

**IDENTIFIKASI MORFOLOGI, KELIMPAHAN DAN POLIMER
MIKROPLASTIK PADA AIR, SEDIMEN DAN DAGING IKAN (*Mystus
nigriceps*, *Moolgarda seheli* dan *Chanos chanos*) DI TIGA MUARA
BENGAWAN SOLO**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

ZIADATUR RIZQIYAH

NIM: H91218059

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

PENYERTAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ziadatur Rizqiyah

NIM : H91218059

Program Studi: Biologi

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:” **IDENTIFIKASI MORFOLOGI, KELIMPAHAN DAN POLIMER MIKROPLASTIK PADA AIR, SEDIMEN DAN DAGING IKAN (*Moolgarda seheli*, *Mystus nigriceps* dan *Chanos chanos*) DI TIGA MUARA BENGAWAN SOLO**”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 24 Januari 2022

Yang menandatangani



Ziadatur Rizqiyah

NIM. H91218059

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

Identifikasi Morfologi, Kelimpahan dan Polimer Mikroplastik
Pada Air, Sedimen dan Daging Ikan (*Moolgarda Seheli*, *Mystus
Nigriceps* dan *Chanos Chanos*) Di Tiga Muara Bengawan Solo

Diajukan Oleh:

Ziadatur Rizqiyah

NIM: H91218059

Telah diperiksa dan disetujui

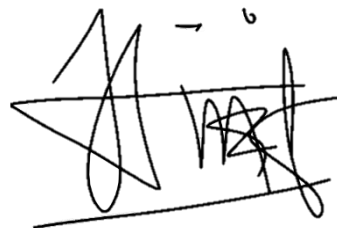
Surabaya, 19 Januari 2022

Dosen Pembimbing Utama



Eva Agustina, M.Si
NIP. 198908302014032008

Dosen Pembimbing Pendamping



Dr. Moch. Irfan Hadi, S.KM.,M.KL
NIP. 198604242014031003

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Ziadatur Rizqiyah ini telah dipertahankan di
depan tim penguji skripsi

Surabaya, 24 Januari 2022

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I

Eva Agustina, M.Si
NIP. 198908302014032008

Penguji II

Dr. Moch. Irfan Hadi, S.KM., M.KL
NIP. 198604242014031003

Penguji III

Saiful Bahri, M.Si
NIP.198804202018011002

Penguji IV

Esti Tyastirin, M.KM
NIP.198706242014032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Prof. Dr. Hj. Eva Fatmatur Rusydiah, M.Ag
NIP.197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ziyadatur Rizqiyah
NIM : H91218059
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ BIOLOGI
E-mail address : qiah07@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain
(.....)

yang berjudul :

IDENTIFIKASI MORFOLOGI, KELIMPAHAN DAN POLIMER MIKROPLASTIK PADA AIR, SEDIMEN DAN DAGING IKAN (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda sebeli* dan *Chanos chanos*) DI TIGA MUARA BENGAWAN SOLO

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 24 Januari 2022

Penulis

Ziyadatur Rizqiyah

ABSTRAK

IDENTIFIKASI MORFOLOGI, KELIMPAHAN DAN POLIMER MIKROPLASTIK PADA AIR, SEDIMEN DAN DAGING IKAN (*Moolgarda seheli*, *Chanos chanos*, dan *Mystus nigriceps*) DI TIGA MUARA BENGAWAN SOLO

Bengawan Solo memiliki peran penting dalam kehidupan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan domestik, irigasi pertanian, perikanan dan juga pariwisata. Keberadaan plastik di bengawan Solo menyebabkan penumpukan sampah plastik di muara bengawan Solo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi, kelimpahan dan polimer mikroplastik pada sampel air, sedimen dan daging ikan (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda seheli* dan *Chanos chanos*) yang diambil dari tiga Muara Bengawan Solo. Metode pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive runder sampling*. Identifikasi sampel mikroplastik menggunakan mikroskop stereo trinokuler untuk mengetahui morfologi mikroplastik yaitu jenis dan warna mikroplastik. Analisis FTIR untuk mengetahui polimer mikroplastik. Morfologi jenis partikel mikroplastik air, sedimen dan daging ikan (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda seheli* dan *Chanos chanos*) di tiga muara bengawan Solo terdapat tiga yaitu fiber, film dan fragmen. Morfologi warna partikel mikroplastik pada air, sedimen dan daging ikan (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda seheli* dan *Chanos chanos*) di tiga muara bengawan Solo yaitu, warna merah, putih, biru, hitam, ungu dan coklat. Kelimpahan mikroplastik pada air tertinggi di muara kesatu yaitu 0,61 partikel/gram. Kelimpahan mikroplastik pada sedimen tertinggi di muara kedua 0,96 partikel/gram. Kelimpahan tertinggi mikroplastik pada ikan keting di muara ketiga sebanyak 2,1 partikel/gram. Ikan belanak jumlah kelimpahan mikroplastik di muara kesatu dan kedua sebanyak 1,8 partikel/gram. Kelimpahan tertinggi ikan bandeng di muara kesatu sebanyak 1,4 partikel/gram. Hasil analisis FT-IR mikroplastik pada air, sedimen dan daging ikan (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda seheli* dan *Chanos chanos*) di tiga muara bengawan Solo ditemukan polimer mikroplastik jenis *polyester*, *polyethelene terephalate*, dan *polypropylene*.

Kata kunci: mikroplastik, air, sedimen, ikan dan tiga muara bengawan Solo.

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF MORPHOLOGY, ABUNDANCE AND MICROPLASTIC POLYMERS IN WATER, SEDIMENT AND MUSCLE OF FISH (*Moolgarda seheli*, *Chanos chanos*, and *Mystus nigriceps*) IN THREE ESTUARIES OF BENGAWAN SOLO

Bengawan Solo has an important role in people's lives to meet domestic needs, agricultural irrigation, fisheries and tourism. The presence of plastic in the Solo River causes the accumulation of plastic waste at the estuary of the Solo River. This research purposes to determine the morphology, abundance and microplastic polymers in water, sediment and fish meat samples (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda seheli* and *Chanos chanos*) taken from three estuaries of Bengawan Solo. The sampling method used purposive random sampling technique. Identification of microplastic samples using a trinocular stereo microscope to determine the morphology of microplastics are types and colors of microplastic. FTIR analysis to determine microplastic polymers. Morphology there are three types of microplastic particles of water, sediment and fish flesh (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda seheli* and *Chanos chanos*) in three estuaries of the Solo River, namely fiber, film and fragments. The colors morphology of microplastic particles in water, sediment and fish muscle (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda seheli* and *Chanos chanos*) in three estuaries of the Solo River are red, white, blue, black, purple and brown. The highest abundance of microplastics in water was in the first estuary, which was 0.61 particles/gram. The highest abundance of microplastics in sediments in the second estuary was 0.96 particles/gram. The highest abundance of microplastic in keting fish in the third estuary was 2.1 particles/gram. Balanak fish abundance of microplastic in the first and second estuaries was 1.8 particles/gram. The highest abundance of bandeng fish in the first estuary was 1.4 particles/gram. The results of the FT-IR analysis of microplastics in water, sediment and fish meat (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda seheli* and *Chanos chanos*) in three estuaries of the Solo River found microplastic polymers of the types polyester, polyethelene terephalate, and polypropylene.

Key words: microplastic, water, sediment, muscle fish and three estuaries of the Solo river.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Bengawan Solo	7
2.2 Pencemaran Sungai	9
2.3 Plastik	10
2.4 Mikoplastik	11
2.5 Ikan	13
2.5.1. Ikan belanak	13
2.5.2. Ikan keting	14
2.5.3. Ikan bandeng	15
2.6 Sedimen	16
2.7 Spektrokopi FT-IR	16
2.8 Dampak Mikroplastik	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Rancangan Penelitian	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.4 Prosedur Penelitian	23
3.5 Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Kondisi Lingkungan di Tiga Muara Bengawan Solo	29
4.2 Morfologi Mikroplastik	31
4.2.1 Jenis dan Warna Mikroplastik pada Air	32
4.2.2 Jenis dan Warna Mikroplastik pada Sedimen	35
4.2.3 Jenis dan Warna Mikroplastik pada Ikan	37

a. Ikan Keting (<i>Mystus nigriceps</i>).....	37
b. Ikan Belanak (<i>Moolgrada seheli</i>)	38
c. Ikan Bandeng (<i>Chanos-chanos</i>).....	39
4.3 Kelimpahan Mikroplastik.....	40
4.3.1 Kelimpahan Mikroplastik pada Air	40
4.3.2 Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen.....	42
4.3.3 Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan	44
4.4. Analisis Mikroplastik pada FT-IR	48
4.4.1. FT-IR pada Air Muara	49
4.4.2. Ft-Ir Mikroplastik pada Sedimen.....	51
4.4.3. Hasil Ft-Ir Mikroplastik pada Ikan	53
a. Ikan Keting (<i>Mystus nigriceps</i>).....	53
b. Ikan Belanak (<i>Moolgrada seheli</i>)	56
c. Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>).....	57
BAB V PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	63
Lampiran 1	72



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis plastik yang ditemukan di lingkungan: berat jenis (g cm^{-3}) dan kegunaan secara umum.	10
Tabel 3.1 Waktu penelitian.	22
Tabel 4. 1. Nilai pH, Suhu dan TDS pada 3 Muara Bengawan Solo.	29
Tabel 4. 2. Jumlah Jenis Dan Warna Mikroplastik Pada Air	33
Tabel 4. 3. Jumlah Partikel Mikroplastik Berjenis Fiber Pada Air Dari Peneliti Sebelumnya.	34
Tabel 4. 4. Jumlah Jenis Dan Warna Mikroplastik Pada Sedimen	36
Tabel 4. 5. Jenis Mikroplastik pada Sedimen Oleh Penelitian Terdahulu	37
Tabel 4. 6. Jenis dan Warna Mikroplastik pada Ikan Keting	37
Tabel 4. 7. Jenis dan Warna Mikroplastik pada Ikan Belanak.....	38
Tabel 4. 8. Jenis dan Warna Mikroplastik pada Ikan Bandeng.....	39
Tabel 4. 9. Perbandingan Kelimpahan mikroplastik pada Air di Daerah lain	42
Tabel 4. 10. Perbandingan Kelimpahan mikroplastik pada Sedimen di Daerah lain	44
Tabel 4.11 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Air Muara.	49
Tabel 4.12 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Sedimen.....	52
Tabel 4.13 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Keting (<i>Mystus nigriceps</i>).....	54
Tabel 4.14 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Belanak (<i>Moolgrada seheli</i>).	56
Tabel 4.15 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Mikroplastik.....	12
Gambar 2.2 Ikan Belanak.....	13
Gambar 2.3 Ikan keting (<i>Mystus nigriceps</i>).....	14
Gambar 2.4 Ikan Bandeng.....	15
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	22
Gambar 4. 1. Jenis Mikroplastik yang Diperoleh (A) Jenis Fiber (B) Jenis Film (C) Jenis Fragmen. Identifikasi menggunakan mikroskop stero.....	31
Gambar 4. 2. Warna Mikroplastik. A. biru; B. bening; c. coklat; D. film hitam; E. merah; F. hijau.	32
Gambar 4.3 Diagram batang kelimpahan mikroplastik pada air di 3 muara Bengawan Solo (muara 1: mengare; muara 2: banyuurip; muara 3: Pelabuhan sedayu lawas).	41
Gambar 4.4 Diagram Batang Total kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Sedimen di 3 Muara bengawan Solo.	43
Gambar 4.5 Diagram Batang Total Kelimpahan Mikroplastik pada Daging Ikan Belanak (<i>Moolgarda seheli</i>), Ikan Keting (<i>Mystus nigriceps</i>), Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>) di Tiga Muara Bengawan Solo.	45
Gambar 4. 6 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Air Muara Bengawan Solo. Muara 1=Mengare; Muara 2=Ujung Pangkah; Muara 3: Sedayu lawas.....	49
Gambar 4. 7 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Sedimen Muara Bengawan Solo. Muara 1=Mengare; Muara 2=Ujung Pangkah; Muara 3=Sedayu Lawas.	52
Gambar 4. 8 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Keting (<i>Mystus nigriceps</i>) Muara Bengawan Solo. Muara 1: Mengare; Muara 2: Ujung Pangkah; Muara 3: Sedayu Lawas.	54
Gambar 4.9 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Belanak (<i>Moolgrada seheli</i>) Muara Bengawan Solo. Muara 1: Mengare; Muara 2: Ujung Pangkah; Muara 3: Sedayu Lawas.....	56
Gambar 4.10 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>) Muara Bengawan Solo. Muara 1: Mengare; Muara 2: Ujung Pangkah; Muara 3: Sedayu Lawas.	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	72
Lampiran 2 Nilai bb, Panjang ikan, GSI dan LSI pada ikan.....	74
Lampiran 3 Dokumentasi penelitian.	77



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepuluh tahun terakhir ini permasalahan sampah terus meningkat, salah satunya di negara Indonesia. Indonesia adalah negara penghasil limbah plastik terbesar kedua setelah China (Jambeck *et al.*, 2015). Pada tahun 2020, total limbah plastik yang tidak terolah mencapai 67,8 juta Ton per tahun (Astina *et al.*, 2020). Penumpukan sampah terjadi karena kurangnya pengolahan yang memadai, sehingga jumlah sampah plastik mengalir 4-8 Ton baik terbuang secara sengaja maupun tidak sengaja (Pramita Azizah, dkk. 2020). Sampah plastik yang masuk ke dalam perairan menjadi pokok permasalahan secara global, terutama sampah yang berasal dari perairan mengalir seperti sungai (Ourmieres *et al.*, 2018) menyebabkan meningkatnya sampah laut (*Marine debris*) (cauwenberghe dkk, 2013). Sebagaimana yang dijelaskan di Surat Ar-rum (30) ayat 41:

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

Artinya: “Telah Nampak kerusakan di darat dan di laut di sebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka Sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka Kembali (ke jalan yang benar)”.

Di jelaskan pada kitab tafsir Al-misbah bahwa kerusakan yang ada di darat dan laut merupakan akibat dari perilaku manusia yang durhaka dan serakah. Terutama dalam kata *الفساد* yang artinya kerusakan lingkungan dan digabungkan dengan kata darat dan laut. Sehingga, dapat diartikan daratan dan

lautan telah rusak, tidak seimbang dan manfaatnya berkurang, pencemaran di laut seperti sampah yang dibuang di laut mengakibatkan hasil laut berkurang, daratan mengalami kemarau Panjang karena krisis iklim dari akibat perbuatan makhluk bumi (سينا, 1386).

Sampah plastik adalah satu jenis sampah di perairan yang paling banyak jumlahnya (Jambeck *et al.*, 2015). Sampah plastik yang ada di perairan jika terpapar sinar matahari dapat terdegradasi dari waktu ke waktu menjadi potongan-potongan kecil disebut mikroplastik (Gewert, Plassmann and Macleod, 2015), selain itu terbentuknya mikroplastik dapat dipengaruhi oleh aksi gelombang, pasang surut air laut (Kim *et al.*, 2015) dan arah angin (Sadri and Thompson, 2014). Mikroplastik adalah varian kecil dari plastik yang mempunyai ukuran $0,3 \text{ mm} < 5 \text{ mm}$ (Kershaw dan Rohman, 2016). Mikroplastik bukan hanya dari potongan-potongan sampah plastik melainkan juga berasal dari produk lain seperti kosmetik (Mon and Nakata, 2020), kain (Lumban Tobing, Hendrawan and Faiqoh, 2020), busa, dan *Styrofoam* (Widianarko and Hantoro, 2018). Mikroplastik berdampak negatif pada organisme akuatik, invertebrata akuatik, burung (Cook and Halden, 2020), zooplankton, bivalve dan ikan dapat terpapar bahan kimia melalui konsumsi mikroplastik (Widianarko and Hantoro, 2018). Mikroplastik dapat menurunkan nafsu makan, kekurangan energi, cedera atau kematian dan sifat hidrofobik dari mikroplastik dapat menyebabkan rentan terhadap kontaminasi yang tertular oleh air akibat reaksi kimia yang menyebabkan perubahan pH (Awosolu, 2019) dan menyebabkan *toxicity* (Cole dkk, 2014).

Mikroplastik bukan di air saja, namun ada di sedimen dan biota akuatik salah satunya adalah ikan. Mikroplastik dalam sedimen berasal dari mikroplastik perairan yang mengendap di sedimen akibat aktivitas biofouling (Browne *et al.*, 2011). Mikroplastik pada ikan menyebabkan neurotoksik berdasarkan uji aktifitas *Asetilkolinesterase* (AChE) mikroplastik pada ikan, selain neurotoksik mikroplastik menyebabkan stres oksidatif seluler, prosesnya melalui respon pertahanan antioksidan dan berakibat ke *Lipid Peroksidasi* (LPO) yang berada pada membran sel sehingga menekan terjadinya kerusakan oksidatif pada struktur sel kemudian menyebabkan kerusakan pada sel (Gabriel *et al.*, 2018). Beberapa penelitian menemukan keberadaan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan secara tidak langsung dapat mempengaruhi potensi Kesehatan manusia karena, efek potensial dari pemindahan mikroplastik pada jaringan ikan yang dapat dimakan (daging/daging ikan) berjumlah 81 partikel (Labibah and Triajie, 2020);(Istri *et al.*, 2019);(Yona *et.al*, 2020).

Beberapa sungai di Indonesia sedang tercemar padahal sungai mempunyai peran penting bagi kehidupan. Salah satu sungai yang ada di Indonesia adalah Bengawan Solo. Bengawan Solo memiliki 3 muara berlokasi di Sedayu Lawas Kecamatan Brondong, Ujung pangkah dan Megare Kabupaten Gresik. Sungai ini berperan penting bagi kehidupan warga di antaranya kebutuhan domestic, irigasi pertanian, perikanan, dan pariwisata (Kubro, Ibrahim and Amir, 2018). Di bagian muara Bengawan Solo menjadi timbunan sampah plastik karena terbawa arus sungai sehingga menyebabkan sampah plastik berkumpul di daerah muara dan tepi laut utara Jawa (Widianarko and Hantoro, 2018).

