber. Mikroplastik fiber ditemukan sebanyak 59 partikel sedangkan mikroplastik fragmen ditemukan sebanyak 31 partikel. Menurut Hiwari dkk. (2019) salah satu alasan yang menyebabkan adanya perbedaan jumlah ditemukannya mikroplastik adalah adanya aktivitas yang dilakukan di sekitar stasiun penelitian. Persentase

mikroplastik fiber yang ditemukan pada sampel ikan lempuk adalah 56,7% dan fragmen adalah 43,3% yang disajikan dalam gambar 4.5 berikut:

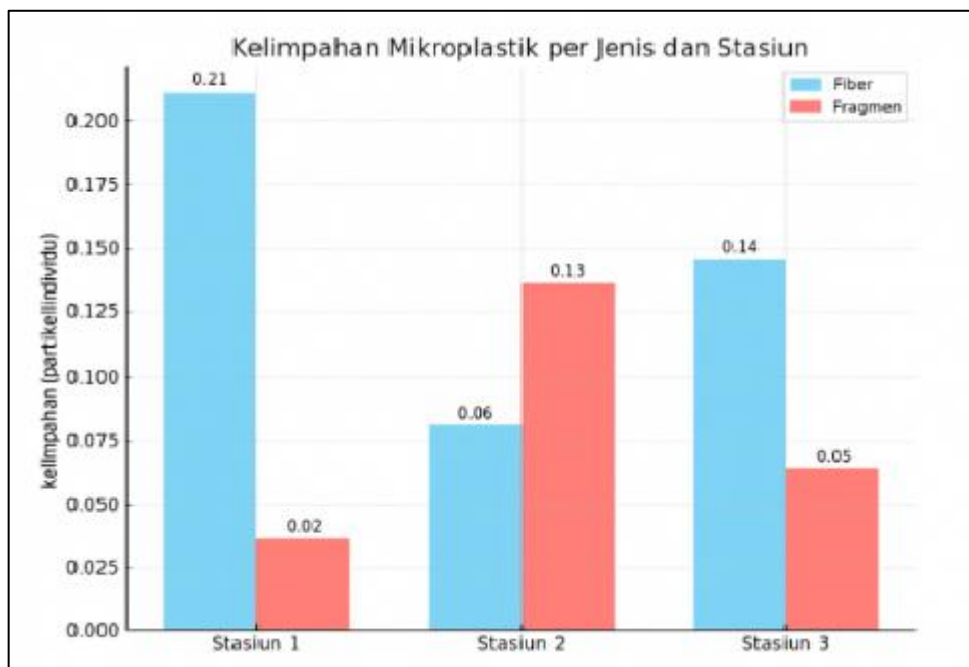


Gambar 4.5 Persentase tipe mikroplastik

4.2 Kelimpahan Mikroplastik yang Ditemukan pada Ikan Lempuk (*Gabiopertus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

Nilai kelimpahan setiap tipe mikroplastik di stasiun satu yaitu, fiber sebesar 0,21% partikel/individu dan fragmen 0,02% partikel/individu. Stasiun dua yaitu, fiber sebesar 0,04% partikel/individu dan fragmen 0,13% partikel/individu. Stasiun tiga yaitu, fiber sebesar 0,14% dan fragmen 0,05% partikel/individu. Nilai kelimpahan mikroplastik di stasiun satu adalah 0,68%, partikel/individu, stasiun dua 0,60% partikel/individu, dan stasiun tiga 0,52% partikel/individu. Total nilai kelimpahan mikroplastik pada seluruh stasiun adalah sebesar 1,8% partikel/individu. Nilai kelimpahan mikroplastik pada ikan lempuk (*Gabiopertus*

sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan disajikan dalam gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.6 Nilai kelimpahan mikroplastik pada ikan lempuk (*Gabiopertus* sp.) di ranu grati kabupaten pasuruan

Fiber menjadi mikroplastik yang mendominasi pada stasiun satu dan stasiun tiga. Stasiun satu menjadi stasiun dengan jumlah mikroplastik fiber paling banyak, yaitu 31 partikel disusul dengan stasiun tiga sebanyak 19 partikel, dan terakhir stasiun dua sebanyak 9 partikel. Mikroplastik fiber berasal dari serat tekstil dan serat jaring ikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Acharya *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa fiber berasal dari serat tekstil dan jaring ikan yang memiliki panjang antara 100 μm dan 5 μm serta lebar minimal 1,5 kali lipat lebih pendek. Menurut Amin *et al.* (2020) fiber dominan ditemukan di ekosistem perairan, baik ekosistem laut maupun ekosistem air tawar. Pencucian tekstil menjadi salah satu contributor adanya mikroplastik fiber, terutama di wilayah perkotaan. Selain itu, ditemukannya mikroplastik fiber juga dapat disebabkan

karena aktivitas nelayan, bongkar muat kapal, pencucian karpet, dan limbah domestic lainnya.

Fragmen merupakan tipe mikroplastik yang juga ditemukan pada sampel ikan lempuk. Secara berurutan, mikroplastik fragmen paling banyak ditemukan di stasiun 2, yaitu sebanyak 21 partikel. Kemudian disusul dengan stasiun 3 yang ditemukan mikroplastik fragmen sebanyak 7 partikel dan yang terakhir adalah pada stasiun 1 ditemukan mikroplastik fragmen sebanyak 3 partikel. Menurut Tanaka & Takada (2016) fragmen merupakan tipe mikroplastik yang berasal dari potongan atau pecahan produk plastik dengan polimer sintesis yang kuat. Sumber mikroplastik fragmen paling banyak berasal dari kegiatan antropogenik yang memiliki densitas lebih padat, seperti, botol, ember, dan lain-lain. Adanya aktivitas masyarakat di daerah ranu seperti petani ikan keramba juga dapat mendukung penyebab munculnya mikroplastik fragmen.

Ranu Grati menjadi stasiun pilihan yang memiliki data penemuan mikroplastik pada penelitian yang dilakukan oleh Aqilla dkk. (2022) yang menyajikan data persentase mikroplastik yang ditemukan. Mikroplastik yang ditemukan tersebut dilakukan pada sampel air yang terdiri dari fragmen (37,35%), fiber (28,12%), film (31,54%), dan pelet (2,98%).

4.3 Polimer Penyusun Mikroplastik yang Ditemukan pada Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

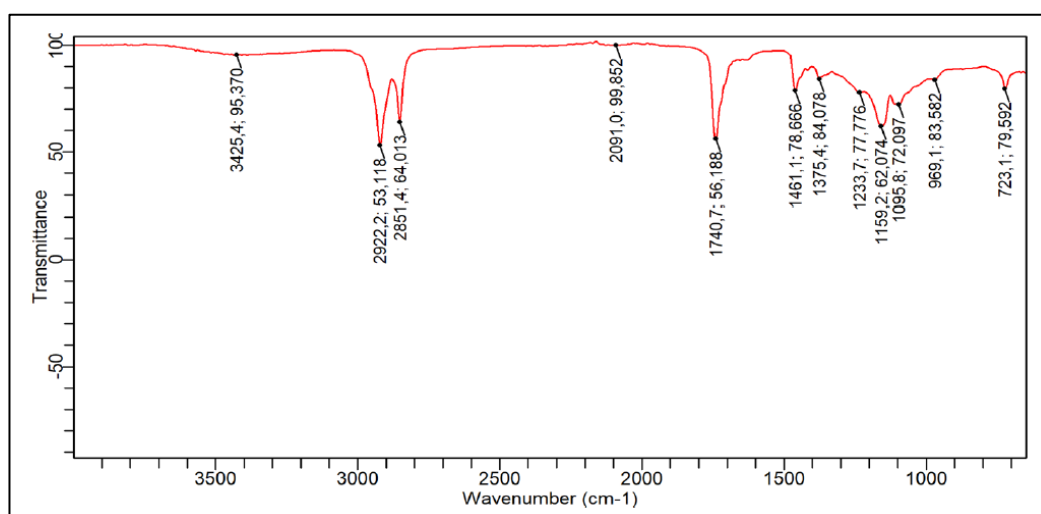
FTIR (*fourier transform infra red*) merupakan instrumen berbasis inframerah yang dilengkapi dengan teknologi transformasi Fourier, yang

berfungsi untuk menganalisis spektrum dari sampel yang diuji. Prinsip kerja alat ini melibatkan pemindaian otomatis terhadap frekuensi sinyal inframerah yang dikombinasikan, yang kemudian ditransmisikan melalui sampel. Sinyal yang dihasilkan dari transmisi sinar ini akan digunakan untuk mengidentifikasi komponen kimia dalam sampel tersebut. Salah satu keunggulan metode FTIR adalah tidak memerlukan penggunaan bahan kimia berbahaya selama proses analisis berlangsung (Nuzula, 2022).

