

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
SALURAN PENCERNAAN IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus
argentimaculatus*) DARI PANTAI SENDANG BIRU KABUPATEN
MALANG JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Oleh:
ILVI NURDHIANA
NIM. 18620053**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
SALURAN PENCERNAAN IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus
argentimaculatus*) DARI PANTAI SENDANG BIRU KABUPATEN
MALANG JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Oleh:
ILVI NURDHIANA
NIM. 18620053**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
SALURAN PENCERNAAN IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus
argentimaculatus*) DARI PANTAI SENDANG BIRU KABUPATEN
MALANG JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:
Ilvi Nurdhiana
NIM. 18620053

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal:

Pembimbing I


Bayu Agung Prahardika, M.Si.
NIP. 19900807 201903 1 011

Pembimbing II


Oky Bagas Prasetyo, M.PdI.
NIDT. 19890113 20180201 1 244

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



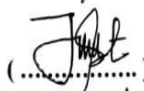
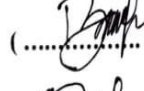
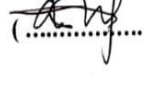
Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
SALURAN PENCERNAAN IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus
argentimaculatus*) DARI PANTAI SENDANG BIRU KABUPATEN
MALANG JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:
ILVI NURDHIANA
NIM. 18620053

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 24 Juni 2022

Ketua Penguji	: Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. NIP. 19740325 200312 1 001	()
Anggota Penguji 1	: Mujahidin Ahmad, M.Sc. NIP. 19860512 201903 1 002	()
Anggota Penguji 2	: Bayu Agung Prahardika, M.Si. NIP. 19900807 201903 1 011	()
Anggota Penguji 3	: Oky Bagus Prasetyo, M.PdI. NIDT. 19890113 20180201 1 244	()

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim.....

Berawal dari tekad dan kalimat dari ibu dan ayah:

“ibu dan ayah berasal dari keluarga biasa, gak punya banyak harta begitupun gelar sarjana. Tapi bagaimanapun caranya anak ayah ibu satu-satunya harus masuk perguruan tinggi biar punya ilmu yang bermanfaat untuk kehidupan yang jauh lebih baik dari ayah ibu”

Puji syukur saya ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*) Dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur”**. Saya mengucapkan terima kasih kepada pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung atas selesainya skripsi ini:

1. Terkhusus saya ucapkan terima kasih kepada Ayah Soleh tercinta, sebagai tulang punggung keluarga yang bekerja 24 jam tidak kenal waktu dan gigih memperjuangkan kehidupan anaknya di kota perantauan. Semoga engkau selalu dalam lindungan Allah SWT, tunggu putri tunggalmu yang cengeng ini akan membahagiakanmu insyaAllah. *Thanks for Everything, Ayah!*
2. Ibu Niswati yang telah merawat, mendidik serta mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bayu Agung Prahardika, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi dengan sabarnya membimbing penulis, meluangkan waktu, serta ilmu untuk memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Oky Bagus Prasetyo, M.PdI selaku dosen pembimbing agama yang telah memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan islam di skripsi ini.
5. Teman penelitian mikroplastik yaitu Mahda Nurdiana serta teman kos saya Atiek Intan Anggraini, Muhimmatul Karimah, Nadhif, Wida, Heny, dan Mesty terima kasih telah meluangkan waktunya untuk membantu secara psikis hingga selesai skripsi ini.
6. Nelayan Pantai Sendang Biru yaitu Bapak Hari beserta istrinya yang membantu dalam pengambilan sampel.
7. Almamater ku Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan teman-teman BOOSTER 2018 yang telah berjuang bersama selama 4 tahun ini.
8. Hendrik Irawan yang telah menjadi tempat daruratk. Tempat berkeluh kesah, tempat pulang saat hati dan pikiran kacau, tempat untuk menangis, pelatih mentalku, alarmku, dan donatur makanan.
9. Untuk semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung mungkin belum bisa penulis tulis satu persatu.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilvi Nurdhiana
NIM : 18620053
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan
Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan
Ikan Kakap Merah (*Lutjanus
argentimaculatus*) Dari Pantai Sendang
Biru Kabupaten Malang Jawa Timur

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

Malang, 5 Juni 2022
Yang membuat pernyataan,


Ilvi Nurdhiana
NIM. 18620053



PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

MOTTO

“Pernah ada sesuatu yang rasanya berat sekali, ternyata bisa dilewati juga”

“Pernah ada sesuatu yang rasanya sangat hancur dan tidak akan ada jalan lagi, ternyata semuanya masih baik-baik saja”

“Kita cuma perlu bertahan dan terus melaluinya”