Keberadaan sampah plastik di perairan bengawan solo akan berdampak langsung kepada biota aquatic dan ekologi perairan (Wu, Zhang and Xiong, 2018). Wilayah yang berpotensi besar tercemari oleh mikroplastik yaitu muara Bengawan Solo. Mikroplastik yang terakumulasi dari aliran sungai berakhir di muara. Berdasarkan penelitian terdahulu menyebutkan bahwa perairan bengawan solo telah terkontaminasi oleh mikroplastik yang kelimpahannya terendah 7,11 (10^2 partikel per m^3) di Kawasan laut terbuka dan tertinggi 22,89 (10^2 partikel per m^3) di lokasi mangrove (Ayuningtyas et.al, 2019). Seiring bertambahnya waktu perkembangan penelitian keberadaan mikroplastik tidak hanya berada di perairan sungai namun, mikroplastik juga ada pada sedimen dan ikan. Sehingga perlu dilakukan penelitian keberadaan mikroplastik dalam air, sedimen dan daging ikan di muara Bengawan Solo. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi morfologi, kelimpahan dan polimer mikroplastik dalam air, sedimen dan daging ikan (*Mystus nigriceps*, *Moolgarda seheli* dan *Chanos chanos*) yang diambil dari tiga Muara Bengawan Solo.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana morfologi mikroplastik pada air, sedimen dan daging ikan yang ada di tiga muara Bengawan Solo?
- b. Berapa jumlah kelimpahan mikroplastik pada air, sedimen dan daging ikan yang ada di tiga muara Bengawan Solo?
- c. Apa jenis polimer mikroplastik yang terdapat pada sampel air, sedimen dan daging ikan yang ada di tiga muara Bengawan Solo?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui perbedaan morfologi warna dan jenis mikroplastik pada air, sedimen dan daging ikan yang ada di tiga muara Bengawan Solo.
- b. Untuk memperoleh jumlah kelimpahan mikroplastik pada air, sedimen dan daging ikan yang ada di tiga muara Bengawan Solo.
- c. Untuk menganalisis jenis polimer mikroplastik pada sampel air, sedimen dan daging ikan yang ada di tiga muara Bengawan Solo.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharap penelitian identifikasi mikroplastik pada air, sedimen dan ikan dapat bermanfaat bagi:

- a. Masyarakat: penelitian ini memberi informasi kepada masyarakat mengenai keberadaan mikroplastik yang mengontaminasi air, sedimen dan daging ikan di muara sungai Bengawan Solo agar masyarakat tidak membuang sampah di sungai lagi.
- b. Akademisi: penelitian ini memberi informasi tentang bentuk morfologi, jenis dan polimer mikroplastik yang mengontaminasi air, sedimen dan daging ikan di muara sungai bengawan solo agar menjadi penelitian lanjutan terkait mikroplastik.
- c. Instansi: penelitian ini memberi informasi terkait mikroplastik yang mengontaminasi air, sedimen dan daging ikan di muara sungai bengawan solo agar pemerintahan mengelolah dan mengajarkan pengolahan sampah agar tidak membung sampah di sungai dan menjadi refrensi penentuan baku mutu air sungai.

1.5 Batasan Penelitian

- a. Pengambilan sampel air diambil di tengah muara dan tepi muara dengan kedalaman 1 meter dari permukaan sungai.
- b. Pengambilan sampel ikan belanak dan keting dilakukan di bengawan solo sedangkan pengambilan sampel ikan bandeng dilakukan di tambak sekitar sungai.
- c. Panjang ikan yang di ambil berukuran 10-20 cm.
- d. Titik lokasi pengambilan sampel dilakukan di 3 Muara Bengawan Solo yaitu Mengare, Banyu urip dan Sedayu lawas.
- e. Sedimen yang diambil merupakan sedimen basah di tepi muara Bengawan solo.
- f. Jumlah ikan yang diambil dari masing-masing stasiun:

Ikan belanak (*Moolgarda seheli*): 10 ikan

Ikan keting (*Mystus nigriceps*): 10 ikan

Ikan bandeng (*Chanos-chanos*): 10 ikan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bengawan Solo

Sungai adalah elemen kawasan paling penting dalam menunjang pembangunan dan perekonomian masyarakat. Namun, pembangunan yang terus menerus meningkat mengakibatkan kerusakan lingkungan termasuk pencemaran sungai. Wilayah sungai merupakan kesatuan daerah pengolahan sumber daya air pada satu atau lebih daerah aliran sungai payau pulau-pulau kecil yang luasnya kurang lebih sama dengan 2.000 kilometer persegi berdasarkan UU sumberdaya air (Pemerintah Pusat, 2019)

Bengawan Solo melewati dua provinsi di Indonesia yakni Jawa Timur dan Jawa Tengah. Panjang bengawan Solo 600 km dan luas daerah pengalirannya 16.000 km² sehingga bengawan Solo adalah sungai paling panjang di Pulau Jawa. Sungai ini telah termodifikasi dan padat penduduk dengan adanya waduk, bendungan, sodetan dan penimbunan rawa dari bentuk aslinya, Bengawan Solo berakhir di Mengare, Ujung Pagkah Gresik dan Brondong Lamongan. Sungai ini mengalir beberapa daerah Gresik dan Lamongan. Sungai ini mempunyai peranan penting dalam kehidupan warga Gresik dan Lamongan, diantaranya kebutuhan domestic, irigasi pertanian, perikanan, dan pariwisata. Di bagian muara bengawan Solo menjadi timbunan sampah plastik karena terbawa arus sungai sehingga menyebabkan sampah plastik bergerombol di daerah pinggir muara dan tepi laut Jawa. Keberadaan sampah plastik di perairan Bengawan Solo yang mengalir di daerah Gresik dan Lamongan memiliki dampak langsung terhadap ekosistem perairan dan mempengaruhi jumlah populasi ikan yang

ditangkap dari bengawan Solo, muara bengawan Solo dan tepi laut Jawa. Berdasarkan penelitian terdahulu menyebutkan bahwa perairan bengawan Solo di daerah Gresik telah terkontaminasi oleh mikroplastik yang kelimpahannya terendah 7,11 (10^2 partikel/ m^3) dan tertinggi 22,89 (10^2 partikel/ m^3) (Ayuningtyas, 2019) sedangkan di pesisir Brondong Lamongan yang berhubungan dengan muara Bengawan Solo mengalami kontaminasi pada air sebanyak 151 partikel/mL (Labibah and Triajie, 2020).

Kondisi Lingkungan Ketiga muara Bengawan solo sangat memperhatikan karena terdapat banyak sampah dekat muara yang terjerat di mangrove dan mengapung di permukaan air. Selain itu, juga ditemukan banyak sampah disekitar kapal nelayan yang dibuang dekat kapal setelah berlayar. Kondisi air pada muara terlihat berwarna gelap karena tercemar limbah rumah tangga dan industri sekitar. Muara bengawan solo juga digunakan sebagai tempat para nelayan mencari ikan.

Lokasi sampling dibagi menjadi 3 muara bengawan solo untuk mengetahui pencemaran mikroplastik yang berasal dari Bengawan solo.

1. Muara I berada di daerah yang dekat pemukiman masyarakat, aktivitas transportasi laut (pelabuhan) dan tempat pariwisata. Di sekitar muara ditumkan tumpukan sampah yang menyangkut pada mangrove dan air terlihat kotor.
2. Muara 2 berada di daerah yang dekat dengan Kawasan ekosistem essensial (KEE) dan terdapat kapal-kapal pengeboran minyak laut. Kondisi sampah disekitar mangrove menumpuk dan mengalir kelaut.

3. Muara 3 berada di daerah Sedayu Brondong Lamongan, lokasi berada di area padat penduduk, aktivitas Pelabuhan Brondong, tempat pelelangan ikan dan aktivitas pasar rakyat. Sampah menumpuk di area Tempat pelelangan ikan namun di daerah muara tidak ditemukan titik tumpukan sampah, hanya beberapa sampah yang mengapung.

2.2 Pencemaran Sungai

Pencemaran adalah perubahan suatu kondisi asal pada keadaan memburuk sehingga perubahan fisika, kimia dan biologi pada ekosistem perairan dapat menimbulkan kerugian. Sumber pencemaran ada dua yaitu sumber domestic dan sumber industri, sedangkan bentuk cemarannya terbagi dalam bentuk cair, padat, gas dan kebisingan. Limbah organik dan limbah anorganik adalah jenis limbah berdasarkan susunan kimianya, sedangkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dan limbah yang tidak berbahaya adalah limbah berdasarkan pengaruhnya (Dawud *et al.*, 2016).

Berdasarkan Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pasal 1 Ayat (14) bahwasannya pencemaran lingkungan hidup merupakan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energy dan komponen lain kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sampai melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Salah satu contoh pencemaran adalah pencemaran sampah plastik yang berasal dari limbah rumah tangga maupun industry yang di buang ke sungai dan berakhir ke laut (Filson Sidjabat, Ismail and Rismauli, 2019).

2.3 Plastik

Plastik adalah benda yang terbuat dari saringan minyak bumi diproses melalui sistem penyulingan yang disebut nafta. Plastik memiliki ikatan kimia yang kuat, sehingga material yang berbahan baku plastik tidak dapat terdegradasi oleh mikroba tanah dan dapat mencemari lingkungan. Jenis plastik berdasarkan produknya ada 6 jenis yaitu *Polyethylene Terephthalate (PET)*, *High Density Polyethylene (HDPE)*, *Polyvinyl Chloride (PVC)*, *Low Density Polyethylene (LDPE)*, *Polypropylene (PP)*, *Polystyrene (PS)* dan *Other* (Wedayani, 2018) masing-masing memiliki densitas dan kegunaan umum tabel 2.1. (Barboza *et al.*, 2019). Pada plastic terdapat pengkodean resin terdapat tanda bahwa plastic tersebut dapat didaur ulang (*Recycle*) kode tersebut berupa segi tiga berpanah dan didalamnya terdapat angka yang menjelaskan kode plastic PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS dan *Other* (Abidin *et al.*, 2017)

Tabel 2.1 Jenis plastik yang ditemukan di lingkungan: berat jenis (g cm^{-3}) dan kegunaan secara umum.

Jenis plastik	Akronim	Berat jenis (g cm^{-3})	Kegunaan secara umum
<i>Polypropylene</i>	PP	0,83-0,85	Botol, bak es krim, kantong kripik kentang, microwave, piring, ceret, furniture taman, kotak makan, pita rambut.
<i>Polyethylene</i>	PE	0,91-0,96	Kantong kresek dan botol plastic.
<i>Low-density polyethylene</i>	LPDE	0,91-0,93	Bungkus snack, polybag, botol keras, film mulasa hitam, putih atau bening. Tempat sampah.

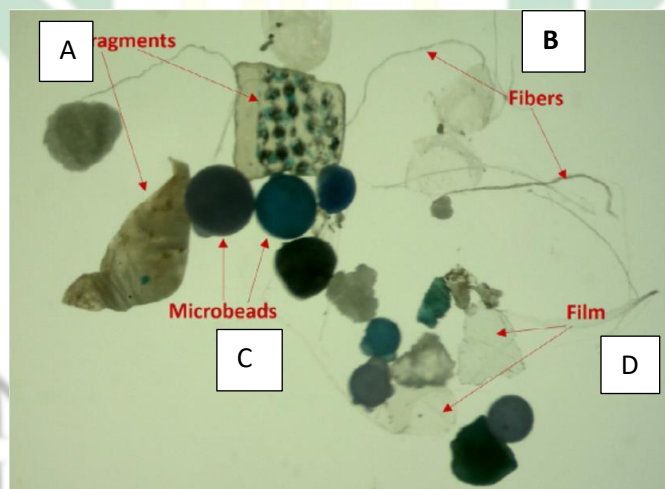
<i>High-density polyethylene</i>	HDPE	0,94-0,96	Botol susu, botol jus, botol sampo, botol bahan kimia dan deterjen, pipa pertanian.
<i>Polyethylene terephthalate</i>	PET	1,37	Botol air, wadah salad, nampan biskuit, nampan salad saus, dan wadah selai.
<i>Polystyrene</i>	PS	1,04	Kotak CD, sendok garpu plastic, gelas kristal imitasi, mainan anak.
<i>High impact polystyrene</i>	HIPS	1,04-1,07	Liner kulkas, kemasan makanan, cangkir penjual, elektronik.
<i>polyester</i>	PES	1,38-1,40	Fiber dan tekstil
<i>Polyamides</i>	PA	1,13-1,40	Serat, bulu sikat gigi, kap mobil bawah, mesin cetakan, kemasan makanan.
<i>Polyvinyl chloride</i>	PVC	1,37-1,39	Pipa, perlengkapan pipa, wadah kosmetik, saluran listrik (kabel), pelapis dinding, atap terpal, selang taman, kantong darah, tabung.
<i>Polycarbonate</i>	PC	1,20-1,22	Compact disc, kacamata, perisai anti huru hara, tirai jendela, lampu lalu lintas, lensa, bahan konstruksi.

2.4 Mikoplastik

Plastik terbuat dari material hidrofobik sehingga bahan pencemar terkonsentrasi di permukaannya dan mikropartikel bertindak sebagai reservoir bahan kimia di lingkungan. Plastik yang terdapat di laut ada dalam bentuk makropartikel (>25 mm), mesoplastik (5-25 mm) dan dalam bentuk mikropartikel (<5 mm). Mikropartikel primer disebut sebagai mikropartikel yang sengaja

diproduksi seperti untuk kebutuhan kosmetik atau serat pakaian sintetis, sedangkan mikroplastik sekunder adalah mikroplastik yang berasal dari pemecahan sampah plastik dengan ukuran yang lebih besar (H, Windarta and Giovanni, 2020).

Mikroplastik sering diklasifikasikan berdasarkan karakteristik morfologinya seperti ukuran, bentuk dan warna. Ukuran adalah elemen penting dalam jangkauan pengaruh terhadap organisme hidup. Karena rasio luas permukaan terhadap volume partikel mikroplastik dapat mempengaruhi pelepasan zat kimia. Sehingga, semakin kecil volume partikel mikroplastik maka semakin berpotensi melepaskan zat kimia ke organisme hidup (Stark, 2019).



Gambar 2.1 Bentuk Mikroplastik
A. fragments, B. Fiber, C. Mikrobeads, D. Film.
(Mendoza *et al.*, 2020)

Klasifikasi mikroplastik berdasarkan bentuknya ada film, fiber, fragmen, pellet dan foam (Gambar 2.1). Film merupakan jenis mikroplastik yang memiliki ciri-ciri halus, transparan dan memiliki densitas partikel yang rendah, biasanya diperoleh dari serpihan plastic maupun kantong plastik. Mikroplastik berbentuk fiber biasanya diperoleh dari plastic yang berjenis rayon

(RY), Polietilen Tereftalat (PET), poliamida (PA). Fragment berciri-ciri kaku, keras, berwarna dan mempunyai densitas partikel yang tinggi. Mikroplastik fragmen dapat diduga berasal dari fragmentasi plastic polietilena (PE) dan polipropilena (PP) (Zhao *et al.*, 2018). Foam adalah jenis partikel mikroplastik yang berwarna putih, berpori dan memiliki densitas partikel yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis film (Wu, Zhang and Xiong, 2018).

2.5 Ikan

2.5.1. Ikan belanak



Gambar 2.2 Ikan Belanak
(Katili, 2011)

Ikan belanak (Gambar 2.2) merupakan jenis ikan yang hidupnya bergerombol. Secara umum bentuk tubuhnya pipih sedikit memanjang (Water *et al.*, 2017). Berbagai jenis belanak dideskripsikan sebagai pemakan detritus, karena makanannya berupa bahan organik yang dihasilkan oleh sedimen dasar perairan. Ikan belanak juga bisa memanfaatkan organisme dasar, makroalgae, plankton, dan bahan organik lainnya seperti atau bahan organik partikel halus (fine particulate organic matter) dan bahan organik partikel kasar (coarse particulate organic matter)(Okfan, Muskananfola and Djuwito, 2015).

Secara klasifikasi ikan belanak (Moolgarda seheli):

Kingdom : Animalia

Filum : Chordata

Kelas : Actinopterygii
Ordo : Mugliformes
Famili : Mugilidae
Genus : *Moolgarda*
Spesies : *Moolgarda sehelii*

(Katili, 2011).

2.5.2. Ikan keting



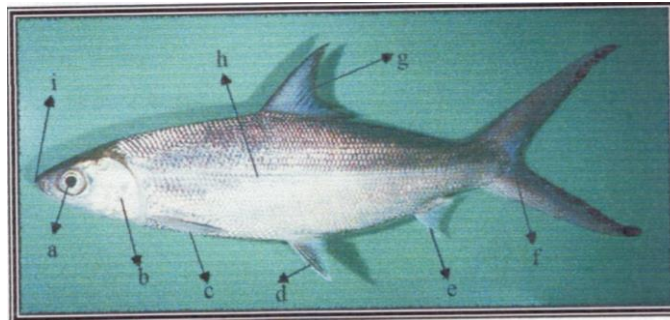
Gambar 2.3 Ikan keting (*Mystus nigriceps*)
(Marnani, 2009)

Ikan keting (*Mystus nigriceps*) adalah ikan kecing yang mempunyai kumis seperti ikan lele karena masih berkeluarga dengan ikan lele. Ikan keting umumnya ditemukan di sungai, muara dan perairan pesisir. Kelompok ikan pada *Mystus* mempunyai keberagaman termasuk dalam ukuran ada sedang dan kecil (Gambar 2.3). Marga *mystus* dulunya dikenal dengan suku *macrones* namun sekarang tidak digunakan lagi. Klasifikasi ikan keting (*Mystus nigriceps*) berdasarkan pendekatan secara genetic oleh (Pramono et al, 2017):

Kingdom : Animalia.
Filum : Chordata
Kelas : Actinopterygii
Ordo : Siluriformes

Famili : Bagridae
Genus : *Mystus*
Spesies : *Mytus nigriceps*.

2.5.3. Ikan bandeng



Gambar 2.4 Ikan Bandeng
(Ilmiah *et al.*, 2011)

Ikan bandeng memiliki ciri badan yang ramping, mulut berbentuk terminal, sisik bertipe cycloid, sirip ekor Panjang dan bercabang, tidak mempunyai gigi dimulut, daging berwarna putih dan memakan tanaman laut (Gambar 2.4). Ikan bandeng masuk pada suku Chanidae, berikut merupakan klasifikasi ikan bandeng:

Kingdom : Animalia

Filum : Chordata

Kelas : Actinopteri

Ordo : Gonorynchiformes

Famili : Chanidae

Genus : *Chanos*

Spesies : *Chanos chanos*

(Notowinarto and Puspita, 2019).

2.6 Sedimen

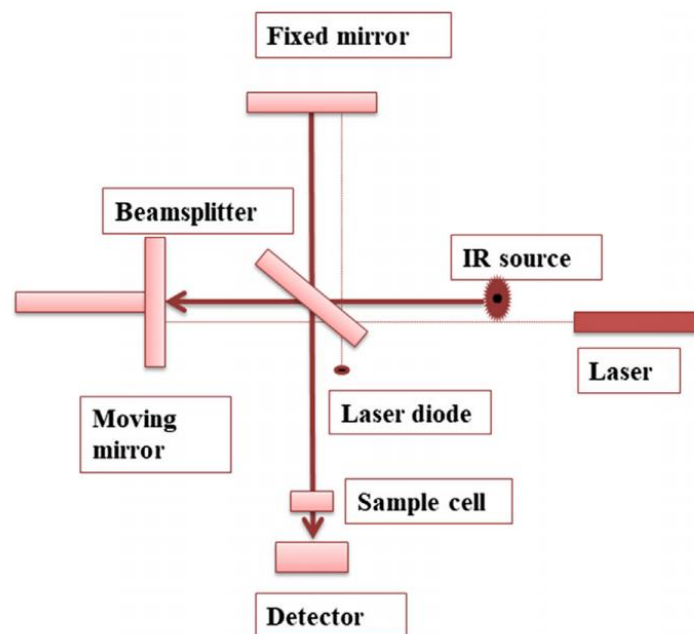
Sedimen adalah potongan materi kecil yang terdiri dari batuan, mineral dan bahan organik. Sedimen memiliki variasi dalam bentuk dan ukuran, bentuk sedimen ada lonjong, bulat dan persegi. Untuk variasi ukuran mulai dari ukuran yang besar (batuan) dan lunak atau koloid. Sedimentasi merupakan proses pengendapan zat yang dibawa oleh media berair (Pratiwi, Muslim and Suseno, 2015).