FTIR merupakan salah satu metode yang digunakan dalam analisis polimer plastik, dengan memberikan informasi terkait jenis ikatan kimia yang terdapat dalam material plastik. Teknik *Fourier Transform Infrared* (FTIR) juga berfungsi sebagai alat untuk mengonfirmasi jenis polimer yang ada dalam sampel plastik. Saat ini, FTIR menjadi salah satu metode utama dalam identifikasi mikroplastik. Untuk mikroplastik berukuran yang masih dapat diamati secara visual, biasanya digunakan FTIR konvensional. Sementara itu, partikel mikroplastik yang berukuran lebih kecil memerlukan alat yang lebih canggih, yaitu micro-FTIR (m-FTIR) yang sudah terintegrasi dengan mikroskop. Partikel mikroplastik dengan diameter di bawah 10 mm dapat terdeteksi dengan menggunakan teknologi m-FTIR. Selain itu, sistem pencitraan pada m-FTIR yang dilengkapi dengan detektor *focal plane array* (FPA) memungkinkan proses pemetaan mikroplastik dilakukan secara lebih efisien karena dapat merekam ribuan spektrum dalam satu waktu (Chen *et al.*, 2020). Untuk mengidentifikasi keberadaan mikroplastik dalam suatu sampel, digunakan sistem algoritma otomatis yang bekerja dengan cara mencocokkan seluruh spektrum referensi

terhadap spektrum yang terdapat dalam peta data. Spektroskopi FTIR yang digunakan dalam analisis mikroplastik memiliki tiga metode utama, yakni transmisi, reflektansi, serta attenuated total reflection (ATR).

Nilai panjang gelombang yang diperoleh dari hasil analisis FTIR kemudian dibandingkan dengan data referensi dalam literatur untuk menentukan jenis polimer yang terkandung dalam sampel. Proses pengujian FTIR ini dilakukan dengan mengirimkan sampel mikroplastik yang ditemukan pada ikan lempuk (*Gabiopertus* sp.) ke Laboratorium Halal Terintegrasi LPH, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Hasil analisis FTIR mikroplastik adalah sebagai berikut :



Gambar 4.7 Hasil uji FTIR sampel ikan lempuk (*Gabiopertus* sp.)

Spektrum FTIR di atas menunjukkan puncak-puncak serapan (absorbansi) pada beberapa bilangan gelombang (*wave number*) tertentu yang menunjukkan keberadaan gugus-gugus fungsi spesifik dalam sampel.

Tabel 4.1 Jenis polimer pada sampel ikan lempuk

No	Serapan Gelombang (Cm ⁻¹)	Referensi Gelombang	Gugus Fugsi	Jenis Polimer	Referensi
1.	2922,2	2915–2925	–CH ₂ – alifatik	PP, PET, PS	Morgado <i>et al.</i> (2021)
2.	2851,4	2845–2855	–CH ₂ – alifatik	PP, PET	Morgado <i>et al.</i> (2021)
3.	2091,0	2100–2260	Alkuna / nitril	Nylon polyamide	Fan <i>et al.</i> (2021)
4.	1740,7	1730–1750	Gugus ester	PET, PVC	Jeon <i>et al.</i> (2025)
5.	1461,1	1450–1470	–CH ₂ –	PP, PS	Fan <i>et al.</i> (2021)
6.	1375,4	1360–1380	–CH ₃	PP	Morgado <i>et al.</i> (2021)
7.	1233,7	1200–1300	Ester	PET	Fan <i>et al.</i> (2021)
8.	1159,2	1100–1300	Gugus ester / eter	PET, PS	Jeon <i>et al.</i> (2025)
9.	1095,8	1000–1150	Polimer	PET, PS	Fan <i>et al.</i> (2021)
10.	969,1	950–980	Vinil / aromatic	PS, PVC	Morgado <i>et al.</i> (2021)
11.	723,1	720–730	Rantai lurus alifatik	HDPE	Fan <i>et al.</i> (2021)

Pita-pita serapan yang diperoleh dari pengujian FTIR kemudian dianalisis dengan membandingkannya terhadap data pustaka sebelumnya, dengan mencocokkan bilangan gelombang yang paling mendekati. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengidentifikasi gugus fungsi kimia serta jenis polimer yang terdapat dalam sampel ikan lempuk. serapan pertama berada pada posisi 2922,2

cm^{-1} (regangan C–H asimetris) menunjukkan ciri khas ikatan C–H pada gugus metilen ($-\text{CH}_2-$) dalam rantai alifatik panjang. Serapan ini sangat umum ditemukan dalam polimer seperti *polypropylene* (PP), dan *polyethylene terephthalate* (PET). Ini menunjukkan struktur dasar rantai karbon yang menjadi tulang punggung plastik.

Pada serapan kedua $2851,4 \text{ cm}^{-1}$ (regangan C–H simetris) serupa dengan puncak sebelumnya, tetapi menunjukkan regangan simetris dari ikatan C–H. Polimer seperti *polypropylene* (PP) secara konsisten menunjukkan puncak ini, yang memperkuat keberadaan rantai alifatik lurus. Pada serapan ketiga $2091,0 \text{ cm}^{-1}$ (regangan $\text{C}\equiv\text{C}$ atau $\text{C}\equiv\text{N}$) munculnya serapan pada daerah ini relatif jarang dan menunjukkan kemungkinan keberadaan gugus ikatan rangkap tiga, seperti alkuna ($\text{C}\equiv\text{C}$) atau nitril ($\text{C}\equiv\text{N}$). Ini bisa mengarah pada plastik jenis nitril (akrilonitril) atau pengaruh kontaminan dari lingkungan.

Pada serapan keempat $1740,7 \text{ cm}^{-1}$ (regangan $\text{C}=\text{O}$) serapan kuat ini menandakan adanya gugus karbonil ($\text{C}=\text{O}$), yang merupakan ciri khas ester dalam polimer seperti *polyethylene terephthalate* (PET) dan juga dapat muncul dalam *polyvinyl chloride* (PVC) dengan aditif tertentu. Ini merupakan indikator penting dari plastik berbasis ester. Pada serapan kelima $1461,1 \text{ cm}^{-1}$ (Tekukan C–H / Scissoring) merupakan gerakan tekuk (scissoring) pada gugus metilen ($-\text{CH}_2-$), umum ditemukan pada PP, dan juga *polystyrene* (PS). Ini mendukung adanya struktur karbon jenuh yang stabil.

Pada serapan keenam $1375,4 \text{ cm}^{-1}$ (tekukan C–H / Wagging) serapan ini merupakan ciri khas gugus metil ($-\text{CH}_3$) dan sangat menonjol pada

polypropylene (PP), karena *polypropylene* (PP) memiliki gugus metil sebagai substituen pada setiap unit monomernya. Pada serapan ketujuh $1233,7\text{ cm}^{-1}$ (regangan C–O) puncak ini menunjukkan regangan dari gugus eter (C–O), sangat khas pada *polyethylene terephthalate* (PET) karena struktur esternya yang kompleks. Ini adalah tanda keberadaan poliester.

Pada serapan kedelapan $1159,2\text{ cm}^{-1}$ (regangan C–O–C) ditemukan pada polimer dengan struktur eter atau ester seperti (PET) dan *polystyrene* (PS). Keberadaan ikatan ganda oksigen ini mendukung identifikasi poliester. Pada serapan kesembilan $1095,6\text{ cm}^{-1}$ (regangan C–O atau C–C) puncak ini mengindikasikan struktur polimerik yang mengandung banyak ikatan karbon-oksigen atau karbon-karbon, memperkuat keberadaan *polystyrene* (PS) atau *polyethylene terephthalate* (PET) sebagai kandidat utama.