“Bisa jadi yang buruk hanya dipikiran saja”

**IDENTIFIKASI TIPE DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA
SALURAN PENCERNAAN IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus
argentimaculatus*) DARI PANTAI SENDANG BIRU KABUPATEN
MALANG JAWA TIMUR**

Ilvi Nurdhiana, Bayu Agung Prahardika, Oky Bagus Prasetyo

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

ABSTRAK

Masalah sampah plastik tahun demi tahun telah menjadi masalah pelik di dunia maupun di kota-kota besar Indonesia. Polusi sampah plastik salah satu masalah lingkungan yang paling banyak di daratan maupun perairan. Sampah plastik seiring waktu akan terdegradasi di lingkungan dalam ukuran lebih kecil yang disebut dengan mikroplastik. Mikroplastik merupakan partikel plastik dengan diameter <5mm. Pantai Sendang Biru adalah salah satu pantai dengan kegiatan ekonomi paling tinggi di Malang. Hal tersebut menyebabkan adanya dugaan keberadaan mikroplastik pada air dan biota khususnya ikan kakap merah (*L. argentimaculatus*) yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat sekitar. Penelitian ini dilakukan di Pantai Sendang Biru, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pengambilan sampel dilakukan pada Bulan Januari-Februari 2022. Penelitian ini menggunakan metode *Purposive Sampling* dengan penentuan 4 titik stasiun lokasi pengambilan sampel. Stasiun 1 sandaran kapal pos TNI Angkatan Laut, stasiun 2 yakni wisata Pantai Sendang Biru, stasiun 3 yakni Tempat Penjualan Ikan (TPI) Pondok Dadap, dan stasiun 4 Tempat Penjualan Ikan (TPI) Kondang Buntung. Pada setiap stasiun diambil 5 ekor sampel ikan kakap merah (*L. argentimaculatus*) dengan 3 kali pengulangan. Metode yang dilakukan di penelitian ini yaitu, pembedahan ikan, preparasi, inkubasi, identifikasi, dan analisis sampel ikan. Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah identifikasi tipe dan kelimpahan mikroplastik yang dilanjutkan uji FTIR untuk mengetahui jenis polimer yang terkandung didalam partikel mikroplastik. Tipe mikroplastik yang ditemukan yaitu fiber, fragmen, dan film. Kelimpahan total mikroplastik paling tinggi ditemukan pada saluran pencernaan ikan kakap merah yang diambil di stasiun 2 (kawasan wisata Pantai Sendang Biru) yaitu 6,7 partikel/ekor, sedangkan paling rendah terdapat pada stasiun 3 (TPI Kondang Buntung) yaitu 4,2 partikel/ekor. Jenis polimer mikroplastik yang ditemukan yaitu *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *High Density Polyethylen* (HDPE), *Polyethylene* (PE), *Poly(methyl methacrylate)*, *Polycarbonate* (PC), *Polyvinylchloride* (PVC), *Polyethylene Terophthalate* (PET), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE).

Kata Kunci: Ikan Kakap Merah, Mikroplastik, Pantai Sendang Biru

**IDENTIFICATION OF TYPES AND ABUNDANCE OF MICROPLASTIC
IN THE DIGESTIVE TRACT OF RED SNAPPER (*Lutjanus
argentimaculatus*) FROM SENDANG BIRU BEACH MLANG REGENCY
EAST JAVA**

Ilvi Nurdhiana, Bayu Agung Prahardika, Oky Bagus Prasetyo

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

ABSTRACT

The problem of plastic waste year after year has become a thorny problem in the world and big cities in Indonesia. Plastic waste pollution is one of the most common environmental problems on land and water. Plastic waste over time will be degraded in the environment in smaller sizes called microplastics. Microplastics are plastic particles with a diameter of <5mm. Sendang Biru Beach is one of the beaches with the highest economic activity in Malang. This has led to suspicions of the presence of microplastics in water and biota, especially red snapper (*Lutjanus argentimaculatus*), which is widely consumed by the surrounding community. This research was conducted at Sendang Biru Beach, Malang Regency, East Java. Sampling was carried out in January-February 2022. This study used the Purposive Sampling method by determining 4 points of sampling locations. Station 1 backrest of the Navy post, station 2 is Sendang Biru Beach, station 3 is Pondok Dadap Fish Sales Place (TPI), and station 4 is Kondang Buntung Fish Sales Point (TPI). In every station, 5 samples of red snapper (*Lutjanus argentimaculatus*) were taken with 3 repetitions. The methods used in this study were fish dissection, preparation, incubation, identification, and analysis of fish samples. The analysis used in this study was to identify the type and abundance of microplastics followed by the FTIR test to determine the type of polymer contained in the microplastic particles. The types of microplastics found were fiber, fragments, and films. The highest total abundance of microplastics was found in the digestive tract of red snapper taken at station 2 (Sendang Biru Beach tourist area) which was 6.7 particles/head, while the lowest was found at station 3 (TPI Kondang Buntung) which was 4.2 particles/head. tail. The types of microplastic polymers found were *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *High-Density Polyethylene* (HDPE), *Polyethylene* (PE), *Poly (methyl methacrylate)*, *Polycarbonate* (PC), *Polyvinylchloride* (PVC), *Polyethylene Terephthalate* (PET), and *Low-Density Polyethylene* (LDPE).