Mikroplastik pada sedimen sering mengapung karena densitasnya lebih rendah di banding air laut sehingga, seringkali terbawa oleh arus laut, gelombang dan pasang surut air akhirnya menumpuk di sedimen pantai. Sedimen biasanya timbul dari mikroplastik yang telah terkirim Kembali dan tersimpan dalam jangka waktu yang sangat Panjang(Zhao *et al.*, 2018). Umur sedimen adalah umur mikroplastik karena kandungan mikroplastik dalam sedimen dalam kedalaman tertentu dapat dijadikan untuk memperkirakan umur mikroplastik (Willis *et al.*, 2017).

2.7 Spektrokopi FT-IR

Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan spektrum inframerah melalui penyerapan atau emisi zat padat, cair dan gas. FTIR digunakan untuk mengumpulkan data resolusi spektral tinggi pada rentang yang luas, biasanya antara 5000 dan 400 cm^{-1} untuk panjang gelombang wilayah IR tengah, dan antara 10.000 dan 4000 cm^{-1} untuk panjang gelombang daerah inframerah-dekat. Untuk FTIR tipikal, resolusinya adalah 4 cm^{-1} . Cara langsung untuk pengukuran absorpsi ini adalah

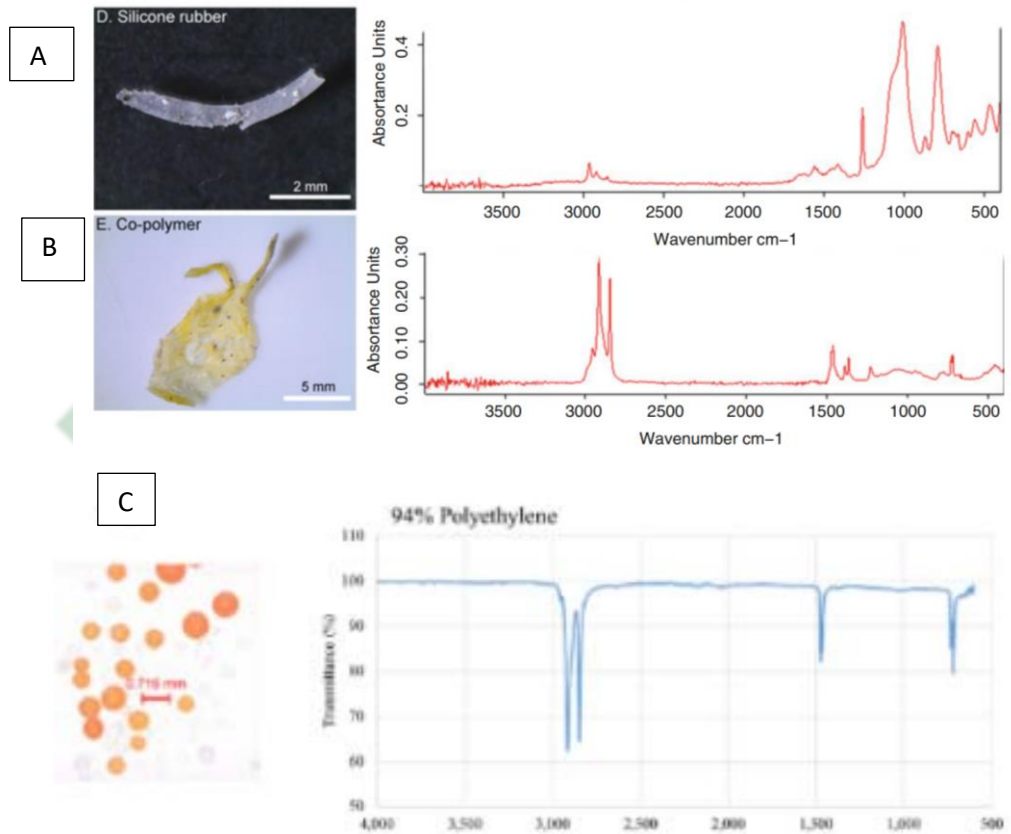
dengan menyortkan berkas cahaya monokromatik pada sampel dan mengukur seberapa banyak yang diserap. Dalam mengulangi parameter uji yang sesuai dapat mengontrol jumlah pengukuran untuk setiap panjang gelombang yang berbeda. Dalam FTIR, cahaya dari banyak frekuensi dapat diukur secara bersamaan dan proses ini dapat diulang berkali-kali (Gambar 2.6).



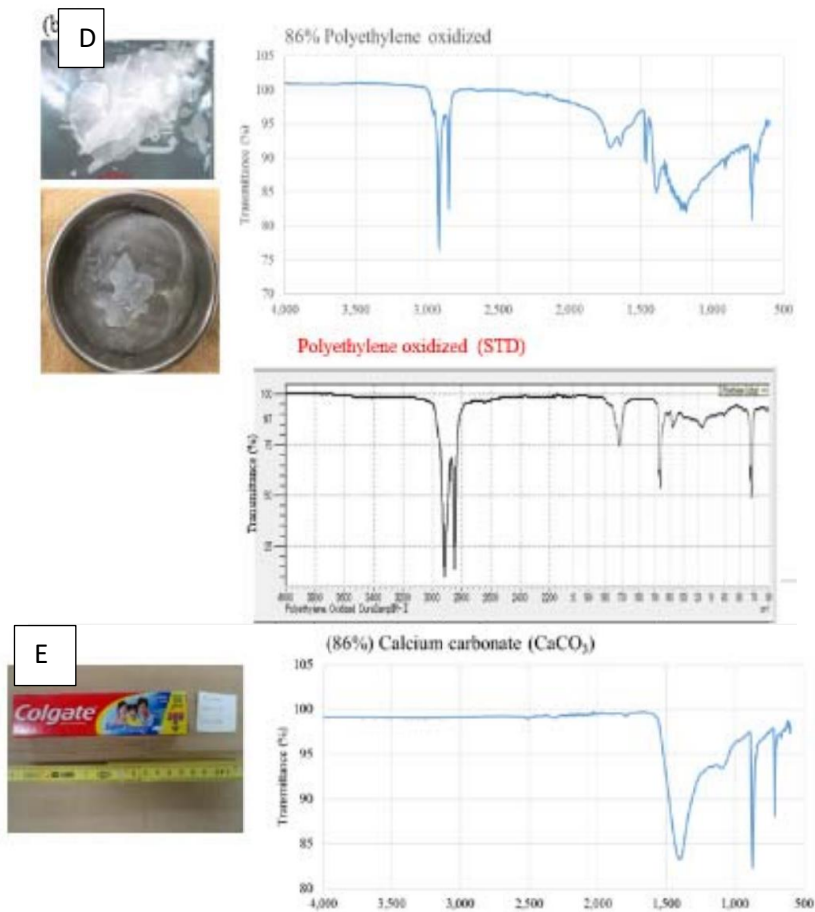
Gambar 2.5 Skema FT-IR
(Titus, James Jebaseelan Samuel and Roopan, 2019)

Analisis FTIR mempunyai pengukuran intensitas cahaya matahari untuk bilangan gelombang. FTIR menggunakan *Michelson Interferometer* sehingga bisa mengukur lebih cepat dan lebih sensitif. Cermin gerak bergerak dengan kecepatan tetap pada penggerakan yang diatur oleh detector. Perpindahan cermin bergerak di monitor mengikuti arah laser, sehingga computer akan merubah sinyal dari interferom menjadi sinyal tunggal melalui transformasi fourier.

Keuntungan dalam penggunaan FT-IR adalah untuk menghasilkan signal-to-noise yang lebih tinggi dalam waktu yang spesifik. FTIR dapat digunakan untuk mikroskop, menggambarkan lapisan karet dan partikel modifikasi (Gambar 2.5). Misalnya, air yang diserap secara fisik dapat dicirikan dengan puncak grafik 3800 dan 3200 cm^{-1} (Song, 2017).



S U R A B A Y A



Gambar 2.6 Grafik Polimer Mikroplastik dari A. silicone Rubber puncak grafik pada 1000 cm^{-1} B. co-polymer, berada pada puncak 3000 cm^{-1} . C. Polyethylene berada pada puncak grafik 2900 cm^{-1} D. polyethylene oxidized berada pada puncak grafik 2900 cm^{-1} E. calcium carbonate yang ada pada pasta gigi berada pada puncak 800 cm^{-1}
 (Wagner, Lambert and Contaminants, 2018)(Mon and Nakata, 2020)

Pada gambar diatas merupakan grafik hasil analisis FTIR yang menginterpretasikan Panjang gelombang perbeda-beda pada penyusun polimer plastic. Pada polyethilen terlihat puncak grafik pada 2900 cm^{-1} . Sedangkan pada polimer penyusun karet puncak grafik pada 3000 cm^{-1} , pada calcium carbonate (CaCO_3) titik puncak gelombang berada pada 800 cm^{-1} . Dimana dari hasil titik puncak tersebut dapat diinterpretasikan senyawa penyusun gugus fungsi.

2.8 Dampak Mikroplastik

Mikroplastik pada organisme hidup memiliki efek fisik pada organisme tunggal, implikasi ekologis bahkan dapat lebih parah karena mikroplastik dapat melepaskan zat aditif beracun saat terdegradasi dan mengakumulasi *polutan organik persisten* (POPs). Karena, ukuran mikroplastik yang sangat kecil beresiko memasuki rantai makanan organisme tingkat rendah di laut dan menyebabkan zat beracun tersebar ke rantai makanan. Mikroplastik dapat mengangkut POPs ke rantai makanan manusia karena lamanya mikroplastik dilaut sehingga dapat melakukan transformasi dengan demikian dapat menyebabkan vector penyebaran racun dan organisme patogen (Stark, 2019).

Pada organisme seperti bakteri dan jamur yang berperan penting dalam ekosistem dapat teracuni oleh senyawa seperti agen antimikroba nano dari plastik yang mengandung zat aditif yang dapat mendegradasi organisme aquatic maupun terrestrial. *Engineered nanoparticles* (ENPs) mampu melintasi sel membrane dan menjadi diinternalisasi dan penyerapan ENP, serapan terjadi pada endositosis atau fagositosis. Saat zat mikroplastik berada pada ENP disimpan dalam vesikel dan mitokondria yang mampu memberikan respon terhadap sel-sel luar, sehingga memberi respon sel berupa stress oksidatif, aktivitas antioksidan dan sitotoksisitas (Wu, Zhang and Xiong, 2018).

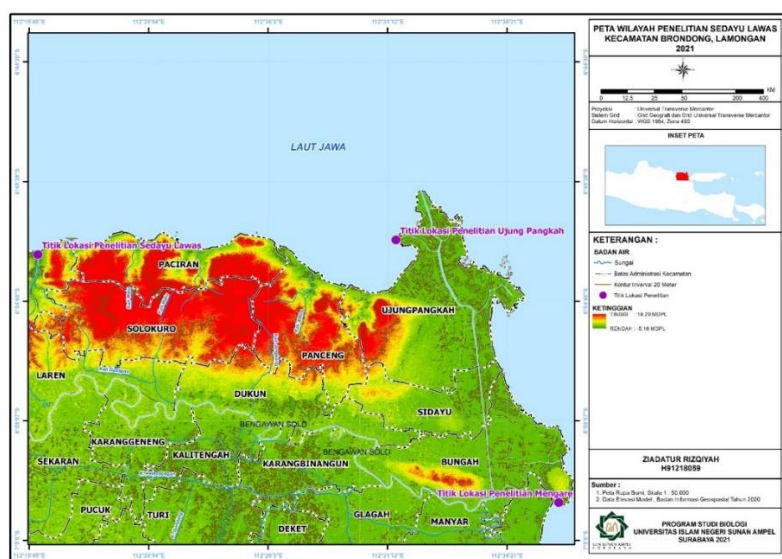
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskripsi kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui morfologi, jumlah kelimpahan dan polimer mikroplastik pada sampel air, sedimen dan daging ikan yang diambil dari tiga Muara Bengawan Solo. Metode pengambilan sampel menggunakan Teknik *purposive random sampling*. Pengumpulan data eksplorasi untuk mencari masalah yang tidak dapat didefinisikan dengan jelas dan sumber data dikumpulkan berdasarkan data primer bahwa sumber data ini merupakan data yang diambil secara langsung oleh peneliti (Ahyar *et al.*, 2020). Identifikasi sampel mikroplastik menggunakan mikroskop stereo trinokuler untuk mengetahui bentuk dan warna mikroplastik. Analisis FTIR untuk mengetahui polimer mikroplastik.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Oktober 2021, dimana tempat pengambilan sampel mikroplastik pada air, sedimen dan ikan dilakukan di 3 Muara Bengawan Solo yaitu Sedayu Lawas kabupaten Lamongan, Ujung Pangkah dan Mengare kabupaten Gresik (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Dalam penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan berdasarkan observasi dan keterwakilan dari lokasi penelitian. Pengolahan sampel dan identifikasi mikroplastik dilakukan di laboratorium ECOTON (Ecological Observation and Wetland Konservation), Analisis FTIR di lakukan di Intitut Sepuluh November (ITS) pada bulan November (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Waktu penelitian.

No.	Kegiatan	Bulan							
		2-6	7	8	9	10	11	12	1
1.	Pembuatan proposal skripsi								
2.	Seminar proposal								
3.	Persiapan alat dan bahan								
4.	Pengambilan sampel di lokasi								
5.	Preparasi sampel dan pengamatan sampel mikroplastik								
6.	Analisis Ft-Ir								
7.	Pembuatan draf skripsi								
8.	Seminar hasil penelitian								

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: plankton net, botol kaca 350 ml, timbaha, oven, mikroskop stereo, box ikan, meteran, GPS map menggunakan hp, kamera *smart phone*, kompor (*hitter*), cawan perti, gelas beker, botol vial, kain saring, erlemenyer, cetok, spatula, botol semprot aquades, gunting bedah, pencabit steanlis, jarum, pisau bedah, nampan dan *Fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR).

Bahan

Selain itu ada bahan yang diguganakan untuk proses preparasi dan identifikasi yaitu aquades, 10% KOH, 30% H₂SO₄, 30% H₂O₂, NaCl jenuh 600 ml, sampel ikan, sedimen dan sampel air Bengawan Solo.

3.4 Prosedur Penelitian

a. Tahap Pesiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan dengan menentukan stasiun lokasi pengambilan sampel air, sedimen dan ikan. Yaitu stasiun I di muara Bengawan Solo yang berada di desa Mengare kecamatan Bungah Gresik, stasiun II berada di muara Bengawan Solo yang berada di Ujung Pangkah Gresik dan stasiun III berada di muara Bengawan Solo yang berada di desa Sedayu Lawas Kecamatan Brondong Lamongan. Peralatan yang harus disiapkan sebelum pengambilan sampel adalah pH

meter, TDS meter, jaring plankton, botol 350 ml, cetok, boks ikan dan es batu.

b. Pengambilan Sampel

1) Metode pengambilan Sampel air

Tahap pertama dilakukan pengujian parameter fisika dan kimia air sungai yaitu pH, Suhu, dan *Total Dissolved Solids* (TDS) sesuai dengan baku mutu air sungai (Rohmawati, Sutarno and Mujiyo, 2018).

- 2) Metode pengambilan sampel air dilakukan di 3 muara Bengawan Solo letaknya di tepi Bengawan Solo dan di atas kapal. Pengambilan sampel menggunakan metode *eksplorasi sampling*. Pengambilan sampel air 1 meter dari atas permukaan air (Wagner, Lambert and Contaminants, 2018). Sampel air sebanyak 100 L diambil dengan menggunakan ember dan disaring menggunakan plankton net. Pengambilan sampel air dilakukan sebanyak 10 kali dalam 10 L. Kemudian sampel air dari masing-masing lokasi di masukkan kedalam botol dan diberi label kertas untuk dilakukan preparasi dan analisis di Laboratorium.

3) Metode pengambilan sampel sedimen

Pengambilan sampel sedimen menggunakan alat bantu berupa cetok stainless (Klein, Worch and Knepper, 2015), sampel diambil di kedalaman 2-5 cm dari permukaan atas sedimen (Zbyszewski, Corcoran and Hockin, 2014) sebanyak 1 kg pada

setiap lokasi kemudian dimasukkan kedalam botol tertutup dan diberi label.

4) Metode pengambilan sampel ikan

Pengambilan dilakukan dengan mengumpulkan ikan dari Bengawan Solo dan petani tambak. Penelitian menggunakan data primer (pengambilan sampel ikan secara langsung di lapangan) sampel ikan yang diambil berjenis ikan belanak, keting dan bandeng di tambak

c. Preparasi Sampel

1) Pembuatan larutan

Pembuatan larutan dilakukan untuk mendapatkan larutan 30% H_2O_2 bersifat oksidator dengan penyimpanan di tabung gelap untuk mengurangi penguapan dan 30 % H_2SO_4 bersifat oksidator fungsi kedua zat untuk menghancurkan bahan organik pada sampel air sedimen dan daging ikan (Chen *et al.*, 2020).

2) Preparasi jenis mikroplastik pada sampel air sungai bengawan solo menggunakan Pelarut yang sudah diecerkan yaitu 30% H_2SO_4 dan 30% H_2O_2 . Sampel ditambahkan larutan 30% H_2SO_4 dan 30% H_2O_2 masing-masing sebanyak 20 mL kedalam botol kaca dan ditutup. Sampel air yang telah terendam larutan pengencer diinkubasi dalam suhu ruangan selama 1x24 jam.

3) Preparasi sampel sedimen

Sampel sedimen yang telah diambil dari 3 lokasi kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu $100^\circ C$ selama ± 8 jam hingga

kering. Sampel kering di timbang masing- masing sebanyak 50 g, kemudian dilarutkan dalam NaCl pekat sebanyak 300 mL kemudian diaduk dan didiamkan hingga tersuspensi (Claessens *et al.*, 2011). Suspensi sedimen terdiri dari supernatant dan pellet. Supernatant dipisahkan dari pellet kemudian disaring menggunakan kain saring nilon 200 nm, penyaringan dilakukan 2 kali hingga partikel mikroplastik terkumpul. Tambahkan 30 % H₂O₂ sebanyak 20 mL dengan perbandingan (1:3) dalam waktu 24 jam. Disaring Kembali menggunakan kertas saring kemudian di bilas menggunakan aquades 300 mL (Klein *et. al*, 2015).