Pada serapan kesepuluh $969,1\text{ cm}^{-1}$ (tekukan C–H Out-of-Plane) menunjukkan adanya struktur vinil atau aromatik. Puncak ini mendukung identifikasi *polyvinyl chloride* (PVC) atau *polystyrene* (PS), terutama bila polimer mengandung cincin aromatik atau ikatan rangkap. Pada serapan kesebelas $723,1\text{ cm}^{-1}$ (rocking $-(\text{CH}_2)_n-$) ini adalah puncak karakteristik dari gerakan rocking gugus metilen panjang ($-\text{CH}_2-$), sangat khas pada *High Density Polyethylene* (HDPE). Ini adalah indikator kuat keberadaan polimer polietilena dengan rantai panjang dan struktur linier.

Jenis-jenis polimer plastik yang berhasil diidentifikasi dalam sampel ikan lempuk (*Gabioporus sp.*) dijelaskan sebagai berikut:

1. *High Density Polyethylene* (HDPE)

Menurut Wani *et al.* (2020), HDPE termasuk salah satu jenis plastik yang mampu meminimalkan terjadinya interaksi kimia antara bahan kemasan dan isi di dalamnya, seperti makanan atau minuman. HDPE sendiri tergolong dalam kelompok polietilen berdensitas tinggi yang dikenal memiliki kekakuan tinggi dan tingkat kelenturan yang rendah. Selain itu, bahan ini juga memiliki ketahanan yang baik terhadap suhu dingin serta bersifat kokoh dan kuat secara fisik.

2. *Polypropylene* (PP)

Menurut Maddah (2016), polypropylene merupakan hasil sintesis petrokimia yang dibentuk dari monomer propilena, yang termasuk dalam golongan olefin. Pertama kali dikenali dan diproduksi pada tahun 1954, material ini dengan cepat mendapatkan popularitas berkat sifatnya yang memiliki kerapatan paling rendah di antara berbagai jenis plastik komersial. Sebagai bagian dari kelompok termoplastik, *polypropylene* sangat dihargai dalam berbagai sektor industri karena kemampuannya untuk dipanaskan dan didinginkan berulang kali tanpa mengakibatkan perubahan struktur yang berarti.

Menurut Alsabri *et al.* (2022) *polypropylene* tahan terhadap suhu tinggi, menjadikannya sangat sesuai untuk produk seperti baki, botol, ember, corong, serta alat yang memerlukan proses sterilisasi berkala. Tidak hanya itu, plastik jenis ini juga memiliki daya tahan tinggi terhadap bahan kimia. Polypropylene diklasifikasikan sebagai polimer vinil, di mana setiap atom karbonnya terhubung dengan gugus metil. Dari segi kualitas material, *polypropylene* dinilai lebih unggul jika dibandingkan dengan *polyethylene*.

3. *Polyvinyl Chloride (PVC)*

PVC dikenal sebagai salah satu jenis plastik termoplastik yang telah digunakan sejak lama dalam berbagai aplikasi. Material ini umum dijumpai dalam pembuatan saluran pipa, rangka jendela, daun pintu, isolasi kabel listrik, penutup atap seperti kanopi, saluran air hujan, hingga penutup lantai. Plastik ini memiliki kecenderungan terurai pada suhu yang tidak terlalu tinggi, terutama ketika terpapar cahaya, karena dapat melepaskan gas hidrogen klorida (HCl). Selain dikenal dengan daya tahan terhadap berbagai bahan kimia, PVC juga memiliki sifat tahan air dan mampu bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan dan cuaca ekstrem (Maddah, 2016).

4. *Nylon (Polyamide)*

Menurut Vojdani & Giti (2015) nilon merupakan istilah umum untuk polimer termoplastik yang termasuk dalam kelompok poliamida (PA). Poliamida dikenal luas sebagai bahan pembentuk serat buatan, yang pertama kali dikembangkan oleh Wallace Carothers pada tahun 1935 sebagai alternatif sintetis untuk menggantikan sutera alami. Meskipun istilah "nilon" sering digunakan, dalam lingkup ilmiah dan teknis, "poliamida" lebih banyak dipakai karena mencakup berbagai jenis dan turunannya, termasuk kopolimer. Menurut Pouzada (2021), jenis-jenis poliamida lainnya telah dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai bahan dasar plastik maupun serat sintetis. Seluruh poliamida memiliki struktur khas berupa gugus amida ($-C(=O)N=$) yang berulang pada rantai utama molekulnya. Berdasarkan Kausar (2017), material ini banyak digunakan dalam berbagai industri seperti otomotif, alat elektronik, serta perangkat listrik. Selain

itu, serat poliamida juga diaplikasikan dalam produk tekstil, alat pancing, dan pelapis lantai seperti karpet.

5. *Polystyrene* (PS)

Spektrum serapan pada $1461,1\text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan keberadaan senyawa polistirena (*polystyrene*), yang ditandai melalui karakteristik lenturan (*bending*) pada ikatan C–H. Menurut Begum *et al.* (2020), polistirena merupakan jenis polimer sintetis berbasis hidrokarbon aromatik yang tersusun dari unit monomer stirena. Monomer stirena sendiri diperoleh melalui proses kimia yang melibatkan etilena dan benzena. Reaksi antara etilena dan benzena dengan bantuan katalis seperti aluminium triklorida akan menghasilkan etilbenzena, yang selanjutnya dikonversi menjadi stirena dan gas hidrogen dengan menggunakan katalis logam seperti besi oksida atau magnesium oksida dalam kondisi suhu tinggi. Polistirena (PS) memiliki kegunaan luas dalam kehidupan sehari-hari, antara lain digunakan sebagai bahan pembuatan tutup kemasan, botol, toples, mainan anak, plastik berbentuk busa, wadah makanan sekali pakai, gelas plastik, kotak CD atau kaset, serta berbagai perlengkapan rumah tangga lainnya.

6. *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Polyethylene terephthalate (PET) teridentifikasi melalui pita serapan pada $1375,4\text{ cm}^{-1}$ dan $1233,7\text{ cm}^{-1}$, yang mencerminkan adanya vibrasi peregangan ikatan C–O. Menurut Lanaro *et al.* (2018), PET lebih dikenal secara umum dengan istilah poliester. Material ini merupakan jenis polimer semiaromatik yang terbentuk dari reaksi antara etilen glikol dan asam tereftalat. Sejalan dengan pendapat tersebut, McKeen (2020) juga menyebutkan bahwa PET termasuk

dalam kategori poliester termoplastik dan sering kali disebut sebagai poliester. PET hadir dalam dua bentuk, yaitu versi amorf (transparan) dan semikristalin (buram atau putih). Varian amorf menunjukkan sifat yang lebih ulet, namun kekuatan dan kekakuannya cenderung lebih rendah. Sebaliknya, PET semikristalin memperlihatkan kombinasi kekuatan, kekakuan, dan ketahanan yang lebih baik dibandingkan bentuk amorf. Karena karakteristiknya yang unggul, PET menjadi salah satu jenis termoplastik yang paling banyak diproduksi di dunia. Penggunaan PET sangat luas, terutama dalam industri makanan dan minuman, seperti botol air minum dan wadah makanan. Namun, tingginya angka produksi ini juga berdampak pada meningkatnya volume limbah PET, yang hingga kini masih menjadi tantangan besar dalam pengelolaan lingkungan (Simsek *et al.*, 2019).

Enam jenis polimer plastik yang telah teridentifikasi ditemukan pada sampel ikan lempuk dan berperan sebagai komponen pembentuk mikroplastik dalam tubuh organisme tersebut. Berdasarkan penjelasan dari Bajt (2021), satu jenis mikroplastik dapat tersusun dari beberapa tipe polimer secara bersamaan. Contohnya, mikroplastik berbentuk fiber dapat terdiri atas poliamida (PA) dan polyethylene terephthalate (PET). Namun, dalam temuan lain disebutkan bahwa fiber juga dapat mengandung campuran polimer seperti PET, PA, dan polypropylene (PP). Jenis mikroplastik berupa fragmen dapat terbentuk dari kombinasi beberapa polimer, termasuk PET, PP, polyvinyl chloride (PVC), dan polystyrene (PS). Sementara itu, mikroplastik dengan bentuk film dapat tersusun dari polimer PET dan bahan seperti selofan (*cellophane*), yang juga tergolong

dalam jenis plastik tipis.