4) Preparasi sampel ikan

Sampel ikan yang diperoleh dihitung panjang total/*total length* (TL), bobot/*total weight* (w), *liver somatic index* (LSI) dan *Gonad somatic index* (GSI) untuk mengetahui pengaruh jumlah mikroplastik terhadap ikan dan hepatosomatik ikan. Kemudian diukur panjang total/*total length* (TL) menggunakan penggaris dengan tingkat ketelitian 1 mm-cm, bobot/*total weight* (w) menggunakan timbangan digital dengan tingkat ketelitian timbangan yaitu 0,1 g, di hitung *liver somatic index* (LSI) dan *Gonad somatic index* (GSI) dengan rumus:

$$LSI = \frac{\text{berat liver(gram)}}{\text{berat ikan(gram)}} \times 100\%$$

$$GSI = \frac{\text{berat gonad(gram)}}{\text{berat ikan(gram)}} \times 100\%$$

(Dewi and Prabowo, 2017).

Sampel ikan diambil pada bagian daging punggung (dorsal) sebanyak 10 g. Sampel di preparasi menggunakan larutan basa berupa 10% KOH diinkubasi selama 24 jam. Kemudian ditambahkan 30% H₂SO₄ dan 30% H₂O₂ masing-masing sebanyak 20 ml kemudian di inkubasi selama 24 jam pada suhu ruang.

d. Pemanasan sampel

Sampel air, sedimen dan daging ikan yang telah di inkubasi, dipanaskan menggunakan pemanas (kompor/hot plate) suhu 60°C selama 1 jam. Kemudian dilakukan penyaringan sampel masing-masing menggunakan kain saring 50 µM, karena penyerapan MP sering didefinisikan sebagai partikel yang berukuran mikro (Wagner, Lambert and Contaminants, 2018). Masing-masing sampel diletakkan pada cawan petri untuk dilakukan pengamatan.

e. Pengamatan dan identifikasi mikroplastik.

Pengamatan dan identifikasi mikroplastik dilakukan menggunakan mikroskop stereo trinokuler untuk mengetahui morfologi mikroplastik pada ikan yaitu jenis dan warna mikroplastik pada air, sedimen dan ikan di tiga muara bengawan Solo. Pada proses identifikasi sampel diamati dengan meneteskan sampel pada cawan petri kemudian di identifikasi bentuk, warna dan dihitung jumlah partikel yang diperoleh. Partikel yang sudah diperoleh dipisahkan dalam botol vial yang berisi aquades untuk di uji FT-IR. Sampel mikroplastik yang telah teridentifikasi ditambahkan aquades kedalam botol vial sebanyak 5 ml,

untuk mengetahui polimer jenis plastic menggunakan spektroskopi FT-IR (Cunningham *et al.*, 2020).

f. Kelimpahan mikroplastik.

Kelimpahan mikroplastik dihitung menggunakan rumus berdasarkan penelitian oleh (Boerger *et al.*, 2010).

$$kelimpahan = \frac{\Sigma_{partikel\ mikroplastik}}{\Sigma_{sampel}} \dots\dots\dots(1)$$

3.5 Analisis Data

Hasil dari penelitian dan identifikasi kandungan mikroplastik pada air, sedimen dan ikan disajikan dalam bentuk foto hasil pengamatan pada mikroskop. Data jumlah, bentuk dan warna mikroplastik disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data hasil uji FT-IR dipaparkan dalam bentuk deskriptif, tabel dan grafik. Penulisan pada penelitian ini berbentuk deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan keadaan dan objek dalam penelitian, terkait angka-angka, bentuk dan kata-kata.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lingkungan di Tiga Muara Bengawan Solo

Kondisi lingkungan perairan dapat mempengaruhi jumlah mikroplastik, adapun hasil dari pengukuran parameter fisika dan kimia pada air untuk mengetahui kualitas air pada 3 muara Bengawan Solo yaitu pH, suhu dan *Total Dissolved Solids* (TDS) (Tabel 4.1)

Tabel 4. 1. Nilai pH, Suhu dan TDS pada tiga Muara Bengawan Solo.

No.	Lokasi	pH	Suhu (°C)	TDS (ppm)
1.	Muara 1	7,21	31,2	6279
2.	Muara 2	7,45	32,5	6530
3.	Muara 3	7,27	32,5	6280

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2021)

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan masing-masing muara Bengawan Solo. hasil pengukuran menunjukkan nilai rata-rata pH pada tiga muara Bengawan Solo adalah 7,29. Hal-hal yang mempengaruhi nilai pada pH perairan adalah aktivitas biologi, kandungan oksigen, suhu, dan ion-ion. Aktivitas biologi dari gas CO₂ yang berasal dari hasil respirasi. Jika semakin banyak CO₂ maka nilai pH turun. Hal itu berasal dari hasil respirasi CO₂ bergerak dan melepaskan ion H⁺. sebaliknya jika pada perairan terdapat aktifitas fotosintesis maka CO₂ semakin banyak digunakan sehingga kadar pH akan naik.

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan kadar pH pada ketiga muara bengawan Solo berada pada ambang yang cukup baik untuk perkembangan biota air yaitu 7,21-7,45. Pada muara sungai lais pH kisaran 6,6-7,2 berada pada ambang cukup baik bagi kehidupan biota air (Warman, 2015). Berdasarkan Peraturan

Pemerintah Nomer 82 tahun 2001 bahwa parameter pH kelas satu dapat dimanfaatkan sebagai perikanan, wisata air, perternakan dan lain-lain adalah 6-9.

Suhu rata-rata di tiga muara Bengawan Solo sebesar 32,5 °C. Nilai suhu pada perairan berasal dari intensitas cahaya yang masuk pada perairan kemudian mempengaruhi suhu pada perairan. Suhu mempengaruhi berat jenis, viktositas dan densitas air, selain itu suhu juga mempengaruhi kelarutan gas dan unsur-unsur pada air. Proses masuknya cahaya pada perairan mengubah perairan menjadi energi panas. Perubahan suhu mempengaruhi proses kimia, biologi dan fisika pada perairan. Suhu juga mempengaruhi proses dregradasi partikel mikroplastik.

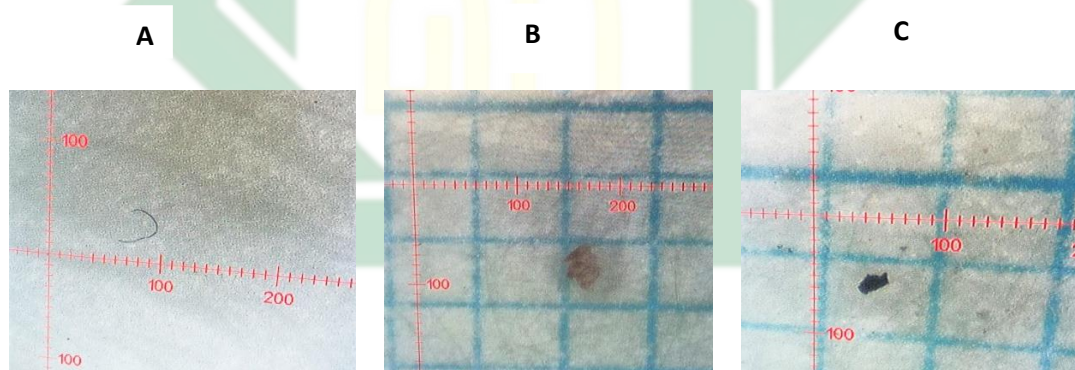
Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu perairan pada tiga muara Bengawan Solo cukup panas di wilayah tropis, suhu perairan pada ketiga muara bengawan solo 31,2-32.5°C. kenaikan suhu pada perairan menyebabkan degradasi plastik yang ada diperairan menjadi mikroplastik. Faktor yang mempengaruhi degradasi tekstil menjadi partikel fiber mikroplastik adalah suhu, detergen dan waktu pemutaran pada saat pencucian (Dalla Fontana, Mossotti and Montarsolo, 2021).

Nilai TDS pada perairan muara dipengaruhi banyaknya senyawa kimia, semakin banyak senyawa kimia yang berada pada air maka semakin tinggi nilai TDS. Pada muara kedua nilai TDS paling tinggi yaitu 6530 ppm, hal itu dipengaruhi oleh lokasi muara kedua berdekatan dengan rumah warga, tempat wisata dan pengeboran minyak. Nilai TDS pada muara kesatu dan ketiga 6279 ppm dan 6280 ppm pada kedua lokasi ini berada di daerah dekat Pelabuhan dan aktivitas masyarakat. Nilai TDS pada perairan di ketiga muara bengawan Solo merupakan

air payau, sesuai dengan standar kadar keasinan air 3000-10000 ppm merupakan kadar air payau (T. Listyani R.A., 2021).

4. 2 Morfologi Mikroplastik

Hasil identifikasi mikroplastik secara morfologi mikroplastik pada air, sedimen dan ikan di tiga muara bengawan Solo. Terdapat tiga jenis partikel mikroplastik yaitu fiber, film dan fragmen, jenis partikel paling mendominasi tiga muara adalah mikroplastik jenis fiber (Gambar 4.1). Perbedaan bentuk mikroplastik terjadi karena adanya kerusakan biologis, fotodegradasi, pelapukan kimia dan faktor fisik (aksi gelombang, arah angin dan peledakan pasir) (de Haan, Sanchez-Vidal and Canals, 2019).

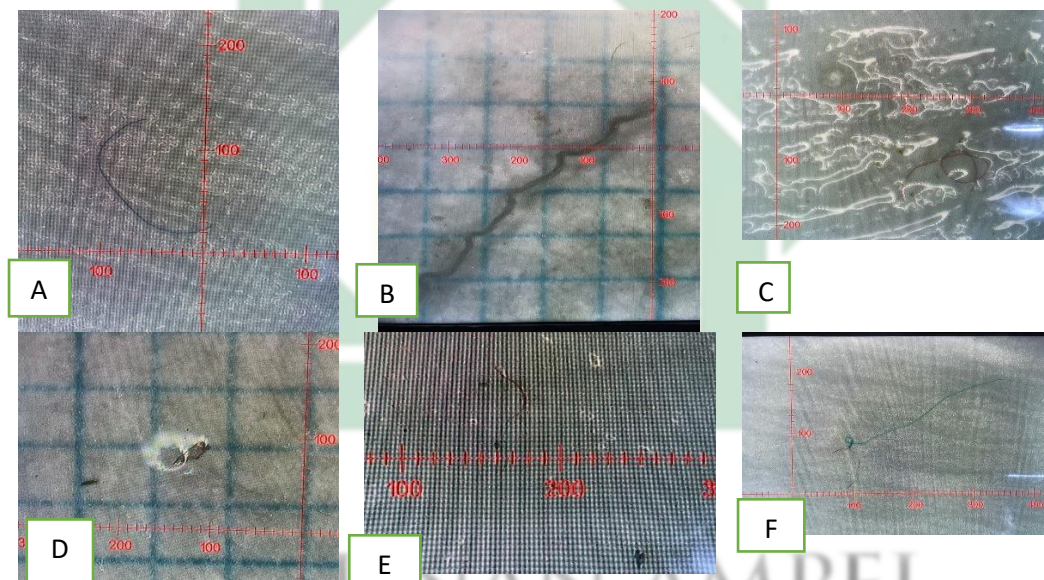


Gambar 4. 1. Jenis Mikroplastik yang Diperoleh (A) Jenis Fiber (B) Jenis Film (C) Jenis Fragmen. Identifikasi menggunakan mikroskop stereo. (Dokumen Pribadi, 2021)

Sumber mikroplastik juga mempengaruhi bentuk mikroplastik. Sumber mikroplastik primer berasal dari produk kecantikan dan kebersihan, pellet dan resin. Masuknya mikroplastik primer pada perairan melalui saluran limbah industri yang dibuang langsung ke sungai sehingga menuju ke laut. Sumber mikroplastik sekunder berasal dari sampah yang mengapung di permukaan air dan terjerat di mangrove. Sumber mikroplastik dibagi menjadi dua yaitu primer dan sekunder. Primer

merupakan mikroplastik murni yang berada di laut akibat kelalaian produksi, sedangkan mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang berasal dari degradasi plastik (Barboza *et al.*, 2019).

Pada mikroplastik juga mempunyai warna yang berbeda-beda ada merah, kuning, hijau, biru, hitam dan putih (Gambar 4.2). Warna dari partikel mikroplastik berasal dari zat tambahan pada plastik. Pada proses pembuatan plastik ditambahkan bahan berupa *Plasticizer*, antioksidan, penstabil UV, pelumas dan pewarna untuk meningkatkan kualitas plastik (Lusher, Hollman and Mandoza-Hill, 2017).



Gambar 4. 2. Warna Mikroplastik. A. biru; B. bening; c. coklat; D. film hitam; E. merah; F. hijau.

(Dokumen. Pribadi, 2021)

4.2.1 Jenis dan Warna Mikroplastik pada Air

Jenis fiber merupakan jenis mikroplastik yang jumlahnya paling tinggi dari tiga muara Bengawan Solo, yakni 52 partikel dari 61 partikel/L yang diperoleh dari muara kesatu, 38 partikel dari 48 partikel/L yang diperoleh dari muara kedua dan 21 partikel dari 28 partikel/L yang diperoleh dari muara ketiga. Bentuk mikroplastik yang lain ada film dan fragmen (Tabel 4.2).

Tabel 4. 2. Jumlah Jenis Dan Warna Mikroplastik Pada Air

No.	Lokasi	Jenis	Warna					Jumlah
			Merah	Biru	Hitam	Putih	Coklat	
1.	Muara 1	Fiber	11	2	27	12	-	52
		Film	-	-	2	7	-	9
		Fragmen	-	-	-	-	-	0
2.	Muara 2	Fiber	10	11	15	1	1	38
		Film	-	-	-	7	-	7
		Fragmen	-	-	3	-	-	3
3.	Muara 3	Fiber	7	6	7	1	-	21
		Film	1	1	1	1	-	3
		Fragmen	-	3	-	-	-	4

Banyak nya jumlah mikroplastik berjenis fiber pada air di ketiga muara bengawan Solo karena terdapat limbah industri tekstil yang berasal dari hulu dan hilir sungai bengawan Solo, adapun limbah domestik yang berasal dari sisa cucian masyarakat yang dibuang secara langsung di sungai dan berakhir dilaut, sehingga dapat diartikan bahwa jumlah jenis fiber ditemukan paling banyak pada lokasi dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Bentuk polimer penyusun kain (*Polyester*) dan polimer penyusun jala (*Polymide*) atau nilon mempunyai nilai densitas $1.24-2.31 \text{ g/cm}^{-3}$ dan $0.2-1.05 \text{ g/cm}^{-3}$, sehingga mikroplastik jenis fiber biasanya mengapung pada perairan. Bentuk polimer mikroplastik yang mengapung pada larutan garam politungstat (PST) adalah polivinil klorida (PVC) yang fleksibel dan kaku, polietilen tereftalat (PET), dan nilon (Heo *et al.*, 2013); (Fendall and Sewell, 2009).

Mikroplastik jenis film dan fragmen ditemukan lebih sedikit pada perairan dari tiga muara karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi seperti jumlah lokasi timbunan sampah, jumlah sampah plastik sekali pakai dan botol tidak terlalu

banyak, densitas dan lama waktu degradasinya juga mempengaruhi jumlah kelimpahan mikroplastik. Mikroplastik jenis film berasal dari plastic sekali pakai dengan penyusun polimernya adalah *polyethylene*. Densitas mikroplastik jenis film 0,917-0,965 g/cm⁻³ sehingga cenderung mengapung dalam air segar dan air laut. Mikroplastik jenis fragment mempunyai nilai dua densitas yaitu densitas ringan dan densitas berat tergantung polimer penyusun, densitas rendah bersal dari polimer *polypropylene* dengan densitas 0,9-0,91 g/cm⁻³ dan *polystyrene* mempunyai densitas 1,04-1,1 g/cm⁻³. Polimer mikroplastik yang memiliki densitas berat yaitu *acrylic*, *polyvinylchloride* (PVC), dan *polyvinylchloride* (PET) (Morét-Ferguson *et al.*, 2010).

Tabel 4. 3. Jumlah Partikel Mikroplastik Berjenis Fiber Pada Air Dari Peneliti Sebelumnya.

No.	Lokasi	Jumlah fiber (partikel)	Refrensi
1.	Pulau Gili Labak Madura	115	(Lolodo and Nugraha, 2019)
2.	Sungai Metro	980	(Haji, Rahadi and Firdausi, 2021)
3.	Pesisir Brondong	23	(Labibah and Triajie, 2020)
4	Pesisir Banyuurib	20	(Ayuningtyas, 2019)

Banyak nya jumlah mikroplastik berjenis fiber pada air juga ditemukan dalam penelitian terdahulu (Lolodo and Nugraha, 2019) jumlah partikel fiber lebih banyak dari film dan fragmen. Mikroplastik berjenis fiber pada perairan sungai metro mendominasi sebanyak 980 sedangkan film hanya 466 partikel (Haji, Rahadi and Firdausi, 2021). Pada perairan pesisir Brondong mikroplastik berjenis fiber sebanyak 23 karena banyaknya aktivitas rumah tangga yang berdekatan dengan laut (Labibah and Triajie, 2020). Pada pesisir Banyuurip jumlah kelimpahan fiber sebanyak 20 partikel (Ayuningtyas, 2019).

Pada warna mikroplastik diperoleh warna merah, biru, hitam, putih dan coklat (Tabel 4.2). Perbedaan warna mikroplastik pada air juga berasal dari jenis plastik yang berbeda-beda, karena penambahan warna pada material plastik yang berbeda. Banyaknya warna hitam pada jenis fiber disebabkan banyak kontaminasi yang terserap dalam mikroplastik. Hal itu terjadi karena mikroplastik mempunyai sifat hidrofob yang mampu menyerap organik dan rasio permukaan ke volume yang besar dan permukaan, mikroplastik mampu menyerap partikel reaktif pada kontaminan misalnya PBT, PBDE, DDT, obat-obatan, jejak logam dan adiktif plastic lainnya, dari sifatnya yang hidrofob ini mikroplastik menjadi toxic karena jika mengkontaminasi pada perairan akan mengkontaminasi pada biota laut (Hiwari *et al.*, 2019); (Teuten *et al.*, 2016).

Faktor lain yang menyebabkan warna mikroplastik pada air lebih gelap juga bisa terjadi karena mikroplastik belum terjadi perubahan warna (dicolouring), ditemukan juga mikroplastik yang berwarna putih (transparan) berjenis film karena mikroplastik tersebut telah mengalami fotodegradasi oleh UV (Khoironi *et al.*, 2020).

4.2.2 Jenis dan Warna Mikroplastik pada Sedimen

Mikroplastik berjenis fiber mempunyai jumlah yang dominan dari jenis mikroplastik yang lain pada lokasi muara Bengawan Solo kesatu dan ketiga, jumlah partikel fiber pada lokasi kesatu sebanyak 49 dan lokasi ketiga sebanyak 13, sedangkan pada lokasi dua partikel film merupakan partikel mikroplastik yang memiliki jumlah paling banyak yaitu 41 partikel (Tabel 4.4).