Menurut pendapat Andrady & Neal (2009), plastik merupakan salah satu material yang paling sukses digunakan secara luas karena fleksibilitasnya yang tinggi. Plastik hadir dalam berbagai variasi, mulai dari polimer alami, polimer alami yang telah dimodifikasi, plastik termoset, hingga plastik yang dirancang untuk dapat terurai secara hayati (biodegradable). Penggunaan plastik paling dominan ditemukan dalam sektor pengemasan, seperti pada botol, kantong, serta berbagai jenis kemasan produk, yang jumlahnya jauh melebihi konsumsi plastik untuk sektor lain seperti otomotif, mainan, maupun furnitur. Selain itu, plastik juga digunakan secara signifikan dalam bidang konstruksi, misalnya untuk produksi pipa, serta dalam peralatan rumah tangga.

Meskipun tujuan awal dari penciptaan plastik adalah untuk mempermudah aktivitas manusia, namun pembuangan plastik ke alam selama bertahun-tahun justru menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Kondisi ini mencerminkan bahwa penggunaan plastik telah melampaui batas kewajaran dan berubah menjadi bentuk pemborosan yang pada akhirnya memberikan tekanan ekologis yang cukup serius. (Okunola *et al.*, 2019). Allah SWT berfirman dalam Allah SWT berfirman dalam QS AL-Baqarah [2] ayat 30 yang berbunyi:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّیْ جَاعِلٌ فِی الْاَرْضِ خَلِیْفَةً ۗ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِیْهَا مَنْ یُّفْسِدُ فِیْهَا وَیَسْفِكُ

الدِّمَآءَ وَیَحْنُ نُسُجًا بِحَمْدِكَ وَتُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ اِنِّیْۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَ

Artinya: *Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak*

menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.” (QS Al-Baqarah [2]:30).

Menurut penjelasan dalam *Tafsir Al-Mishbah* ketika Allah SWT menyampaikan kepada para malaikat bahwa Dia akan menciptakan manusia pertama, yaitu Nabi Adam a.s., untuk dijadikan sebagai khalifah atau pemimpin di muka bumi, para malaikat merespons dengan sebuah pertanyaan yang menggambarkan kekhawatiran mereka. Mereka mempertanyakan alasan pemilihan manusia sebagai khalifah, karena mereka mengetahui bahwa manusia dan keturunannya kelak berpotensi melakukan kerusakan dan pertumpahan darah di bumi. Dalam pandangan para malaikat, mereka merasa lebih layak untuk mengemban tugas tersebut, mengingat sifat mereka yang senantiasa memuji, menyucikan, dan bertasbih kepada Allah SWT tanpa henti. Pertanyaan tersebut bukan bentuk penolakan, melainkan refleksi atas keprihatinan mereka terhadap makhluk yang akan diberi tanggung jawab besar namun memiliki kecenderungan untuk berbuat salah (Shihab, 1999).

Allah SWT tidak membenarkan anggapan para malaikat, melainkan menjelaskan bahwa pengetahuan-Nya meliputi segala sesuatu yang tidak mereka ketahui. Dalam menjawab pertanyaan para malaikat, Allah menegaskan bahwa keputusan-Nya, termasuk pengangkatan Nabi Adam a.s. sebagai khalifah di bumi, sepenuhnya didasarkan pada ilmu dan hikmah-Nya yang agung dan tak terbatas. Meskipun para malaikat tidak memahami sepenuhnya alasan di balik keputusan tersebut, Allah SWT mengetahui dengan sempurna manfaat dan tujuan yang

terkandung di dalamnya. Tugas kekhalifahan yang diberikan kepada Adam a.s. mengandung makna bahwa beliau dan keturunannya diberi tanggung jawab sebagai wakil Allah di bumi, yaitu untuk menegakkan perintah-perintah-Nya, mengelola serta merawat bumi dengan baik, serta memanfaatkan segala sumber daya yang telah disediakan oleh-Nya untuk kemaslahatan seluruh makhluk.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini meliputi:

1. Tipe mikroplastik yang telah diidentifikasi pada sampel ikan lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan adalah fiber dan fragmen. Fiber menjadi tipe yang mendominasi dari total keseluruhan mikroplastik yang didapat, yaitu sebanyak 59 partikel. Total keseluruhan fragmen ditemukan sebanyak 31 partikel.
2. Nilai kelimpahan total mikroplastik pada sampel ikan lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan adalah 1,8 partikel/individu.
3. Jenis polimer plastik pada sampel ikan lempuk yang diuji dengan menggunakan FTIR berjumlah enam polimer. Polimer plastik tersebut diantaranya adalah *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polypropylene* (PP), *Polyvinyl chloride* (PVC), *Nylon polyamide*, *Polystyrene* (PS), dan *Polyethylene Terephthalate* (PET).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jika penelitian serupa di kawasan Ranu Grati, dapat menentukan stasiun lain agar data yang diberikan dapat lebih bervariasi.
2. Jika penelitian serupa di kawasan Ranu Grati, dapat menentukan jenis mikroplastik dengan bagian tubuh ikan lempuk yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, S., Rumi, S. S., Hu, Y., & Abidi, N. 2021. Microfibers From Synthetic Textiles as a Major Source of Microplastics in the Environment: A Review. *Textile Research Journal*. 0(0): 1–21.
- Agustian, Dita., & Erri N.M., & Yudi, N.I., & M. Fani, C. 2021. Analisis Tren Ukuran Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*) dan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*) di pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhan Ratu. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 5(3):685-693.
- Alam, F. C., & Rachmawati, M. 2020. Perkembangan Penelitian Mikroplastik di Indonesia. *Jurnal Presipitasi*. 17(3): 344–352.
- Alsabri, A., Tahir, F., & Al-ghamdi, S. G. 2022. Environmental Impacts of Polypropylene (PP) Production and Prospects of its Recycling in the GCC Region. *Materials Today: Proceedings*. 56: 2245–2251.
- Ambarsari, Diah Ayu & Milani Anggiani. 2022. Kajian Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Wilayah Perairan Laut Indonesia. *Oseana*. 47(1):20-28.
- Amin, B., Galib, M., & Setiawan, F. 2020. Preliminary Investigation on the Type and Distribution of Microplastics in the West Coast of Karimun Besar Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 430: 1–9.
- Andrady, A. L., & Neal, M. A. 2009. Applications and Societal Benefits of Plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364(1526): 1977–1984.
- Anitasari, S., Faqih, A. R, Kusuma, W. E., & Yuniarti, A. 2021. Kajian Morfometrik Dan Nisbah Jenis Kelamin Ikan Lempuk Di Ranu Grati, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Harpodon Borneo*, 14(1), 21-28.
- Aqilla, Anabella Setiani dan fajri Anugroho. STP. M. Agr., Ph. D and Putri Setiani, ST, MES, Ph.D. 2022. Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan Di Danau Ranu Grati, Kabupaten Pasuruan. *Sarjana Thesis*. Universitas Brawijaya
- Astuti, A.D., & Jatmiko Wahyudi., & Aeda Ernawati., & Siti Q.A. 2020. Kajian Pendirian Usaha Biji Plastik di Kabupaten Pati, Jawa Tengah. *Jurnal Litbang*. 16(2):95-112.
- Ayun, Neily Qurrata. 2019. Analisis Mikroplastik Menggunakan Ft-Ir pada Air, Sedimen, dan Ikan Belanak (Mugil Chepalus) di Segmen Sungai Bengawan Solo yang Melintasi Kabupaten Gresik. *Skripsi*. 1-70
- Ayuningtyas, W.C., Andi Suhadi, Imam Benjani. 2019. Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Banyu Urip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 3(1):41-45.
- Azizah, Pramita., & Ali Ridlo., & Chrisna Adhi Suryono. 2020. Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. 9(3):336-348.
- Bajt, O. 2021. From Plastics to Microplastics and Organisms. *FEBS Open Bio*. 11(4): 954–966.

- Begum, S. A., Rane, A. V., & Kanny, K. 2020. Applications of Compatibilized Polymer Blends in Automobile Industry. Dalam Buku *Compatibilization of Polymer Blends*. United Kingdom: Elsevier Inc.
- Bleeker, Pieter. 1874. Esquisse d'un système naturel des Gobioïdes. *Archives Néerlandaises des Sciences Exacte et Naturelles*, 9(1), 289-331.
- Borboza, L., & Dick, L., & Beatriz, Anne., & Lucia. 2018. Marine Microplastics Debris: An Emerging Issue For Food Security, Food Safety, and human Health. *Marine Pollution Bulletin*. 133:336-348.
- Boucher, J., & Friot, D. 2017. *Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources*. IUCN.
- Bramestian, R. H. Budiarjo dan D. Y. Yurisma. 2016. Perancangan place identity ranu grati sebagai upaya untuk meningkatkan brandawareness. *Institut bisnis dan informatika stikom surabaya*. 1-8.
- Cesa, F. S., Turra, A., & Ramos, J. B. 2017. Synthetic Fibers as Microplastics in the Marine Environment: A Review from Textile Perspective with a Focus on Domestic Washings. *Science of the Total Environment*. 598: 1116–1129.
- Chen, Y., Wen, D., Pei, J., Fei, Y., Ouyang, D., Zhang, H., & Luo, Y. 2020. Identification and Quantification of Microplastics using Fourier-Transform Infrared Spectroscopy: Current Status and Future Prospects. *Environmental Science and Health*. 18: 14–19.
- Cincinelli, A., & C, Scopetani D., & Chelazzi, E. Lombardini., & T, Martellini A., & Katsoyiannis, M.C.F., & S, Corsolini. 2017. Microplastic in The Surface Waters of The Ross Sea (Antartica): Occurrence, Distribution, and Characterization by FTIR. *Chemosphere*. 175:391-400.
- Crawford, B. C., & Quinn, B. 2017. *Microplastic Pollutants*. United Kingdom: Elsevier Inc.
- Dewi, Ni Made Nia Bunga Surya. 2022. Studi Literatur Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan. *Jurnal Sosial Sains dan Teknologi*. 2(2): 239-250.
- Dia, W.N.A.L., & Kantun, W., & Kabangga, A. 2021. Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Usus Ikan Tuna Mata Besar (*Thunnus obesus*) yang Didaratkan di Pelabuhan Ikan Wakatobi. *Jurnal Ikan dan Teknologi Kelautan Tropis*. 13(2):333-343.
- Fan, C., Huang, Y. Z., Lin, J. N., & Li, J. 2021. Microplastic constituent identification from admixtures by Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy: The use of polyethylene terephthalate (PET), polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polyvinyl chloride (PVC) and Nylon (NY) as the model constituent. *Environmental Technology and Innovation*. 23.101798
- Firmansyah, M.D.F. 2020. Analisis Mikroplastik pada Sedimen, Air, dan Kupang Putih (*Corbula faba hinds*) di Perairan Kepetingan Sidoarjo, Jawa Timur.
- Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamson, N. J., & Boldgiv, B. 2014. High-levels of Microplastic Pollution in a Large, Remote, Mountain Lake. *Marine Pollution Bulletin*. 85(1): 156–163.

- Gela, S. M., & Aragaw, T. A. 2022. Abundance and Characterization of Microplastics in Main Urban Ditches Across the Bahir Dar City, Ethiopia. *Frontiers in Environmental Science*. 10: 1–16.
- GESAMP. 2015. Sources, Fate, and Effects of Microplastics in The Marine Environment: A Global Assesment. *Report Studies*. 90(96).
- Giani, D., & M, Baini., & M, Galli., & S, Casini., & M, C, Fossi. 2019. Microplastics Occurrence in Edible Fish Species (*Mullus barbatus* and *Merluccius merluccius*) Collected in Three Different Geographical Sub-aread of The Mediterranean Sea. *Marine Pollutan Bulletin*. 140:129-137.
- Hadiaty, R. K., Gerald R. Allen dan M.V. Erdmann. 2012. Keanekaragaman jenis ikan di Teluk Arguni, Kaimana, Papua Barat. *Zoo Indonesia* .21(2): 35-42.
- Haji, A. T. S., Rahadi, B., & Firdausi, N. 2021. Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 8(2): 74–84.
- Hale, R. C., Seeley, M. E., La Guardia, M. J., Mai, L., & Zeng, E. Y. 2020. A Global Perspective on Microplastics. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 125(1): 1–40.
- Hiwari, H., & Noir, P., & Yudi, N., Lintang, P., & Putri, G. 2019. Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 5(2):165-171.
- Imam, Muhamad (2011) Variasi Morfologi pada Ikan Lempuk (*Gobiopertus brachypterus*) di Danau Ranugrati Pasuruan. Magister *thesis*, Universitas Brawijaya.
- Issac, M. N., & Kandasubramanian, B. 2021. Effect of Microplastics in Water and Aquatic Systems. *Environmental Science and Pollution Research*. 28: 19544–19562.
- Istiqomah, Nurul. 2020. Pemanfaatan Media Cangkang Kerang Sebagai Filter Tambak untuk Mereduksi Mikroplastik Pada Air Laut.
- Iwasaki, S., & A, Isobe., & S, Kako., & K, Uchida., & T, Tokai. 2017. Fate of Microplastics and Mesoplastics Carried by Surface Currents and Wind Waves: a Numerical Model Approach in The Sea of Japan. *Marine Pollution Bulletin*. 121:85-96.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. 2015. Plastic Waste Inputs from Land Into the Ocean. *Science*. 347(6223): 768–770.
- Jemec, A., Horvat, P., Kunej, U., Bele, M., & Kržan, A. 2016. Uptake and Effects of Microplastic Textile Fibers on Freshwater Crustacean *Daphnia magna*. *Environmental Pollution*. 219: 201–209.
- Jeon. S., et al. 2025. FTIR-Based Microplastic Classification: A Comprehensive Study on Normalization and ML Techniques. *Waste*. 10(2):46
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. 2017. Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu dan Ubikayu Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*. 36(2): 67.

- Kausar, A. 2017. Physical Properties of Hybrid Polymer/Clay Composites. Dalam Buku *Hybrid Polymer Composite Materials: Properties and Characterisation*. United Kingdom: Elsevier Ltd.
- Keith, P., Hoareau, T., Lord, C., Ah-Yane, O., Gimmoneau, G., Robinet, T., Valade, P. 2008. Characterisation of Post-larval to Juvenile Stages, Metamorphosis, and Recruitment of An Ampidromi Goby, *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas, 1767) (Teleostei: Gobiidae: Sicydiinae)”. *Mar Freshwater Res*, 59(10), 876-889.
- Komyakova, V., Vince, J., & Haward, M. 2020. Primary Microplastics in the Marine Environment : Scale of the Issue, Sources, Pathways and Current Policy. *Department of Agriculture, Water and the Environment* University of Tasmania.
- Kurniawan, E. A., Kanto, S., & Mochtar, H. 2016 . Optimalisasi Pemberdayaan Masyarakat Kelompok Tani Keramba Jaring Apung (Studi Kasus Penanggulangan Kemiskinan di Kecamatan Grati, Pasuruan). *Wacana Journal of Social and Humanity Studies*, 19(4), 234-242.
- Lanaro, M., Booth, L., Powell, S. K., & Woodruff, M. A. 2018. Electrofluidodynamic Technologies for Biomaterials and Medical Devices: Melt Electrospinning. In *Electrofluidodynamic Technologies (EFDTs) for Biomaterials and Medical Devices: Principles and Advances*. United Kingdom: Elsevier Ltd.
- Larson, H.K., Jaafar, Z. and Lim, K.K. 2008. An annotated checklist of the gobioid fishes of Singapore. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 56(1), 135-155.
- Lestari, P., Trihadiningrum, Y., Firdaus, M., & Warmadewanthi, I. D. A. 2021. Microplastic pollution in Surabaya River Water and Aquatic Biota, Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 1– 13.
- Lusher, A. L., Bråte, I. L. N., Munno, K., Hurley, R. R., & Welden, N. A. 2020. Is it or Isn't it: The Importance of Visual Classification in Microplastic Characterization. *Microplastics*. 74(9): 1-43.
- Maddah, H. A. 2016. Polypropylene as a Promising Plastic: A Review. *American Journal of Polimer Science*. 6(1): 1–11.
- Mardiyana & Ari Kristiningsih. 2020. Dampak Pencemaran Mikroplastik di Ekosistem Laut terhadap Zooplankton: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*. 2(01).
- Margaretha, L.S., & Budijono., & Muhammad Fauzi. 2022. Identifikasi Mikroplastik pada Ikan Kapiék (*Puntius schawanafeldii*) di Waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Peikanan dan Kelautan*. 27(2):235-240.
- Margoda, V., Palma, C., & Bettencourt da Silva, R. J. N. 2021. Validated Spreadsheet for the identification of PE, PET, PP, and PS microplastics by micro-ATR-FTIR spectra with known uncertainty. *Talanta*:224.
- McKeen, L. W. 2020. Effect of Radiation on the Properties of Polyester Polymers. In *The Effect of Radiation on Properties of Polymers*. United Kingdom: Elsevier Ltd.