Tabel 4. 4. Jumlah Jenis Dan Warna Mikroplastik Pada Sedimen

No,	Lokasi	Jenis	Warna					Jumlah
			Merah	Biru	Hitam	Putih	Coklat	
1.	Muara 1	Fiber	4	1	25	9	-	39
		Film	-	1	-	6	-	7
		Fragmen	-	-	-	-	-	0
2.	Muara 2	Fiber	10	11	15	1	1	41
		Film	-	7	-	-	-	1
		Fragmen	-	-	3	-	-	3
3.	Muara 3	Fiber	7	6	7	1	-	21
		Film	1	1	1	1	-	4
		Fragmen					-	1

Di muara kedua jumlah partikel mikroplastik pada sedimen memiliki jumlah partikel mikroplastik film sangat banyak karena sampah plastik sekali pakai banyak terjatuh di lumpur dan mangrove. Pada proses degradasi plastik menyebabkan daya apung pada plastik sehingga kepadatannya akan berubah selama tinggal dilaut akibat pelapukan dan biofouling. Secara spesifik kepadatan akan menurun akibat adanya kontak air laut dengan partikel yang terlalu lama sehingga partikel mikroplastik terakumulasi pada sedimen. Kepadatan plastik akan menurun karena adanya kontak air laut, pengaruh biologi (mikroba), kimia dan fisik (gelombang air laut, biofouling) oleh karena itu mempengaruhi densitas mikroplastik seperti, *polyetilen* (HDPE) dengan densitas 0,85 menjadi 0,81 g cm⁻³ dan densitas 1,41 menjadi 1,42 g cm⁻³ untuk jenis *polistyrena* (PS) (Carpenter and Smith, 1972).

Tabel 4. 5. Jenis Mikroplastik pada Sedimen Oleh Penelitian Terdahulu

No.	Lokasi	Jumlah fiber (partikel)	Referensi
1.	Kepulauan karimun jawa (Pelabuhan perintis)	30	(Kurniawan, Suprijanto and Ridlo, 2021)
2.	Pantai kartini jepara	350	(Azizah, Ridlo and Suryono, 2020)
3.	Teluk Benoa Bali	23 0,48 partikel/m ³	(Nugroho, Restu and Ernawati, 2018)

Pada penelitian terdahulu diperoleh jumlah partikel fiber dominan di daerah kepulauan karimun jawa sebanyak 30 partikel dari 83 partikel (Kurniawan, Suprijanto and Ridlo, 2021). Di pantai kartini jepara juga didominasi oleh jenis fiber sebanyak 350 partikel (Azizah, Ridlo and Suryono, 2020). Pada teluk Benoa Bali partikel mikroplastik berjenis fiber merupakan plastik terbanyak setelah fragmen yaitu 23 dari 480 partikel (Nugroho, Restu and Ernawati, 2018).

Warna mikroplastik pada sedimen didominasi pada warna hitam berjenis fiber karena partikel fiber jumlahnya lebih dominan. Perbedaan pada warna mikroplastik pada sedimen telah melalui proses biofouling sehingga warna pada mikroplastik terlihat memudar, biofouling pada sedimen terjadi karena terakumulasi pada substrat yang tertimbun karena gelombang laut (Bergmann, Gutow and Klages, 2015).

4.2.3 Jenis dan Warna Mikroplastik pada Ikan

a. Ikan Keting (*Mystus nigriceps*)

Tabel 4. 6. Jenis dan Warna Mikroplastik pada Ikan Keting

No.	Lokasi	Jenis	Warna						Jumlah
			Merah	Biru	Putih	hitam	hijau	Kuning	
1		Fiber	6	5	-	5	-	1	17

	Muara 1	Film	-	-	-	-	-	-	0
		Fragmen	-	-	-	-	-	-	0
2	Muara 2	Fiber	2	-	4	8	1	-	16
		Film	-	-	2	-	-	-	2
		Fragmen	-	-	-	-	-	-	0
3	Muara 3	Fiber	3	8	5	1	-	-	17
		Film	2	1	-	-	-	-	3
		Fragmen	-	1	-	-	-	-	1

Partikel mikroplastik pada keteng (*Mystus nigriceps*) dominan berjenis fiber. Pada muara 1 mikroplastik jenis film dan fragmen tidak ditemukan. Pada muara 2 partikel mikroplastik di ikan keteng (*Mystus nigriceps*) berjenis film berjumlah 2 partikel. Mikroplastik pada ikan keteng (*Mystus nigriceps*) di muara ketiga diperoleh tiga jenis mikroplastik yaitu fiber, film dan fragmen.

Warna mikroplastik pada ikan keteng banyak didominasi oleh warna biru dengan jumlah 15 partikel, warna terbanyak selanjutnya merupakan warna hitam sebanyak 16, kemudian warna merah sebanyak 15, warna putih sebanyak 11 dan paling sedikit adalah warna kuning 1 partikel (tabel 4.6)

b. Ikan Belanak (*Moolgrada seheli*)

Tabel 4. 7. Jenis dan Warna Mikroplastik pada Ikan Belanak

No.	Lokasi	Jenis	Warna					Jumlah	
			Merah	Biru	Putih	hitam	hijau		Kuning
1.	Muara 1	Fiber	3	5	4	3	-	-	15
		Film	-	-	-	-	-	3	3
		Fragmen	-	-	-	-	-	-	0
2.	Muara 2	Fiber	4	4	3	7	-	-	18
		Film	-	-	-	-	-	-	0

		Fragmen	-	-	-	-	-	-	0
3.	Muara 3	Fiber	5	2	2	11	-	-	20
		Film	-	-	-	-	-	-	0
		Fragmen	-	-	-	-	-	-	0

Pada ikan belanak (*Moolgrada seheli*) jenis partikel mikroplastik lebih dominan pada jenis fiber. Pada muara 1 jenis partikel mikroplastik ada dua jenis yaitu film dan fiber, namun pada muara 2 dan muara 3 jenis partikel mikroplastik dominan berjenis fiber. Pada daging ikan belanak (*Moolgrada seheli*) diperoleh lima warna mikroplastik yaitu, merah, biru, hitam, putih dan coklat.

c. Ikan Bandeng (*Chanos-chanos*)

Tabel 4. 8 Jenis dan Warna Mikroplastik pada Ikan Bandeng

No.	Lokasi	Jenis	Warna					Jumlah	
			Merah	Biru	Putih	hitam	hijau		coklat
1.	Muara 1	Fiber	2	-	2	4	-	-	12
		Film	-	-	-	-	-	2	2
		Fragmen	-	-	-	-	-	-	0
2.	Muara 2	Fiber	1	2	1	5	-	-	9
		Film	-	-	1	-	-	-	1
		Fragmen	-	-	-	-	-	-	0
3.	Muara 3	Fiber	-	2	-	1	-	-	3
		Film	-	-	-	-	-	-	0
		Fragmen	-	-	-	-	-	-	0

Pada ikan bandeng (*Chanos-chanos*) jenis partikel mikroplastik ditemukan dua jenis yaitu fiber dan film. Mikroplastik jenis fiber lebih dominan pada semua ikan bandeng, namun pada muara 1 dan muara 2 terdapat mikroplastik berjenis film.

Pada warna mikroplastik ikan bandeng didominasi oleh warna hitam sebanyak 10 partikel.

Jenis fiber mendominasi pada semua spesies ikan sehingga menunjukkan bahwa jenis fiber sangat melimpah di perairan. Jenis mikroplastik yang dikonsumsi ikan dapat dipengaruhi oleh faktor pola makan ikan, ikan kating merupakan ikan omnivora yaitu pemakan segalanya. Sedangkan ikan belanak dan ikan bandeng merupakan ikan herbivora (Miftakhul Huda, 2016);(Sulaksana, N., Sukiyah, E., Sjafrudin, A. and Haryanto, 2014).

Warna mikroplastik pada ikan dominan berwarna biru dan hitam, meskipun berbagai warna juga ditemukan dengan jumlah yang lebih sedikit. Hal itu dipengaruhi oleh jenis pakan dan ekologi sekitar perairan dan pola makan ikan. Divisualisasikan bahwa ikan yang memakan plankton dominan melihat mikroplastik berwarna biru sehingga memakan mikroplastik tersebut (Ferreira, Barletta and Lima, 2019). Misalnya pada ikan bandeng memiliki jumlah keragaman warna lebih sedikit karena berada pada perairan tawar dan karakteristik pakan yang sudah ditentukan. Warna pada mikroplastik lama kelamaan akan hilang dan memudar selama berda di laut. Oleh karena itu perbedaan ekologi dapat menjelaskan keragaman warna mikroplastik (McNeish *et al.*, 2018).

4.3 Kelimpahan Mikroplastik

4.3.1 Kelimpahan Mikroplastik pada Air

Kelimpahan mikroplastik pada air dihitung dari jumlah partikel yang diperoleh dibagi jumlah sampel per liter. Berdasarkan hasil analisis, pada tiga muara Bengawan Solo kelimpahan mikroplastik pada air paling tinggi di lokasi muara kesatu dengan nilai kelimpahan rata-rata 0,61 partikel/L (Gambar 4.1). Pada

muara kedua dan ketiga masing-masing mempunyai nilai kelimpahan rata-rata 0,48 partikel/L dan 0,28 partikel/L.



Gambar 4.3 Diagram batang kelimpahan mikroplastik pada air di 3 muara Bengawan Solo (muara 1: mengare; muara 2: banyuurip; muara 3: Pelabuhan sedayu lawas).

Perbedaan kelimpahan mikroplastik pada air di tiga muara Bengawan Solo karena faktor lingkungan yang berbeda. Pada muara pertama di mengare dan kedua di ujung pangkah terlihat kondisi air terlihat sangat gelap dan ditemukan timbunan sampah ditepi sungai dan plastik mengapung dipermukaan air. Pada lokasi ketiga kelimpahan mikroplastik rendah karena perairan terlihat jernih dan sedikit sampah plastik.

Kelimpahan mikroplastik pada dipengaruhi oleh faktor degradasi mikroplastik yang melimpah. Degradasi mikroplastik pada air dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik, dimana plastik yang pada permukaan air terpapar sinar matahari secara maksimum. Oksigen pada air untuk degradasi fotooksidasi dan dipengaruhi oleh sifat air yaitu hidrolitik maka plastik akan yang berada pada permukaan akan rapuh dan terfragmentasi. Jika intensitas cahaya pada air kurang akan menyebabkan laju pertumbuhan organisme aquatic menurun. Pada air laut plastik terpapar sinar matahari secara langsung dan adanya oksigen untuk proses

oksidasi, dibantu oleh sifat hidrolitik air, plastik akan mudah rapuh dan terfragmentasi karena faktor abiotik (Whitacre, 2014).

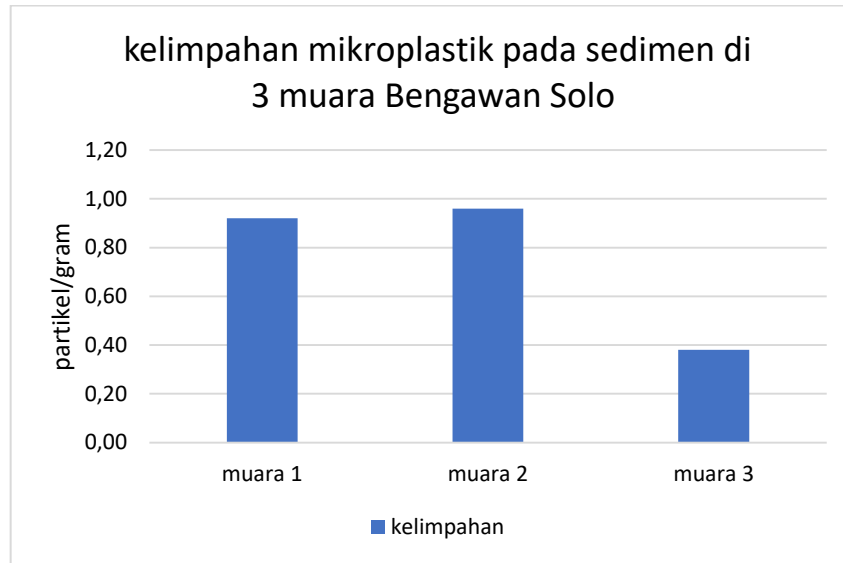
Tabel 4. 9. Perbandingan Kelimpahan mikroplastik pada Air di Daerah lain

No.	Nama Lokasi	Jumlah kelimpahan (partikel/m ³)	Literatur
1.	Pulau Bengkalis	9,2	(Febriani, Amin and Fauzi, 2020)
2.	Sungai Metro	10,33	(Haji, Rahadi and Firdausi, 2021)
3.	Muara Sungai di Banyu Urib	7,78	(Ayuningtyas, 2019)

Perbedaan hasil kelimpahan mikroplastik pada perairan di setiap daerah berbeda-beda. Pada (Tabel 4.9) menubjukan perbedaan kelimpahan mikroplastik di daerah lain jauh lebih tinggi dari ketiga muara Bengawan Solo. kelimpahan mikroplastik di bengawan solo pada muara kesatu sebanyak 0,6 partikel/L, muara kedua sebanyak 0.48 partikel/ L dan muara ketiga 0.28 partikel/L.

4.3.2 Kelimpahan Miroplastik pada Sedimen

Pada sampel sedimen kelimpahan mikroplastik dihitung dari jumlah partikel yang diperoleh dibagi berat sampel sebanyak 50 gram sedimen kering halus. Berdasarkan hasil analisis (Gambar 4.2), muara kedua mempunyai nilai kelimpahan rata-rata sebesar 0,96 partikel/gram, kemudian di muara kesatu memiliki nilai kelimpahan rata-rata 0,92 partikel/gram dan muara ketiga mempunyai nilai kelimpahan rata-rata mikroplastik yang paling sedikit yaitu 0.38 partikel/gram.



Gambar 4.4 Diagram Batang Total kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Sedimen di 3 Muara bengawan Solo.

Perbedaan jumlah kelimpahan mikroplastik pada tiga muara Bengawan Solo karena faktor lingkungan. Pada muara kedua yaitu di daerah ujung pangkah memperoleh kelimpahan paling tertinggi yaitu 0,92 partikel/50 gram karena sampah plastik banyak ditemukan tertimbun pada lumpur di area mangrove. Pada muara kesatu yang berada di daerah mengare diperoleh 0,92 partikel/50 gram. Pada muara kesatu ditemukan tumpukan sampah yang terpendam pada lumpur yang berada pada delta, selain itu pada lapisan dasar ditemukan serat kain yang lama terpendam. Ditemukan juga sampah plastic sachet yang terpendam di lumpur. Sampah-sampah tersebut terdegradasi secara fisik dan dipengaruhi oleh gaya grafitasi dan densitas plastik sehingga tenggelam dan terakumulasi pada sedimen (Woodall *et al.*, 2015).

Kelimpahan mikroplastik pada sedimen terendah berada di muara ketiga yaitu di daerah sedayu lawas sebanyak 0,38 partikel/50gram sedimen kering. Berdasarkan studi sebelumnya terdapat banyak faktor yang mempengaruhi jumlah kelimpahan mikroplastik, seperti aktivitas manusia, arus air, bentuk mikroplastik,

aktivitas nelayan dan Pelabuhan, limbah rumah tangga dan industri yang dibuang ke sungai kemudian mengalir pada muara (Wijaya and Muchtar, 2019).

Mikroplastik pada ketiga muara Bengawan Solo lebih tinggi dibandingkan dengan pelabuhan perintis dengan jumlah 0,24 partikel/kg (Kurniawan, Suprijanto and Ridlo, 2021). Pada penelitian (Azizah, Ridlo and Suryono, 2020) di pantai kartini jepara kelimpahan mikroplastik di muara Bengawan Solo lebih rendah. Perbandingan mikroplastik pada sedimen (tabel 4.10)

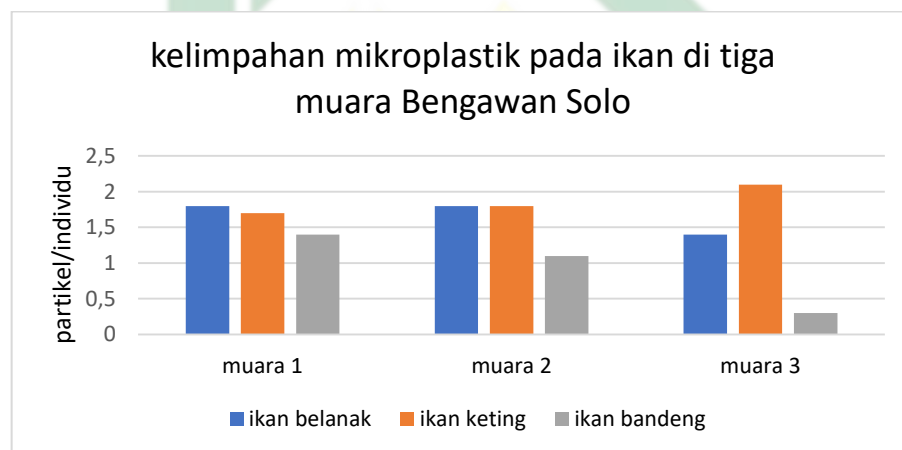
Tabel 4. 10. Perbandingan Kelimpahan mikroplastik pada Sedimen di Daerah lain

No.	Lokasi	Jumlah kelimpahan Mikroplastik	Sumber
1.	Kepulauan karimun jawa (Pelabuhan perintis, legon lele, cemara kecil)	0,245 partikel/kg, 0,34 partikel/kg dan 0,245 partikel/kg	(Kurniawan, Suprijanto and Ridlo, 2021)
2.	Pantai kartini jepara	12,86 partikel/50 g	(Azizah, Ridlo and Suryono, 2020)
3.	Muara Badak, kabupaten kutai	69,3-90,12 partikel/kg	(Sari Dewi, Aditya Budiarsa and Ramadhan Ritonga, 2015)
4.	Pesisir pantai tambak lorok semarang	73,07 partikel/500 g	(Khoironi <i>et al.</i> , 2020)
5.	Teluk Guanabara	160 to 100 items kg ⁻¹ or 4367 to 25,794 items m ⁻²	(Alves and Figueiredo, 2019)

4.3.3 Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan

Nilai kelimpahan rata-rata mikroplastik pada ikan dihitung dari satuan partikel per individu (partikel/individu) masing-masing jenis ikan ada 10 gram sampel daging (daging) dari tiga muara. Muara kesatu dan muara kedua nilai kelimpahan rata-rata partikel mikroplastik pada ikan belanak (*Moolgrada seheli*) mempunyai jumlah yang sama sebesar 1,8 partikel/individu, sedangkan pada ikan belanak (*Moolgarda seheli*) yang ada di muara ketiga mempunyai nilai rata-rata

kelimpahan yang lebih sedikit yaitu 1,4 partikel/individu. Kelimpahan mikroplastik pada ikan keting (*Mystus nigriceps*) di muara ketiga lebih tinggi sebesar 2,1 partikel/individu kemudian disusul oleh muara kedua sebanyak 1,8 partikel/individu dan di muara kesatu sebanyak 1,7 partikel/individu. Kelimpahan mikroplastik pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diperoleh dari tambak sekitar muara paling banyak pada muara kesatu dengan jumlah kelimpahan 1,4 partikel/individu, kelimpahan mikroplastik pada ikan bandeng (*Chanos-chanos*) di muara kedua sebanyak 1,1 partikel/individu dan paling rendah kelimpahan mikroplastik pada ikan bandeng di muara ketiga sebanyak 0,3 partikel (Gambar 4.7)



Gambar 4.5 Diagram Batang Total Kelimpahan Mikroplastik pada Daging Ikan Belanak (*Moolgarda sehelii*), Ikan Keting (*Mystus nigriceps*), Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tiga Muara Bengawan Solo.