- Mirad, A., Yoswaty, D., & Thamrin. 2020. Identification Microplastic Waste in Seawater and the Digestive Organs of Senangin Fish (*E. tetradactylum*) at Dumai City Sea Waters. *Asian Journal of Aquatic Sciences*. 3(3): 248–259.
- Nuzula, Farid Firdausi. 2022. Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Jeroan Ikan di TPI Mina bahari. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- Okunola, A. A., Kehinde, I. O., Oluwaseun, A., & Olufiropo, E. A. 2019. Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review. *Journal of Toxicology and Risk Assessment*. 5(1): 1–13.
- Oladejo, A. 2017. Analysis of Microplastics and Their Removal from Water. *Bachelor's Thesis*. Environmental Engineering Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.
- Patzner, R.A., Van Tassell, J.L., Kovacic, M., and Kapoor, B.G. 2011. *The Biology of Gobies*. CRC Press: 702 hlm.
- Portoles, E. P. 2020. Microplastics in Water - Current States and Future Challenge. *Bachelor Thesis*. Wydział Chemiczny Politechnika Gdanska.
- Pouzada, A. S. 2021. *Chapter 4 - Selection of Thermoplastics*. Design and Manufacturing of Plastics Products. William Andrew Publishing.
- Prasetyo, D. 2020. Pencemaran Mikroplastik Menggunakan *Sepia pharaonis* di Pasar Pelelangan Ikan Muara Angke. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Purnama, D., & Yar Johan., & Mukti D.W., & Person, P.R., & Jojor, M.S., & Jesica, M.Y., & Helen, M.M., & Amelia, S.H.M.P., & Kiki, M. 2021. Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Hasil Tangkapan Nelayan di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*. 6:110-124.
- Putra, T. P. 2019. Studi Pencemaran Mikroplastik pada Ikan, Air dan Sedimen di Kepulauan Bala-Balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
- Putri, Siska Melida. 2021. Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Pada Biota (Ikan) di Perairan Pantai Sendangbiru Malang. *Skripsi*. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Rahmadhani, Fitra. 2019. Identifikasi dan Analisis Kandungan Mikroplastik pada Ikan Pelagis dan Demersal Serta Sedimen dan Air Laut di Perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang. *Skripsi*. 1-66.
- Revika, P.W. Purnomo dan S. Rudiyaniti. 2016. Komposisi dan kelimpahan larva dan juvenil ikan di sekitar muara sungai tulung demak. *Diponegoro Journal Of Maquares*, 5(2), 35-42.
- Rhodes, C. J. 2018. Plastic Pollution and Potential Solutions. *Science Progress*. 101(3): 207–260.
- Rijal., & N. Annisa., & I Firda. 2021. Kontaminasi Mikroplastik (MPs) Pada Ikan di Indonesia. FMIPA Universitas Negeri Semarang.

- Ritchie, H. 2022. *FAQs on Plastics*. Diakses pada 02 September 2018 melalui <https://ourworldindata.org/faq-on-plastics>.
- Santhi, DGD. Dharma. 2016. Plastik Sebagai Kemasan Makanan dan Minuman. Bagian Patologi Klinik PSPD FK UNUD.
- Salsabila, Gheasukma Safira Azka and Fajri Anugroho., STP, M. Agr., Ph. D and Dr. Eng. Akhmad Adi S., STP, M.Eng. 2022. Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Dan Daging Ikan Di Danau Ranu Grati, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Sarjana thesis*, Universitas Brawijaya.
- Sarasita, Dara., & Agung Yunanto., & Defri Yona. 2020. Kandungan Mikroplastik pada Empat Jenis Ikan Ekonomis Penting di Perairan Selat Bali. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 20(1):143-144.
- Shihab, M. Q. 1999. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Penerbit Lentera Hati.
- Shihab, M. Q. 1999. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Penerbit Lentera Hati.
- Simsek, B., Uygunoğlu, T., Korucu, H., & Kocakerim, M. M. 2019. Performance of Dioctyl Terephthalate Concrete. In *Use of Recycled Plastics in Eco-efficient Concrete*. United Kingdom: Elsevier Ltd.
- Sulistyo, N. E., Rahmawati, S., Putri, R. A., Arya, N., & Eryan, Y. A. 2020. Identification of the Existence and Type of Microplastic in Code River Fish, Special Region of Yogyakarta. *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*. 1(1): 85–91.
- Talley, T. S., Venuti, N., & Whelan, R. 2020. Natural History Matters: Plastics in Estuarine Fish and Sediments at the Mouth of an Urban Watershed. *PLoS ONE*. 15(3): 1–19.
- Tanaka, K., & Takada, H. 2016. Microplastic Fragments and Microbeads in Digestive Tracts of Planktivorous Fish from Urban Coastal Waters. *Scientific Reports*. 6(34351): 1–8.
- Termvidchakorn, A and K.G. Hortle. (2013). A guide to larvae and juveniles of some common fish spesies from the Mekong River Basin. *MRC Technical Paper*, 223: 1683-1489
- Teuten, E.L., & S, J. Rowland., & T, S. Galloway., & R, C. Thompson. 2016. Potential for Plastics to Transport Hydrophobic Contaminants. *Environ Sci techno*. 41(22):7759-7764.
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D., & Russell, A. E. 2004. Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838.
- Thompson, Richard C., & Shanna H. S., & Charles J. M., & Frederick S.V.S. 2009. Our Plastic Age. *Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences*. 364(1526):73-76
- Tim SKPIM Batam. 2019. *Laporan Pemantauan PIK 2020: Stasiun Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Batam*. Stasiun Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan keamanan Hasil Perikanan, Batam

- Tuhumury, Novianty C. & Agustina Ritonga. 2020. Identifikasi Keberadaan dan Jenis Mikroplastik pada Krang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Tanjung Tiram, Teluk Ambon. *Jurnal TRITON*. 16(1):1-7.
- Vojdani, M., & Giti, R. 2015. Polyamide as a Denture Base Material: A Literature Review. *J Dent Shiraz Unive Med Sci*. 16(1): 1–9.
- Wani, T., Pasha, S. A. Q., Poddar, S., & Balaji, H. V. 2020. A Review on the Use of High Density Polyethylene (HDPE) in Concrete Mixture. *International Journal of Engineering Research*. 9(05): 861–864.
- Wibawa, I Gusti Ngurah Artha., & Oktiyas Muzaky Luthfi. 2017. Kualitas Air Pada Ekosistem Terumbu Karang di Selat Sempu, Sendangbiru, Malang. *Jurnal segara*. 13(1):25-35.
- Widiana, Fenny & Respati Wikantiyoso. 2018. Implementasi Kearifan Lokal dalam Strategi Pengembangan Wisata Pantai Sendangbiru untuk Pelestarian Pulau Sempu. *Local Wisdom*. 10(1):9-17.
- Widianarko, Budi., & Inneke Hantoro. 2018. Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa. Universitas Katolik Soegijapranata..
- Wijaya, B. A., & Trihadiningrum, Y. 2019. Pencemaran Meso- dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Driyorejo hingga Karang Pilang. *Jurnal Teknik ITS*. 8(2): 2–7.
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. 2013. The Physical Impacts of Microplastics on Marine Organisms: A review. *Environmental Pollution*. 178: 483–492.
- Yona, Defri., & Mela D.M., & M. Reza C., & Yuyun Elvania., & I Wayan Eka D. 2020. Analisis Mikroplastik di Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Karang di Tiga Pulau Kecil dan Terluar Papua, Indonesia: Kajian Awal. *Jurnal Ilmu Teknologi Kelautan Tropis*. 12(2):495-505.
- Yudhantari, C.I.A.S., I, G. Hendrawan., N, L.P.R. Pusphita. 2019. Kandungan Mikroplastik pada Saluran Ikan Lemuru Protolan (*Sardinella lemuru*) Hasil Tangkapan di Selat Bali. *Journal of Marine Research and Technology*. 2(1).
- Yoswaty, D., Feliatra, Amin, B., Nursyirwani, Mardalisa, Zientika, Fatwa, E. B., & Pakpahan, D. 2021. Identification of Microplastic Waste in Sea Water, Sediment in the Sea Waters of Dumai City, Riau Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 674(1): 248-259.
- Zhang, W., & Zhang, S., & Wang, J., & Wang, Y., & Mu, J., & Wang, P., & Lin, X., & Ma, D. 2017. Microplastics Pollution in The Surface Waters of The Bohai Sea, China. *Environmental Pollution*. 231:541-548.
- Zubris, K. A. V., & Richards, B. K. 2005. Synthetic Fibers as an Indicator of Land Application of Sludge. *Environmental Pollution*. 138(2): 201–211.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Mikrolastik Pada Sampel Ikan Lempuk (*Gabiopterus* sp.)