Kelimpahan mikroplastik pada ikan keting (*Mitus nigrecep*) lebih tinggi dari ketiga muara bengawan Solo, dibandingkan ikan belanak (*Moolgrada sehelii*) dan ikan bandeng (*Chanos chanos*). Pola makan ikan mempengaruhi perbedaan jumlah kelimpahan mikroplastik. Ikan keting merupakan ikan karnivora, sedangkan ikan belanak dan ikan bandeng merupakan ikan herbivora. Pola makan ikan diketahui pada saluran pencernaan ikan terdapat sisa makanan.

Pada daging ikan jumlah kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh pola makan, ukuran ikan dan lokasi penangkapan ikan. Berdasarkan studi Pola makan ikan dan habitat ikan mempengaruhi jumlah kelimpahan mikroplastik 32% demersal, 27,7% spesies plagis, 14,7 % bentik, benthopelagic 16,5 %, neritic 5,3% dan mesopelagic 2,9% (Tsangaris *et al.*, 2017).

Pengambilan sampel ikan diukur Panjang dan berat badan ikan, ikan bandeng mempunyai panjang rata-rata 28-34 cm, sedangkan ikan belanak dan ikan keting rata-rata panjang 10-20 cm. Berat badan ikan pada ikan bandeng jauh lebih berat dibandingkan ikan keting dan belanak. Rata-rata berat ikan bandeng 150-250 gram sedangkan ikan keting dan belanak memiliki berat rata-rata 10-50 gram. Jumlah kelimpahan mikroplastik pada ketiga muara bengawan Solo terbanyak pada ikan keting sehingga dapat disimpulkan bahwa berat badan dan Panjang badan ikan tidak mempengaruhi kelimpahan mikroplastik.

Tabel 4. 11. Rata-rata LSI (%), Rata-rata GSI (%) dan Kelimpahan Mikroplastik

NO.	Lokasi	Jenis Ikan	Rata-rata LSI (%)	Rata-rata GSI (%)
1.	Muara 1	Ikan Keting	2	8
2.		Ikan Belanak	2	7
3.		Ikan Bandeng	1	-
4.	Muara 2	Ikan keting	2	9
5.		Ikan belanak	2	4
6.		Ikan bandeng	1	-
7.	Muara 3	Ikan Keting	2	25
8.		Ikan Belanak	3	2
9.		Ikan Bandeng	1	-

Rata-rata *hepatosomatic index* di hitung dari jumlah *Liver Somatic index* (LSI) yang diperoleh dibagi banyak sampel. Rata-rata *hepatosomatic index* untuk mengetahui adanya pengaruh jumlah kelimpahan mikroplastik dengan hati ikan. Hasil rata-rata LSI, rata-rata GSI, dan kelimpahan mikroplastik pada ikan (Tabel

4.11). Terlihat tidak ada pengaruh jumlah kelimpahan mikroplastik pada hati dan gonad ikan. Penyerapan zat aditif dalam gonad dapat mempengaruhi berat gonad, jika nilai rata-rata gonad $> 25\%$ terdapat pembengkakan. Rata-rata GSI dapat mempengaruhi pembengkakan jika jumlah kelimpahan mikroplastik tinggi. Hasil Kelimpahan mikroplastik sedikit sehingga tidak mempengaruhi nilai rata-rata GSI.

Pada penelitian eksperimental di laboratorium China menguji-coba *Eriocheir sinensis* pada aquarium dengan memberi mikroplastik, berbagai konsentrasi untuk mengetahui tingkat pertambahan berat badan, laju pertumbuhan spesifik dan indeks hepatosomatik. Pada penelitian tersebut menunjukkan adanya penurunan laju tingkat pertambahan berat badan, laju pertumbuhan spesifik dan penurunan hepatosomatik indeks pada 4000 g/L mikroplastik (Yu *et al.*, 2018)

Mikroplastik pada daging ikan ditemukan di Portugal memperoleh $0,4 \pm 0,7$ partikel/gram pada spesies *D. labrax*, $0,7 \pm 1,3$ partikel/gram pada spesies *T. trachurus* dan $0,6 \pm 0,8$ partikel/gram mikroplastik pada spesies *S. colias*. Dari 3 jenis ikan ditemukan partikel fiber sebanyak 199 partikel (54%), fragmen 167 partikel (45%) dan pellet 2 partikel (11%). Berdasarkan hasil analisis FT-IR ATR bahwa polimer mikroplastik pada ketiga ikan tersebut merupakan polyeten, polyester dan selulosa semisintetik (Barboza *et al.*, 2020).

Keberadaan partikel mikroplastik pada daging dari semua jenis ikan menunjukkan internalisasi partikel. Dimana studi tentang mekanisme penyerapan dan akumulasi mikroplastik pada ikan masih jarang diketahui. Pada nanopartikel, ukuran, distribusi, agregasi dan sedimentasinya pada sel adalah parameter yang

penting dalam peningkatan penyerapan ikan dan kemungkinan terjadi pada saat proses pada saat fagositosis atau endositosis, pinositosis (Vignardi *et al.*, 2015).

Menurut (ESFA, 2016) bahwa penyerapan sel nano partikel yang berada pada hati, ginjal dan daging ikan merupakan hasil penyerapan secara langsung dari saluran pencernaan karena penyerapan mikroplastik lebih rendah dari 150 μm . sehingga kemungkinan mikroplastik yang ditemukan pada daging ikan keting (*Mystus nigriceps*), ikan belanak (*Moolgrada seheli*) dan ikan bandeng (*Chanos chanos*) mengalami proses yang sama.

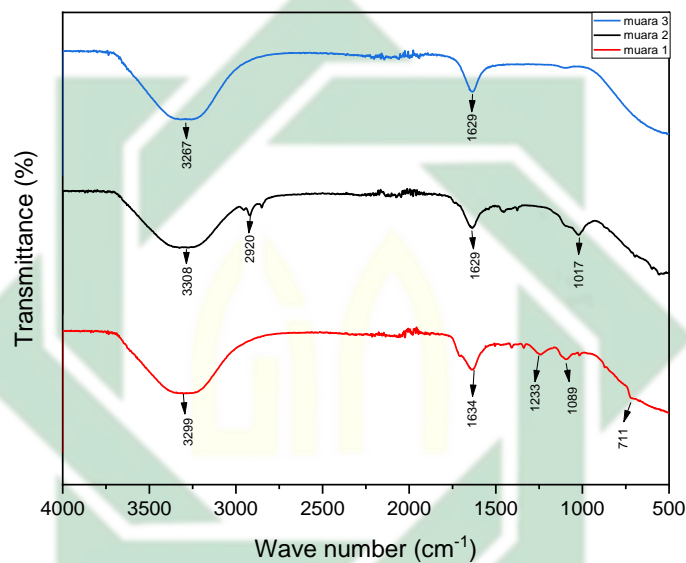
Hubungan mikroplastik pada air dengan sedimen dilihat pada jumlah banyaknya sampah di perairan (lingkungan) dan lama waktunya mikroplastik pada air dan sedimen. Pada lokasi kesatu jumlah partikel mikroplastik pada air memiliki kelimpahan tertinggi sedangkan kelimpahan sedimen lebih rendah dari sedimen dimuara kedua. Hal itu dipengaruhi oleh faktor biofouling pada sedimen, muara kedua terdapat komponen mangrove yang padat sehingga proses terjadinya biofouling lebih mudah terjadi dalam waktu lebih dekat akibat gelombang laut dan bioturbasi (Iestari, Chinda Setia and Nurdiansyah, 2020).

Kelimpahan mikroplastik pada ikan belanak dan bandeng dipengaruhi dengan jumlah mikroplastik pada air dan pola makan ikan. ikan belanak dan bandeng berada pada perairan tengah dimana kedua ikan ini merupakan ikan herbivora, sedangkan ikan keting lebih sering di daerah berlumpur dan jenis ikan pemakan segala (omnivora). Ikan keting lebih sering ditemui di area berlumpur (Buwono, Fariedah and Anestyningrum, 2019).

4.4. Analisis Mikroplastik pada FT-IR

Identifikasi polimer mikroplastik menggunakan FT-IR berjenis ATR, pada dasarnya FT-IR ATR ini merupakan spektrum yang diperoleh dari spektrofometer elektro nexus yang dilengkapi dengan Diamond Smart Orbit™. Spektrum ini direkam dalam refleksi total yang dilemahkan (*attenuate total reflection*) kemudian dikoreksi atau dihubungkan dengan perangkat ATR tertentu.

4.4.1. FT-IR pada Air Muara



Gambar 4. 6 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Air Muara Bengawan Solo. Muara 1=Mengare; Muara 2=Ujung Pangkah; Muara 3: Sedayu lawas.

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2021)

Grafik hasil Analisis FTIR (gambar 4.6) menunjukkan puncak gelombang yang berbeda-beda pada Panjang gelombang tertentu. Dimana lengkungan gelombang dan panjang pada grafik hasil FT-IR menginterpretasikan senyawa-senyawa tertentu (Tabel 4.11).

Tabel 4.12 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Air Muara.

No.	Nilai Puncak Panjang Gelombang (cm ⁻¹)	Interpretasi Nilai Puncak Panjang Gelombang	Literatur
A	3299	OH stretch	3300-2500
	1634	C=C stretch	1650-1600
	1408	C-H bend	1340-1470
	1233	C-O Acyl	1100-1350
	1089	C-O alkoxy	1000-1260

	1014	C-O <i>alkoxy</i>	1000-1260
B	3308	OH <i>stretch</i>	3570-3200
	2920	CH <i>stretch</i>	2850-3000
	1629	C=C <i>stretch</i>	1650-1600
	1017	C-O <i>alkoxy</i>	1000-1260
C	3267	OH <i>stretch</i>	3300-3250
	1629	C=C <i>stretch</i>	1650-1600
	1031	C-O <i>alkoxy</i>	1000-1260

(Stuart, 2005);(Coates, 2006).

Pada hasil interpretasi senyawa penyusun polimer mikroplastik pada ketiga air muara bengawan Solo menunjukkan nilai panjang gelombang yang sama pada 3570-3200 cm^{-1} dengan ciri lengkungan gelombang cembung tidak bercabang, senyawa yang mencirikan lengkungan gelombang dan nilai Panjang gelombang tersebut adalah senyawa O-H *stretch*.

Terlihat juga pada grafik (Gambar 4.6) gelombang terdapat lengkungan gelombang yang sama pada hasil FT-IR dari ketiga lokasi di daerah 1629 cm^{-1} . Hasil interpretasi dari panjang gelombang dan lengkukan merupakan senyawa C=C *stretch*. Terdapat panjang gelombang pada nilai-nilai tertentu dari ketiga grafik seperti pada grafik muara kesatu dan kedua memiliki nilai panjang gelombang pada 1000-1260 cm^{-1} yaitu penyusun senyawa C-O *alkoxy*.

Pada grafik muara kesatu memiliki hasil interpretasi penyusun senyawa OH *stretch* pada puncak gelombang 3299 cm^{-1} , 1634 cm^{-1} C=C *stretch*, 1014- 1233 cm^{-1} C-O *alkoxy* dan CH *bend* pada 1408 cm^{-1} . Senyawa tersebut merupakan senyawa penyusun *polyester*.

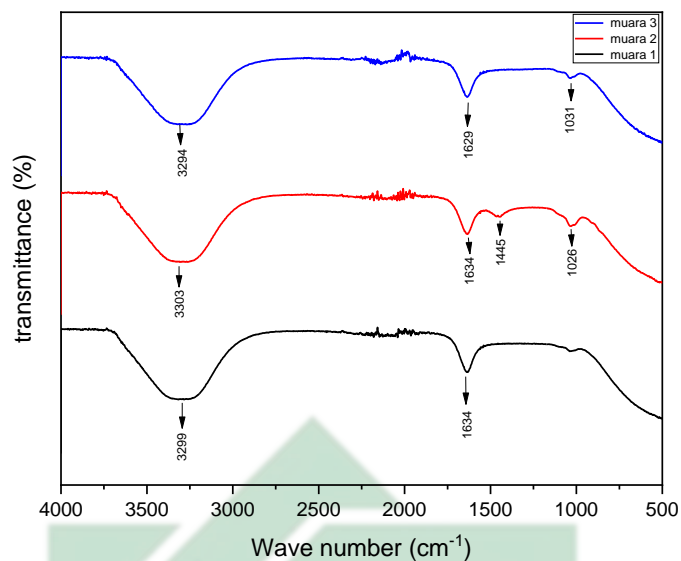
Hasil interpretasi polimer mikroplastik pada air di muara dua menunjukkan senyawa CH yang berada pada puncak gelombang 2920 cm^{-1} . Senyawa OH pada 3308 cm^{-1} , senyawa C=C pada panjang gelombang 1629 cm^{-1} dan C-O pada 1017 cm^{-1} . Ikatan CH_3 adalah salah satu praduga *polyester* dan *polyethylene*

terephthalate. Pada uji penyerapan polyester OH yang ada pada 3431 cm^{-1} , CH_3 pada panjang gelombang 2964 cm^{-1} , CH_2 pada 2906 cm^{-1} dan C-O pada 1718 cm^{-1} (Gustiani, Eriningsih and Tekstil, 2013).

Terlihat pada Grafik gelombang FTIR muara ketiga berada pada puncak gelombang 1629 cm^{-1} yang menunjukkan adanya senyawa C=C *stretch* milik alkena, terdapat pula senyawa OH *stretch* dan C-O *alkoxy*. Pada hasil FT-IR panjang gelombang CH tidak nampak dikarenakan terdapat senyawa C=C *stretch* alkena yang terserap pada satu alkil. Sehingga dapat di tandai bahwa susunan senyawa tersebut merupakan polimer *polyethylene terephthalate* (PET). Senyawa C-O, C=O dan C=C merupakan ikatan asli dari polimer *polyethylene terephthalate* (PET) (Fotopoulou and Karapanagioti, 2015).

Berdasarkan hasil interpretasi susunan senyawa (Tabel 4.12) jika dihubungkan dalam jenis partikel mikroplastik yang diperoleh dari muara kesatu dan kedua dominan fiber sehingga polimer yang terdeteksi oleh FT-IR merupakan polimer *polyester*. Pada muara ketiga terdapat jenis partikel mikroplastik fragmen sehingga hasil analisis FT-IR menunjukkan adanya polimer *polyethylene terephthalate* (PET).

4.4.2. Ft-Ir Mikroplastik pada Sedimen



Gambar 4. 7 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Sedimen Muara Bengawan Solo. Muara 1=Mengare; Muara 2=Ujung Pangkah; Muara 3=Sedayu Lawas.
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2021)

Hasil analisis FTIR (Gambar 4.7) menunjukkan panjang gelombang yang berbeda dengan lekukan yang berbeda pada setiap muara sehingga dapat diinterpretasikan senyawa-senyawa berbeda pada penyusun polimer (Tabel 4.).

Tabel 4.13 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Sedimen

No.	Nilai Puncak Panjang Gelombang (cm ⁻¹)	Interpretasi Nilai Puncak Panjang Gelombang	Literatur
A.	3299	OH stretch	3570-3200
	1634	C=C stretch	1600-1680
	1031	C-O alkoxy	1000-1260
B.	3303	OH stretch	3300-3250
	1634	C=C stretch	1680-1600
	1445	CH ₂ bending	1453-1400
	1026	C-O alkoxy	1000-1260
C.	3294	OH stretch	3300-3250
	1629	C=C stretch	1680-1640
	1031	C-O alkoxy	1000-1260

(Coates, 2006);(Stuart, 2005)

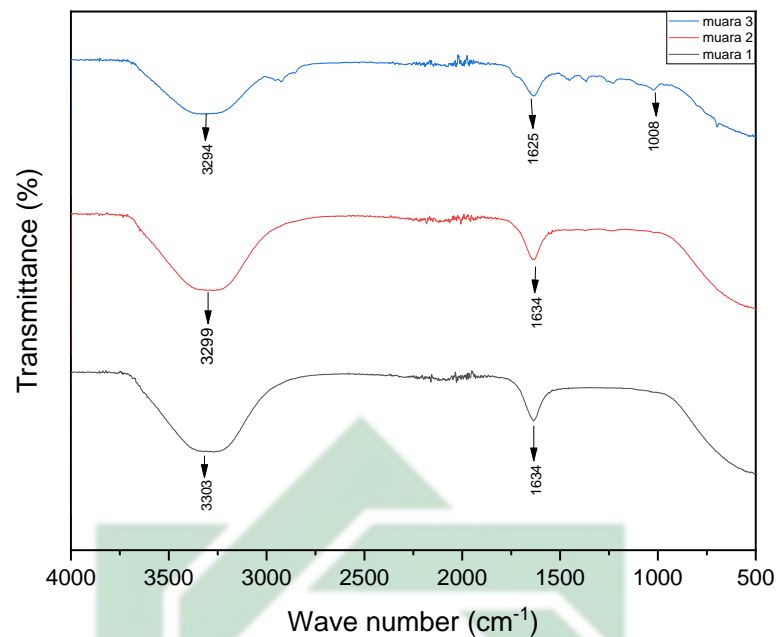
Pada hasil interpretasi (tabel 4.) menunjukkan kesamaan pada muara kesatu dan ketiga dimana sama-sama memiliki senyawa O-H dan C=C stretch yang mencirikan susunan senyawa polimer *polyethylene terephthalate* (PET), adapun

penyusun senyawa pelengkap pada O-H yaitu C-O *alkoxy* merupakan alkohol sekunder. Pada muara kedua terdapat perbedaan senyawa penyusun yaitu senyawa CH₂ *bending* pada nilai puncak gelombang 1453-1400 cm⁻¹, senyawa tersebut merupakan salah satu senyawa penyusun *polyethylene* (PE). Pada penelitian terdahulu menjelaskan Ikatan CH adalah salah satu ciri *polyethylene* (PE) karena penyusun utama pada polimer PE adalah CH₂ (Syakti, 2017).

Berdasarkan hasil interpretasi senyawa penyusun polimer plastik pada sedimen dan dihubungkan dengan hasil jenis partikel mikroplastik terlihat bahwa pada muara kesatu dan ketiga mempunyai jenis fiber lebih banyak daripada film dan fragmen, sehingga hasil analisis FT-IR menunjukkan grafik polimer penyusun *polyethylene terephalate* (PET). Polimer *polyethylene terephalate* (PET) adalah salah satu polimer penyusun polimer *polyester* dimana senyawa O oligopmer mengikat CH₃OH (Kárpáti *et al.*, 2019). Pada muara kedua mempunyai jenis partikel film sebanyak 7 dan fragmen sebanyak 3 sehingga hasil analisis FT-IR menunjukkan senyawa penyusun polimer *polyethylene* (PE).