Di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

1.1 Data Pada Stasiun 1

Spesies ke-	Hitung		Jenis Mikroplastik	Jumlah Partikel Mikroplastik (partikel)
	Berat (gr)	Panjang (cm)		
1.	1,58	3,5	Fragmen	1
2.	1,12	3,5	Fiber	1
3.	1,29	3,5	Fiber	1
4.	0,17	3,4	-	-
5.	0,21	3,3	-	-
6.	0,92	3,3	Fiber	1
7.	1,10	3,5	Fiber	1
8.	0,27	3,5	-	-
9.	1,20	3,5	Fiber	1
10.	0,57	3,4	-	-
11.	1,00	3,3	-	-
12.	1,16	3,5	Fiber	1
13.	0,59	3,3	-	-
14.	0,98	3,5	Fiber	1
15.	0,33	3,5	-	-
16.	1,47	3,5	Fragmen	1

17.	0,81	3,5	-	-
18.	0,94	3,5	Fiber	1
19.	1,20	32	-	-
20.	1,36	3,3	Fiber	2
21.	0,58	3,4	-	-
22.	0,28	3,5	-	-
23.	1,12	3,5	Fiber	1
24.	1,29	3,2	Fiber	1
25.	1,20	3,4	Fiber	1
26.	0,98	3,5	Fiber	1
27.	0,55	3,4	-	-
28.	1,42	3,5	Fragmen	1
29.	0,44	3,4	-	-
30.	0,86	3,4	Fiber	1
31.	1,00	3,3	Fiber	1
32.	0,79	4,5	Fiber	1
33.	0,38	3,2	-	-
34.	1,31	3,5	Fiber	1
35.	0,69	3,4	Fiber	1
36.	0,72	3,4	Fiber	2
37.	0,54	3,2	-	-
38.	0,35	3,2	-	-
39.	0,99	3,5	Fiber	1
40.	1,13	3,5	Fiber	1

41.	0,88	3,5	Fiber	1
42.	1,00	3,2	Fiber	1
43.	0,25	3,1	-	-
44.	0,98	3,4	Fiber	1
45.	0,76	3,1	Fiber	1
46.	0,63	3,5	Fiber	1
47.	0,51	3,5	-	-
48.	1,00	3,5	Fiber	1
49.	0,96	3,5	Fiber	1
50.	0,49	3,5	Fiber	1
Total			Fiber : 31	34
			Fragmen: 3	

1.2 Data Pada Stasiun 2

Spesies ke-	Hitung		Jenis Mikroplastik	Jumlah Partikel Mikroplastik
	Berat (gr)	Panjang (cm)		
1.	0,55		-	-
2.	1,42	3,1	Fiber	1
3.	1,00	3,4	-	-
4.	0,25	3,1	Fragmen	1
5.	0,98	3,5	Fragmen	1
6.	0,88	3,5	-	-
7.	1,13	3,3	Fragmen	1
8.	0,88	3,5	-	-

9.	1,58	3,5	Fiber	1
10.	1,12	3,5	Fragmen	1
11.	1,29	3,5	-	-
12.	0,17	3,4	Fragmen	1
13.	0,21	3,5	-	-
14.	0,92	3,5	-	-
15.	1,13	3,5	Fiber	1
16.	0,88	3,2	-	-
17.	0,98	3,5	Fragmen	1
18.	0,55	3,5	Fiber	1
19.	1,42	3,2	-	-
20.	0,44	3,1	-	-
21.	0,55	3,5	Fragmen	1
22.	1,42	32	-	-
23.	0,28	3,3	Fragmen	1
24.	1,12	3,4	Fragmen	1
25.	1,29	3,5	-	-
26.	0,76	3,5	Fiber	2
27.	0,63	3,5	-	-
28.	0,51	3,5	Fragmen	1
29.	1,00	3,5	-	-
30.	0,69	3,5	Fragmen	1
31.	0,72	3,5	Fragmen	1
32.	0,54	3,4	-	-

33.	0,35	3,3	Fragmen	1
34.	0,99	3,4	Fragmen	1
35.	0,30	32	-	-
36.	1,47	3,3	Fiber	1
37.	0,81	3,4	-	-
38.	0,94	32	Fragmen	1
39.	1,20	3,3	-	-
40.	1,20	3,4	Fragmen	1
41.	0,98	3,1	Fragmen	1
42.	0,55	3,5	Fiber	1
43.	0,28	3,5	-	-
44.	1,12	3,5	-	-
45.	1,29	3,5	Fragmen	1
46.	1,20	3,5	-	-
47.	0,55	3,1	Fiber	1
48.	1,42	32	Fragmen	1
49.	1,00	3,3	-	-
50.	0,27	3,4	Fragmen	1
Total			Fiber : 9	30
			Fragmen : 21	

1.1 Data Pada Stasiun 3

Spesies ke-	Hitung		Jenis Mikroplastik	Jumlah Partikel Mikroplastik
	Berat (gr)	Panjang (cm)		
1.	0,69		Fragmen	1
2.	0,72	3,5	Fiber	1
3.	0,54	3,5	Fragmen	1
4.	0,35	3,5	Fiber	1
5.	0,99	3,5	Fiber	1
6.	0,69	3,5	Fiber	1
7.	0,72	3,4	Fiber	1
8.	1,00	3,3	Fragmen	1
9.	0,99	3,5	-	-
10.	0,30	3,5	-	-
11.	1,47	3,5	Fragmen	1
12.	0,81	3,2	-	-
13.	0,94	3,1	Fiber	1
14.	1,20	3,4	-	-
15.	1,20	3,1	-	-
16.	0,98	3,5	Fiber	1
17.	0,55	3,5	-	-
18.	0,99	3,5	Fiber	1
19.	1,01	3,4	-	-
20.	0,87	3,5	Fiber	1
21.	0,37	3,5	-	-

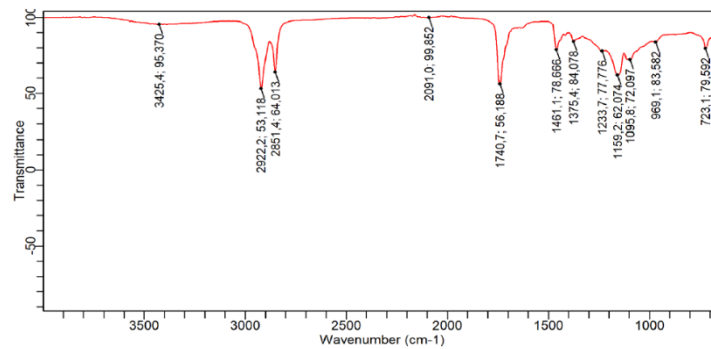
22.	1,20	3,5	Fragmen	1
23.	1,20	3,5	-	-
24.	0,55	3,5	Fiber	2
25.	1,42	32	-	-
26.	1,00	3,3	-	-
27.	0,25	3,4	Fiber	1
28.	0,98	3,4	-	-
29.	0,84	3,5	-	-
30.	0,99	3,5	Fiber	1
31.	1,00	3,5	-	-
32.	0,25	3,2	Fragmen	1
33.	0,98	3,1	-	-
34.	0,88	3,4	-	-
35.	1,13	3,5	-	-
36.	1,00	3,1	Fiber	1
37.	0,30	3,5	-	-
38.	1,47	3,5	Fragmen	1
39.	0,81	3,3	-	-
40.	0,94	3,5	-	-
41.	0,98	3,5	-	-
42.	0,88	3,5	-	-
43.	1,13	3,5	Fiber	1
44.	0,88	3,5	-	-
45.	1,58	3,5	Fiber	1

46.	0,98	32	-	-
47.	1,29	3,3	Fiber	1
48.	1,20	3,4	-	-
49.	0,55	3,5	Fiber	2
50.	1,42	3,5	-	-
Total			Fiber : 19	26
			Fragmen : 7	

Lampiran 2. Data Kelimpahan Mikrolastik Pada Sampel Ikan Lempuk
(*Gabiopterus* sp.) Di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

Lokasi	Jumlah Ikan	Jenis Mikroplastik		Total	Kelimpahan
		Fiber	Fragmen		
Stasiun 1 Ranu Klindungan	50	31	3	34	0,68
Stasiun 2 Sumberdawesari	50	9	21	30	0,60
Stasiun 3 Gratitunon	50	19	7	26	0,52
Total	150	59	31	90	1,8

Lampiran 3. Data Uji FTIR Mikroplastik Pada ikan lempuk (*Gabiopterus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan



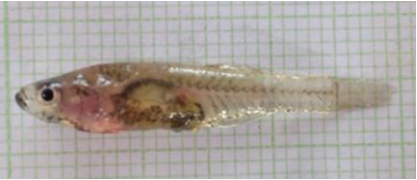
Peak Number	Wavenumber (cm ⁻¹)	Intensity
1	723,1	79,592
2	969,1	83,582
3	1095,8	72,097
4	1159,2	62,074
5	1233,7	77,776

5/20/2025 2:41:44 PM

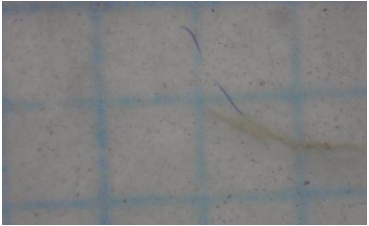
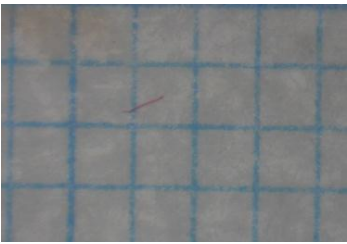
page 1 of 2

6	1375,4	84,078
7	1461,1	78,666
8	1740,7	56,188
9	2091,0	99,852
10	2851,4	64,013
11	2922,2	53,118
12	3425,4	95,370

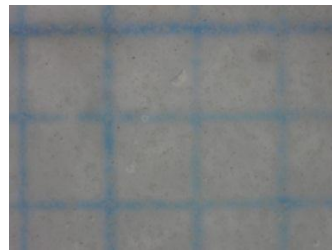
Lampiran 4. Alat dan Bahan

	
Aquades	HNO3 68%
	
NaCl 0,9%	Alumunium foil
	
Kain Saring	Sampel Ikan lempuk (<i>Gabiopterus</i> sp.)

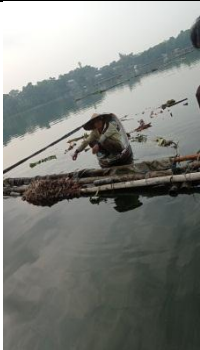
Lampiran 5. Hasil Pengamatan Mikroplastik

Fiber	  
--------------	---

Fragmen



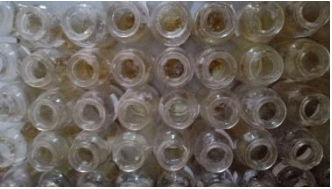
Lampiran 6. Foto Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel di keramba (stasiun 1)	 
Pengambilan sampel di keramba (stasiun 2)	 

Pengambilan sampel di keramba
(stasiun 3)



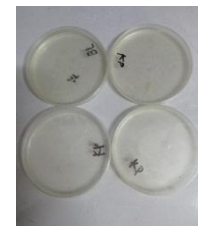
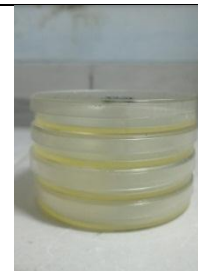
Lampiran 7. Foto Kegiatan Preparasi

Menghaluskan sampel ikan lempuk menggunakan mortar	
Memasukkan sampel ikan yang sudah dihaluskan ke dalam botol vial	
Sampel yang sudah diberi HNO_3 68%	  

Sampel ditutup alumunium foil
dan didiamkan



Sampel yang sudah diberi NaCl 0,9% dan siap
untuk diamati di bawah mikroskop



Pengamatan di laboratorium





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax (0341) 558933

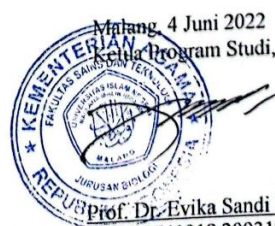
KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Tania Arifka Anggi Pratiwi
NIM : 18620088
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2024/2025
Pembimbing : Muhammad Asmuni Hasyim., M.Si
Judul Skripsi : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Lempuk
(*Gabiopertus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

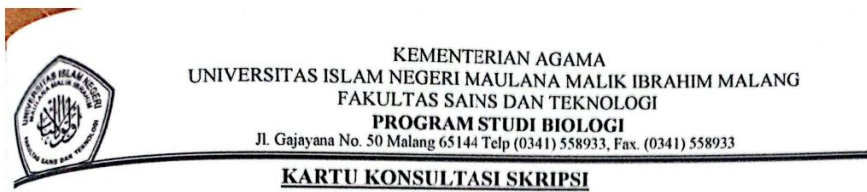
No.	Tanggal Bimbingan	Deskripsi Bimbingan	TTD Pembimbing
1.	15 September 2021	Menyusun pendahuluan	
2.	21 Agustus 2023	Memperbaiki rumusan masalah Perbaikan BAB II Cek BAB III (metode penelitian)	
3.	04 September 2023	Menentukan jumlah sampel dan metode sampling	
4.	22 Januari 2025	Penentuan jumlah sampel dan metode penelitian Menambah sub bab pada tinjauan pustaka	
5.	23 Januari 2025	Revisi format penulisan dan cover	
6.	24 Januari	Cek format penulisan Catatan: menambahkan foto peta lokasi penelitian	
7.	3 Juni 2025	Perbaikan format penulisan	
8.	4 Juni 2025	ACC skripsi	

Pembimbing Skripsi,

Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si.
NIPPPK. 19870522 202321 2 016



Malang, 4 Juni 2022
Ketua Program Studi,
Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002



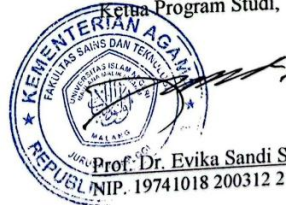
Nama : Tania Arifka Anggi Pratiwi
NIM : 18620088
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2024/2025
Pembimbing : Oky Bagas Prasetyo, M.PdI
Judul Skripsi : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Lempuk
(*Gabiopertus* sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

No.	Tanggal Bimbingan	Deskripsi Bimbingan	TTD Pembimbing
1.	23 agustus 2024	Penentuan dan penyesuaian ayat Al-Quran yang sesuai dengan topik proposal skripsi	
2.	24 januari 2025	Revisi penulisan kutipan dalam tafsir ayat Al-Quran yang ada pada bab I dan bab II	
3.	4 Juni 2025	Bimbingan BAB IV	
4.	5 Juni 2025	ACC Skripsi	

Pembimbing Skripsi,

Oky Bagas Prasetyo, M.PdI
NIPPPK. 19890113 202321 1 028

Malang, 5 Juni 2025
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Tania Arifka Anggi Pratiwi
NIM : 18620088
Judul : Identifikasi Tipe Dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Lempuk (Gabiopertus sp.) di Ranu Grati Kabupaten Pasuruan

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	236	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002