4.4.3. Hasil Ft-Ir Mikroplastik pada Ikan

a. Ikan Keting (*Mystus nigriceps*)



Gambar 4. 8 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Keting (*Mystus nigriceps*) Muara Bengawan Solo. Muara 1: Mengare; Muara 2: Ujung Pangkah; Muara 3: Sedayu Lawas.

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2021)

Grafik hasil analisis FT-IR (Gambar 4.8) menunjukkan nilai puncak gelombang suatu senyawa penyusun polimer mikroplastik pada ikan keting (*Mystus nigriceps*). Dari hasil panjang gelombang kemudian diinterpretasikan sesuai nilai panjang gelombang dan lekukan pada grafik FT-IR (Tabel 4.13).

Tabel 4.14 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Keting (*Mystus nigriceps*)

No.	Nilai Puncak Panjang Gelombang (cm ⁻¹)	Interpretasi Nilai Puncak Panjang Gelombang	Literatur
1.	3303	OH stretch	3300-3250
	1634	C=C stretch	1680-1640
	1231	C-O alkoxy	1000-1260
	1019	C-O alkoxy	1000-1260
2.	3299	OH stretch	3300-3250
	1634	C=C stretch	1680-1640
	1451	CH ₂ bend	1340-1470

3.	3294	OH <i>stretch</i>	3200-3400
	2926	CH <i>stretch</i>	2935-2915
	1625	C=C <i>double bonds</i>	1600-1680
	1451	C-H ₂ <i>bend</i>	1340-1470
	1366	C-H ₂ <i>bend</i>	1340-1470
	1008	C-O <i>alkoxy</i>	1000-1260

(Coates, 2006)(Stuart, 2005)

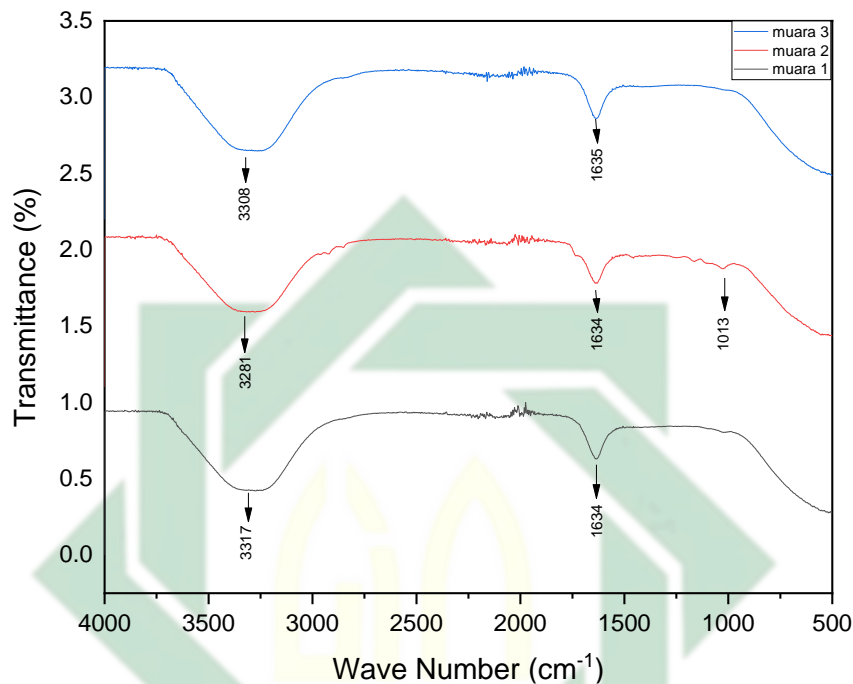
Pada hasil (Tabel 4.13) interpretasi nilai panjang gelombang ikan keting di muara kesatu menunjukkan senyawa OH pada puncak gelombang 3303 cm⁻¹, C=C pada 1634 cm⁻¹, C-O *alkoxy* pada 1231 dan 1019 cm⁻¹. Terdapat senyawa OH *stretch* dan C=C *stretch* menunjukkan komponen penyusun polimer *polyethylene terephalate* (PET).

Pada muara kedua dan ketiga terdapat senyawa C-H *stretch* pada nilai puncak gelombang 2926 cm⁻¹ dan CH *bend* pada puncak gelombang 1451 cm⁻¹ dan 1366 cm⁻¹. OH *stretch* pada gelombang 3294 cm⁻¹, senyawa C=C double bond pada puncak gelombang 1625 cm⁻¹ dan senyawa C-O pada puncak 1000-1260 cm⁻¹. Senyawa C-H *stretch* dan CH₂ *bend* mencari khaskan senyawa penyusun polimer *polyester*. Susunan senyawa polyester memiliki senyawa CH untuk mengikat H₂. Sesuai pada penelitian sebelumnya yaitu penyusun polyester terbentuk pada puncak di 1260-1000 cm⁻¹ yang merupakan interpretasi C-O *stretch* beraksi dengan alkohol primer dan O-H sekunder dan terdapat senyawa CH sebagai karakteristik utama (Rajalakshmi, Marie and Maria Xavier, 2019).

Penyusun polimer *polyester* di sampel ketiga muara karena terdapat mikroplastik berjenis fiber yang mendominasi. Mikroplastik berjenis fiber dipersepsikan sebagai polimer *polyester* dan *polyethylene terephalate* (PET). Pada muara kesatu susunan senyawa polymer CH tidak Nampak karena pada senyawa

C=C *stretch* mempunyai satu alkil sehingga senyawa lain tidak terlihat jelas (Kristianingrum, 2016).

b. Ikan Belanak (*Moolgrada seheli*)



Gambar 4.9 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Belanak (*Moolgrada seheli*) Muara Bengawan Solo. Muara 1: Mengare; Muara 2: Ujung Pangkah; Muara 3: Sedayu Lawas.

Grafik hasil analisis dari FT-IR (Gambar 4.9) menunjukkan nilai puncak gelombang suatu senyawa penyusun polimer mikroplastik pada ikan belanak (*Moolgrada seheli*). Dari hasil panjang gelombang kemudian diinterpretasikan sesuai nilai panjang gelombang dan lekukan pada grafik FT-IR (Tabel 4.14).

Tabel 4.15 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Belanak (*moolgrada seheli*).

No.	Nilai Puncak Gelombang (cm ⁻¹)	Interpretasi Nilai Puncak Panjang Gelombang	Literatur
1.	3317	OH <i>stretch</i>	3200-3400
	1634	C=C <i>stretch</i>	1600-1660
2.	3281	OH <i>stretch</i>	3200-3400
	2920	C-H <i>stretch</i>	2860-3000
	2850	C-H <i>stretch (aldehyd)</i>	2800-2860
	1638	C=C <i>double bond</i>	1600-1680

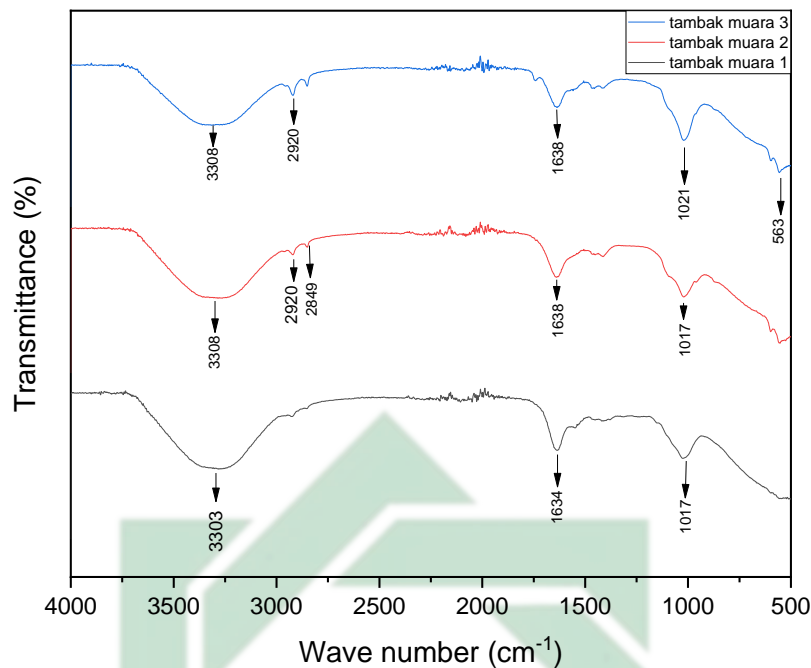
	1457	CH ₂ (<i>bend</i>)	1380-1460
	1251	C-O <i>alkoxy</i>	1000-1260
	1159	C-O <i>alkoxy</i>	1000-1260
	1013	C-O <i>alkoxy</i>	1000-1260
3.	3308	OH <i>stretch</i>	3200-3400
	1635	C=C <i>stretch</i>	1600-1660

(Coates, 2006);(Stuart, 2005).

Pada hasil (Tabel 4.14) interpretasi nilai panjang gelombang ikan belanak di muara kesatu dan ketiga memperoleh kesamaan senyawa penyusun polimer. Terdapat senyawa OH *stretch* dan C=C *stretch* merupakan komponen penyusun polimer *polyethylene terephalate* (PET).

Pada muara kedua terdapat senyawa C-H *stretch* pada nilai puncak gelombang 2935-2915 cm⁻¹, OH *stretch* pada gelombang 3200-3400 cm⁻¹, senyawa C=C double bond pada puncak gelombang 1600-1680 cm⁻¹ dan senyawa C-O pada puncak 1000-1260 cm⁻¹. Senyawa C-H *stretch* mencari khaskan senyawa penyusun polimer *polyester*. Ikatan CH adalah salah satu praduga *Polyester* karena penyusun utama pada polimer dan didukung adanya senyawa OH Susuai pada penelitian sebelumnya yaitu penyusun polyester terbentuk pada puncak di 1260-1000 cm⁻¹ yang menginterpretasi C-O *stretch* beraksi dengan alkhohol primer dan O-H sekunder dan CH sebagai pengikat (Rajalakshmi, Marie and Maria Xavier, 2019).

c. Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)



Gambar 4.10 Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Muara Bengawan Solo. Muara 1: Mengare; Muara 2: Ujung Pangkah; Muara 3: Sedayu Lawas.

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2021).

Hasil analisis FTIR ikan bandeng (Gambar 4.10) menunjukkan panjang gelombang yang berbeda dengan lekukan yang berbeda pada setiap muara sehingga dapat diinterpretasikan senyawa-senyawa berbeda pada penyusun polimer (Tabel 4.15).

Tabel 4.16 Interpretasi Hasil FT-IR Mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

No.	Nilai Puncak Gelombang (cm ⁻¹)	Interpretasi Nilai Puncak Panjang Gelombang	Literatur
1.	3303	OH stretch	3200-2400
	2920	C-H stretch	2860-3000
	2853	C-H stretch (aldehyd)	2800-2860
	1634	C=C double bond	1600-1680
	1546	N compound	1500-1600
	1410	C-H bend	1380-1460
	1017	C-O alkoxy	1000-1260
2.	3308	OH stretch	3200-3400
	2920	C-H stretch	2860-3000
	2649	C-H stretch	
	1636	C=C double bond	1600-1680

	1413	C-H bend	1380-1460
	1017	C-O alkoxy	1000-1260
3.	3303	O-H stretch	3200-2400
	2920	C-H stretch	2860-3000
	2851	C-H stretch (aldehyd)	2800-2860
	1739	C=O aldehyde	1725-1740
	1636	C=C double bond	1600-1680
	1455	C-H bend	1380-1460
	1021	C-O alkoxy	1000-1260

Identifikasi jenis polimer mikroplastik pada ikan bandeng menggunakan FT-IR yang disajikan pada (Hasil 4.15) bahwa terdapat beberapa puncak gelombang yang terinterpretasi sehingga menunjukkan ikatan suatu senyawa. Hasil nilai puncak Panjang gelombang dapat diidentifikasi polimer mikroplastik yaitu *polyester*. Pendugaan jenis polimer *Polyester* ditandai dengan adanya puncak Panjang gelombang pada nilai 2935-2915 cm^{-1} yang menginterpretasikan adanya ikatan C-H stretch. Ikatan CH adalah salah satu praduga *polyester* karena penyusun utama pada polimer *polyester* adalah CH.

Berdasarkan hasil identifikasi jenis polimer mikroplastik pada ikan bandeng menunjukkan adanya mikroplastik berjenis fiber namun pada nilai panjang gelombang menunjukkan adanya senyawa C-H stretch dimana hal ini menunjukkan bahwa pada mikroplastik berjenis fiber memiliki senyawa C-H. hal ini di bahas pada penelitian “*Polycondensation of PET Based Random Oligo- and Polyesters*” di jelaskan bahwa ditemukan beberapa penyusun polyester memiliki senyawa C-H pada puncak gelombang 2960-2880 cm^{-1} dan komponen tersebut berhubungan dengan adanya nilai O-H (hydroxyl) (Kárpáti *et al.*, 2019).

Mikroplastik yang ada di perairan, sedimen dan ikan berasal dari ulah manusia baik sengaja maupun tidak disengaja. Padahal sudah ditegaskan pada surah al-'Araf (7) 56 :

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

Artinya: “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik, berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan.”

Pada ayat diatas menjelaskan bahwa Allah melarang manusia berbuat kerusakan di muka bumi. Larangan berbuat kerusakan ini bersifat untuk semua bidang, seperti pada lingkungan, sumber kehidupan (pertanian, perdagangan, hasil laut), pergaulan, jasmani dan rohani orang lain. Sesungguhnya Allah menciptakan bumi ini dengan segala kelengkapannya (gunung, sungai, laut, bukit dll) semuanya diciptakan untuk memenuhi kebutuhan manusia agar dikelola dan dimanfaatkan dengan baik. Jika manusia melanggarnya maka Allah SWT tidak segan-segan untuk mengambilnya bagaimana telah dijelaskan dalam surah Al-anfal (8) 73:

وَالَّذِينَ كَفَرُوا بَعْضُهُمْ أَوْلِيَاءُ بَعْضٍ إِلَّا تَفْعَلُوهُ تَكُنْ فِتْنَةٌ فِي الْأَرْضِ وَفَسَادٌ كَبِيرٌ

Artinya:” Dan orang-orang yang kafir, sebagian mereka melindungi sebagian yang lain. Jika kamu tidak melaksanakan apa yang telah diperintahkan Allah (saling melindungi), niscaya akan terjadi kekacauan di bumi dan kerusakan yang besar.”

Bagi orang-orang kafir, sebagian dari mereka menjadi pembela sebagian yang lain. Jika kamu (sebagian dari kaum muslim) tidak melakukan apa yang diperintahkan Allah, pasti akan terjadi kekacauan di muka bumi dan kerusakan yang besar. Kerusakan di bumi akan terjadi semakin besar jika kita terus melanggar dan berbuat kerusakan di bumi.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pada air, sedimen dan daging Ikan (*Moolgarda Seheli*, *Mystus Nigriceps* dan *Chanos Chanos*) di muara tiga Bengawan Solo terdapat tiga jenis partikel mikroplastik yang ditemui yaitu fiber, film dan fragmen. Warna partikel mikroplastik cukup bervariasi yaitu, warna merah, putih, biru, hitam, ungu dan coklat.
2. Kelimpahan mikroplastik pada air di ketiga muara bengawan solo tertinggi di muara kesatu 0,61 partikel/gram. Pada sedimen kelimpahan mikroplastik di muara kedua 0,96 partikel/gram. Kelimpahan mikroplastik tertinggi pada ikan keting di muara ketiga sebanyak 2.1 partikel/gram. Pada ikan belanak jumlah kelimpahan mikroplastik di muara kesatu dan kedua sebanyak 1.8 partikel/gram. Kelimpahan mikroplastik pada ikan bandeng tertinggi di muara kesatu sebanyak 1.4 partikel/gram.
3. Pada hasil analisis Ft-Ir ditemukan polimer mikroplastik pada air, sedimen dan daging Ikan (*Moolgarda Seheli*, *Mystus Nigriceps* dan *Chanos Chanos*) di tiga muara bengawan Solo yaitu *polyester* dan *polyethelen therefalate* (PET).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan kajian Histologi mikroplastik pada daging ikan dengan membuat preparate kering.

2. Perlu dilakukan identifikasi menggunakan mikroskop stereo yang dihubungkan dengan perangkat OpticLab dan penentuan ukuran mikroplastik menggunakan perangkat lunak *image raster* sehingga pada gambar hasil identifikasi langsung tertera ukuran mikroplastik yang diperoleh.
3. Perlu adanya standarisasi mikroplastik untuk menentukan efek mikroplastik pada jaringan tubuh manusia.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. *et al.* (2017) 'Pengujian Alat Pengolah Limbah Plastik Jenis Ps (Polystyrene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif', *Jurnal Teknik Mesin Undip*, 5(2), pp. 100–105.
- Ahyar, H. *et al.* (2020) *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*.
- Alves, V. E. N. and Figueiredo, G. M. (2019) 'Microplastic in the sediments of a highly eutrophic tropical estuary', *Marine Pollution Bulletin*, 146(June), pp. 326–335. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.06.042.
- Astina, S. A. . I. T. A. A. . I. A. A. N. (no date) *Bantal Kursi Unik dari Sampah Kiriman*.
- Awosolu, O. (2019) 'Toxicology and Risk Assessment Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal', (August). doi: 10.23937/2572-4061.1510021.
- Ayuningtyas, W. C. (2019) 'Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur', *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), pp. 41–45. doi: 10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5.
- Azizah, P., Ridlo, A. and Suryono, C. A. (2020) 'Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah', *Journal of Marine Research*, 9(3), pp. 326–332. doi: 10.14710/jmr.v9i3.28197.
- Barboza, L. G. A. *et al.* (2019) *Macroplastics Pollution in the Marine Environment*. Second Edi, *World Seas: An Environmental Evaluation*. Second Edi. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-0-12-805052-1.00019-X.
- Barboza, L. G. A. *et al.* (2020) 'Microplastics in wild fish from North East Atlantic Ocean and its potential for causing neurotoxic effects, lipid oxidative damage, and human health risks associated with ingestion exposure', *Science of the Total Environment*, 717, p. 134625. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134625.
- Bergmann, M., Gutow, L. and Klages, M. (2015) 'Marine anthropogenic litter', *Marine Anthropogenic Litter*, pp. 1–447. doi: 10.1007/978-3-319-16510-3.
- Boerger, C. M. *et al.* (2010) 'Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre', *Marine Pollution Bulletin*, 60(12), pp. 2275–2278. doi: 10.1016/j.marpolbul.2010.08.007.
- Browne, M. A. *et al.* (2011) 'Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks', pp. 9175–9179. doi:

10.1021/es201811s.

- Buwono, N. R., Fariedah, F. and Anestyningrum, R. E. (2019) 'Komunitas Ikan Di Sungai Jerowan Kabupaten Madiun', *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(2), p. 81. doi: 10.20473/jafh.v6i2.11284.
- Carpenter, E. J. and Smith, K. L. (1972) 'Plastics on the Sargasso sea surface', *Science*, 175(4027), pp. 1240–1241. doi: 10.1126/science.175.4027.1240.
- Chen, Q. *et al.* (2020) 'Micro-sized Microplastics Lead to Hyperactive Swimming Behaviour in Adult Zebrafish', *Aquatic Toxicology*, (April), p. 105521. doi: 10.1016/j.aquatox.2020.105521.
- Claessens, M. *et al.* (2011) 'Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast', *Marine Pollution Bulletin*, 62(10), pp. 2199–2204. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.06.030.
- Coates, J. (2006) 'Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach', *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, pp. 10815–10837. doi: 10.1002/9780470027318.a5606.
- Cook, C. R. and Halden, R. U. (2020) *Ecological and health issues of plastic waste, Plastic Waste and Recycling*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-817880-5.00020-7.
- Cunningham, E. M. *et al.* (2020) 'High Abundances of Microplastic Pollution in Deep-Sea Sediments: Evidence from Antarctica and the Southern Ocean'. doi: 10.1021/acs.est.0c03441.
- Dalla Fontana, G., Mossotti, R. and Montarsolo, A. (2021) 'Influence of Sewing on Microplastic Release from Textiles During Washing', *Water, Air, and Soil Pollution*, 232(2). doi: 10.1007/s11270-021-04995-7.
- Dawud, M. *et al.* (2016) 'Analisis Sistem Pengendalian Pencemaran Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Berbasis Masyarakat', *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*, 6(November), pp. 1–8. Available at: <https://media.neliti.com/media/publications/173218-ID-analisis-sistem-pengendalian-pencemaran.pdf>.
- Defri Yona, Mela Dita Maharani, M. Reza Cordova, Yuyun Elvania, & I. W. E. D. (2020) 'ANALISIS MIKROPLASTIK DI INSANG DAN SALURAN PENCERNAAN IKAN KARANG DI TIGA PULAU KECIL DAN TERLUAR PAPUA, INDONESIA: KAJIAN AWAL', 12(August), pp. 495–506. Available at: doi: <http://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.25971>.
- Dewi, N. K. and Prabowo, R. (2017) 'Determination of Liver Somatic Index (LSI) and Gonadosomatic Index (GSI) Value of Crap (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Perca fluviatilis*)', 7(6), pp. 220–223.

- ESFA (2016) 'Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood', *EFSA Journal*, 14(6). doi: 10.2903/j.efsa.2016.4501.
- Febriani, I. S., Amin, B. and Fauzi, M. (2020) 'Distribusi mikroplastik di perairan Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau', *Depik*, 9(3), pp. 386–392. doi: 10.13170/depik.9.3.17387.
- Fendall, L. S. and Sewell, M. A. (2009) 'Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers', *Marine Pollution Bulletin*, 58(8), pp. 1225–1228. doi: 10.1016/j.marpolbul.2009.04.025.
- Ferreira, G. V. B., Barletta, M. and Lima, A. R. A. (2019) 'Use of estuarine resources by top predator fishes. How do ecological patterns affect rates of contamination by microplastics?', *Science of the Total Environment*, 655, pp. 292–304. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.229.
- Filson Sidjabat, F. M., Ismail, Y. and Rismauli, E. (2019) 'Pendidikan Lingkungan : Plastic Pollution Awareness', *Academics in Action Journal*, 1(2), pp. 88–100.
- Fotopoulou, K. N. and Karapanagioti, H. K. (2015) 'Surface properties of beached plastics', *Environmental Science and Pollution Research*, 22(14), pp. 11022–11032. doi: 10.1007/s11356-015-4332-y.
- Gabriel, L. *et al.* (2018) 'Microplastics cause neurotoxicity , oxidative damage and energy-related changes and interact with the bioaccumulation of mercury in the European seabass , *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus , 1758)', *Aquatic Toxicology*, 195(December 2017), pp. 49–57. doi: 10.1016/j.aquatox.2017.12.008.
- Gewert, B., Plassmann, M. M. and Macleod, M. (2015) 'Pathways for degradation of plastic polymers floating in the marine environment', *Environmental Sciences: Processes and Impacts*, 17(9), pp. 1513–1521. doi: 10.1039/c5em00207a.
- Gustiani, S., Eriningsih, R. and Tekstil, B. B. (2013) 'Peningkatan Daya Serap Serat Poliester menggunakan Improvement of Polyester Water Absorption Using', pp. 38–46.
- H, B., Windarta, J. and Giovanni, E. H. (2020) 'Konversi Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar', *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 1(1), pp. 1–6. doi: 10.14710/jebt.2020.8132.
- de Haan, W. P., Sanchez-Vidal, A. and Canals, M. (2019) 'Corrigendum to "Floating microplastics and aggregate formation in the Western Mediterranean Sea" [Mar. Pollut. Bull. 140 (2019) 523–535](S0025326X19300748)(10.1016/j.marpolbul.2019.01.053)', *Marine Pollution Bulletin*, 142(March), p. 242. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.03.044.

- Haji, A. T. S., Rahadi, B. and Firdausi, N. T. (2021) 'Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro , Malang Analysis of Abundance Microplastic in Surface Water in Metro River , Malang', *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2), pp. 74–84.
- Heo, N. W. *et al.* (2013) 'Distribution of small plastic debris in cross-section and high strandline on Heungnam beach, South Korea', *Ocean Science Journal*, 48(2), pp. 225–233. doi: 10.1007/s12601-013-0019-9.
- Hiwari, H. *et al.* (2019) 'Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote , Provinsi Nusa Tenggara Timur Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote , East Nusa Tenggara Province', 5, pp. 165–171. doi: 10.13057/psnmbi/m050204.
- Ilmiah, J. *et al.* (2011) 'Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Vol. 3, No. 1, April 2011 Prevalensi dan Derajat Infeksi', 3(1), pp. 27–40.
- Istri, C. *et al.* (2019) 'Kandungan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Lemuru Protolan (*Sardinella Lemuru*) Hasil Tangkapan di Selat Bali', 2(2), pp. 48–52.
- Jambeck, J. R. *et al.* (2015) 'Entradas de residuos plásticos desde la tierra al océano', *Ciencia*, 347(6223), pp. 768–771. Available at: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1260879> <https://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.1260352>.
- Kárpáti, L. *et al.* (2019) 'One-Pot Depolymerization and Polycondensation of PET Based Random Oligo- and Polyesters', *Journal of Polymers and the Environment*, 27(10), pp. 2167–2181. doi: 10.1007/s10924-019-01490-3.
- Katili, D. Y. (2011) 'Deskripsi Ikan Famili Mugilidae Di Lima Muara Sungai Di Sulawesi Utara', *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(1), p. 90. doi: 10.35799/jis.11.1.2011.49.
- Khoironi, A. *et al.* (2020) 'Evaluation of polypropylene plastic degradation and microplastic identification in sediments at Tambak Lorok coastal area, Semarang, Indonesia', *Marine Pollution Bulletin*, 151(October 2019), p. 110868. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110868.
- Kim, I. S. *et al.* (2015) 'Factors Influencing the Spatial Variation of Microplastics on High-Tidal Coastal Beaches in Korea', *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 69(3). doi: 10.1007/s00244-015-0155-6.
- Klein, S., Worch, E. and Knepper, T. P. (2015) 'Occurrence and Spatial Distribution of Microplastics in River Shore Sediments of the Rhine-Main Area in Germany'. doi: 10.1021/acs.est.5b00492.

- Kristianingrum, S. (2016) *Model ikatan kimia Handout Spektroskopi Infra Merah.*, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kubro, A. R., Ibrahim, J. T. and Amir, N. O. (2018) 'STRATEGI PENGEMBANGAN EKOWISATA MANGROVE MUARA BENGAWAN SOLO DI DESA PANGKAH WETAN , salah satunya wilayah hutan mangrove . Sekitar 3 juta hektar hutan mangrove tumbuh alam yang sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai tempat kunjungan wisata . Suatu Eko', 3974(1), pp. 34–44.
- Kurniawan, R. R., Suprijanto, J. and Ridlo, A. (2021) 'Mikroplastik Pada Sedimen di Zona Pemukiman, Zona Perlindungan Bahari dan Zona Pemanfaatan Darat Kepulauan Karimunjawa, Jepara', *Buletin Oseanografi Marina*, 10(2), pp. 189–199. doi: 10.14710/buloma.v10i2.31733.
- Labibah, W. and Triajie, H. (2020) 'KEBERADAAN MIKROPLASTIK PADA IKAN SWANGGI (Priacanthus tayenus), SEDIMEN DAN AIR LAUT DI PERAIRAN PESISIR BRONDONG , KABUPATEN', *Juvenil*, 1(3), pp. 351–358. Available at: <https://journal.trunojoyo.ac.id/juvenil/article/view/8563>.
- Iestari, chinda Setia, W. and Nurdiansyah, S. I. (2020) 'Identifikasi dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat', *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(3), p. 96. doi: 10.26418/lkuntan.v2i3.34828.
- Lolodo, D. and Nugraha, W. An. (2019) 'Microplastics on Sea Urchine from Sumenep Labak Gilis Islands (in Bahasa)', *Jurnal Kelautan*, 12(2), pp. 112–122.
- Lumban Tobing, S. J. B., Hendrawan, I. G. and Faiqoh, E. (2020) 'Karakteristik Mikroplastik Pada Ikan Laut Konsumsi Yang Didaratkan Di Bali', *Journal of Marine Research and Technology*, 3(2), p. 102. doi: 10.24843/jmrt.2020.v03.i02.p07.
- Lusher, A., Hollman, P. and Mandoza-Hill, J. (2017) *Microplastics in fisheries and aquaculture*, *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>.
- Marnani, T. B. P. dan S. (2009) 'POLA PENYERAPAN KUNING TELUR DAN PERKEMBANGAN ORGANOGENESIS PADA STADIA AWAL LARVA IKAN SENGGARINGAN (Mystus nigriceps)', 37(1), pp. 18–26.
- McNeish, R. E. *et al.* (2018) 'Microplastic in riverine fish is connected to species traits', *Scientific Reports*, 8(1), pp. 1–12. doi: 10.1038/s41598-018-29980-9.
- Mendoza, L. M. R. *et al.* (2020) *Microplastics in Freshwater Environments*,

Encyclopedia of the World's Biomes. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.12394-2.

Miftakhul Huda (2016) *Miftakhul Huda*.

Mon, E. E. and Nakata, H. (2020) 'Occurrence of microplastics in cosmetic products collected from Myanmar', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 496(1). doi: 10.1088/1755-1315/496/1/012011.

Morét-Ferguson, S. *et al.* (2010) 'The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean', *Marine Pollution Bulletin*, 60(10), pp. 1873–1878. doi: 10.1016/j.marpolbul.2010.07.020.

Notowinarso, N. and Puspita, L. (2019) 'Keanekaragaman, Bioekologi Ikan di Perairan Pantai Barat Pulau Rempang Kecamatan Galang Kota Batam', *Simbiosis*, 8(2), p. 188. doi: 10.33373/sim-bio.v8i2.2182.

Nugroho, D. H., Restu, I. W. and Ernawati, N. M. (2018) 'A study of microplastics abundance in Benoa Bay, Bali (in Bahasa)', *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), pp. 80–90.

Okfan, A., Muskananfolo, M. R. and Djuwito (2015) 'Ecological studies and biological aspects of mullet (mugil sp.) from banger estuary water, pekalongan', *Diponegoro Journal of Maquares*, 4(3), pp. 156–163.

Ourmieres, Y. *et al.* (2018) 'The boundary current role on the transport and stranding of floating marine litter: The French Riviera case', *Continental Shelf Research*, 155(June 2017), pp. 11–20. doi: 10.1016/j.csr.2018.01.010.

Pemerintah Pusat (2019) 'Undang-undang (UU) Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air', *Jdih Bpk Ri Database Peraturan*, (011594), p. 50. Available at: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/122742/uu-no-17-tahun-2019>.

Pramono et al (2017) 'Identifikasi Ikan Genus *Mystus* Dengan', *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(2), pp. 123–132.

Pratiwi, M. J., Muslim and Suseno, H. (2015) 'Study of Sediment Distribution Based on Sediment Texture in Sayung Waters, Demak', *Jurnal Oseanografi*, 4(3), pp. 608–613.

Rajalakshmi, P., Marie, J. M. and Maria Xavier, A. J. (2019) 'Castor oil-derived monomer ricinoleic acid based biodegradable unsaturated polyesters', *Polymer Degradation and Stability*, 170, p. 109016. doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2019.109016.

Rohmawati, S. M., Sutarno, S. and Mujiyo, M. (2018) 'Kualitas Air Irigasi Pada Kawasan Industri Di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten

Karanganyar', *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 31(2), p. 108. doi: 10.20961/carakatani.v31i2.11958.

- Sadri, S. S. and Thompson, R. C. (2014) 'On the quantity and composition of floating plastic debris entering and leaving the Tamar Estuary, Southwest England', *Marine Pollution Bulletin*, 81(1), pp. 55–60. doi: 10.1016/j.marpolbul.2014.02.020.
- Sari Dewi, I., Aditya Budiarsa, A. and Ramadhan Ritonga, I. (2015) 'Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara', *Depik*, 4(3), pp. 121–131. doi: 10.13170/depik.4.3.2888.
- Song, K. (2017) *Interphase characterization in rubber nanocomposites*, *Progress in Rubber Nanocomposites*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-0-08-100409-8.00004-8.
- Stark, M. (2019) *Letter to the Editor Regarding 'are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris'*, *Environmental Science and Technology*. doi: 10.1021/acs.est.9b01360.
- Stuart, B. H. (2005) *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*, *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. doi: 10.1002/0470011149.
- Sulaksana, N., Sukiyah, E., Sjafrudin, A. and Haryanto, E. T. (2014) 'Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik ISSN 1411 - 0903', 16(2), pp. 95–102.
- Syakti, A. D. (2017) 'Microplastics Monitoring in Marine Environment', *Omni-Akuatika*, 13(2), pp. 1–6. doi: 10.20884/1.oa.2017.13.2.430.
- T. Listyani R.A. (2021) 'GENESIS AIR TANAH ASIN/PAYAU DI DAERAH PARANGTRITIS DAN SEKITARNYA, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA', *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., pp. 2013–2015.
- Teuten, E. L. *et al.* (2016) 'Potential for Plastics to Transport Hydrophobic Contaminants Potential for Plastics to Transport Hydrophobic Contaminants', *ACS Publications*, 41(DECEMBER 2007), pp. 7759–7764. Available at: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es071737s>.
- Titus, D., James Jebaseelan Samuel, E. and Roopan, S. M. (2019) *Nanoparticle characterization techniques*, *Green Synthesis, Characterization and Applications of Nanoparticles*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/b978-0-08-102579-6.00012-5.
- Tsangaris, C. *et al.* (2017) 'Bioindicators for monitoring marine litter ingestion and its impacts on Mediterranean biodiversity *'. doi:

10.1016/j.envpol.2017.11.019.

- Vignardi, C. P. *et al.* (2015) 'Genotoxicity, potential cytotoxicity and cell uptake of titanium dioxide nanoparticles in the marine fish *Trachinotus carolinus* (Linnaeus, 1766)', *Aquatic Toxicology*, 158, pp. 218–229. doi: 10.1016/j.aquatox.2014.11.008.
- Wagner, M., Lambert, S. and Contaminants, E. E. (2018) *Freshwater Microplastics*. doi: DOI 10.1007/978-3-319-61615-5.
- Warman, I. (2015) 'Uji Kualitas Air Muara Sungai Lais Untuk Perikanan Di Bengkulu Utara', 13(2).
- Water, P. *et al.* (2017) 'REPRODUKSI IKAN BELANAK (*Mugil dussumieri*) DI PERAIRAN UJUNG PANGKAH , JAWATIMUR [Reproduction of Mullet (*Mlugil dussumieri*) in Ujung', (January 2001).
- Wedayani, N. M. (2018) 'Studi Pengelolaan Sampah Plastik Di Pantai Kuta Sebagai Bahan Bakar Minyak', *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), p. 122. doi: 10.14710/presipitasi.v15i2.122-126.
- Whitacre, D. M. (2014) *Preface, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. doi: 10.1007/978-3-319-01327-5.
- Widianarko, B. and Hantoro, I. (2018) *Mikroplastik Mikroplastik dalam Seafood Seafood dari Pantai Utara Jawa, Unika Soegijapranata. Semarang*. Available at: [cholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%252C5&q=Funcionalidad+Familiar+en+Alumnos+de+1º+y+2º+grado+de+secundaria+de+la+ins+titución+educativa+parroquial+“Pequeña+Belén”+en+la+comunidad+de+Peralvillo%252C+ubicada+en+el+distrito+de+Chancay+-+periodo+2018&btn](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%252C5&q=Funcionalidad+Familiar+en+Alumnos+de+1º+y+2º+grado+de+secundaria+de+la+ins+titución+educativa+parroquial+“Pequeña+Belén”+en+la+comunidad+de+Peralvillo%252C+ubicada+en+el+distrito+de+Chancay+-+periodo+2018&btn).
- Wijaya, Y. F. and Muchtar, H. (2019) 'Kesadaran Masyarakat Terhadap Kebersihan Lingkungan Sungai', *Journal of Civic Education*, 2(5), pp. 405–411. doi: 10.24036/jce.v2i5.297.
- Willis, K. A. *et al.* (2017) 'Microplastic distribution at different sediment depths in an urban estuary', *Frontiers in Marine Science*, 4(DEC), pp. 1–8. doi: 10.3389/fmars.2017.00419.
- Woodall, L. C. *et al.* (2015) 'Using a forensic science approach to minimize environmental contamination and to identify microfibrils in marine sediments', *Marine Pollution Bulletin*, 95(1), pp. 40–46. doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.04.044.
- Wu, C., Zhang, K. and Xiong, X. (2018) *Microplastic pollution in inland waters focusing on Asia, Handbook of Environmental Chemistry*. doi:

10.1007/978-3-319-61615-5_5.

Yu, P. *et al.* (2018) 'Accumulation of polystyrene microplastics in juvenile *Eriocheir sinensis* and oxidative stress effects in the liver', *Aquatic Toxicology*, 200(April), pp. 28–36. doi: 10.1016/j.aquatox.2018.04.015.

Zbyszewski, M., Corcoran, P. L. and Hockin, A. (2014) 'Comparison of the distribution and degradation of plastic debris along shorelines of the Great Lakes, North America', *Journal of Great Lakes Research*, 40(2), pp. 288–299. doi: 10.1016/j.jglr.2014.02.012.

Zhao, J. *et al.* (2018) 'Microplastic pollution in sediments from the Bohai Sea and the Yellow Sea, China', *Science of the Total Environment*, 640–641, pp. 637–645. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.346.

قانون در طب (1386). سینا, ا



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A