Keywords: *Red snapper*, Microplastic, Sendang Biru Beach

مستخلص البحث

تحديد نوع ووفرة المواد البلاستيكية الدقيقة في الجهاز الهضمي للنهاش الأحمر (*Lutjanus argentimaculatus*) من شاطئ سندانج أزراق في مقاطعة مالانج، جاوى الشرقية
الفي نور ديانا، بايو أجونج فرحارديكا، أوكي باجاس فراسيتيو

قسم علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، بالجامعة الإسلامية الحكومية
مولانا مالك إبراهيم مالانج

الكلمات الرئيسية: الأحمر النهاش (*Lutjanus argentimaculatus*), البلاستيك الدقيق، شاطئ سندانج أزراق.

أصبحت مشكلة الزبالات البلاستيكية عاما بعد عام مشكلة شائعة في العالم كان او في المدن الكبرى في هذا أصبحت مشكلة النفايات البلاستيكية من سنة إلى أخرى مشكلة معقدة في العالم وفي المدن الكبرى في إندونيسيا. يعد تلوث النفايات البلاستيكية أحد أكثر المشاكل البيئية شيوعاً على الأرض والمياه. ستتحلل النفايات البلاستيكية بمرور الوقت في البيئة بأحجام أصغر تسمى اللدائن الدقيقة. البلاستيك الدقيق عبارة عن جزيئات بلاستيكية يبلغ قطرها أقل من 5 مم. يعد شاطئ سندانج أزراق أحد الشواطئ ذات النشاط الاقتصادي الأعلى في مالانج. وقد أدى ذلك إلى الشكوك حول وجود جزيئات بلاستيكية دقيقة في الماء والكائنات الحية، وخاصة سمك النهاش الأحمر. الذي يستهلكه المجتمع المحيط على نطاق واسع. تم إجراء هذا البحث في شاطئ سندانج أزراق، بمقاطعة مالانج، جاوى الشرقية. تم إجراء أخذ العينات في الفترة من يناير إلى فبراير 2022. تستخدم هذه الدراسة طريقة أخذ العينات الهادفة مع تحديد مواقع أخذ العينات من 4 نقاط. المحطة 1 هي الجزء الخلفي من قارب صيد من مركز البحرية الإندونيسية، المحطة 2 هي جولة شاطئ سندانج أزراق، والمحطة 3 هي مكان بيع الأسماك معهد داداف، والمحطة 4 هي مكان بيع الأسماك جوندانج بونتونج. في كل محطة، تم أخذ خمس عينات من النهاش الأحمر مع ثلاث تكرارات. الأساليب المستخدمة في هذه الدراسة هي تشريح الأسماك، وإعدادها، واحتضانها، وتحديد وتحليل عينات الأسماك. كان التحليل المستخدم في هذه الدراسة هو تحديد نوع ووفرة المواد البلاستيكية الدقيقة متبوعاً باختبار FTIR لتحديد نوع البوليمر الموجود في جزيئات البلاستيك الدقيق. النوع السائد هو نوع الألياف الموجود في المحطة 2 (منطقة السياحة في شاطئ سندانج أزراق) بإجمالي 236 جسيماً. تم العثور على أعلى نوع من الشظايا في المحطة 2 بإجمالي ستة وعشرين جسيماً، وتم العثور على أعلى نوع من الرقائق في المحطة 3 (سوق معهد داداف للأسماك بإجمالي 15 جسيماً). تم العثور على أعلى وفرة إجمالية من اللدائن الدقيقة في الجهاز الهضمي للنهاش الأحمر المأخوذ في المحطة 2 (منطقة شاطئ سندانج أزراق السياحية) والتي كانت 6.7 جزيئات / رأس، بينما أدنى مستوى في المحطة 3 (المكان الذي تُباع فيه أسماك كوندانج بونتونج) وهو 4.2 جزيء / رأس. كانت أنواع البوليمرات البلاستيكية الدقيقة الموجودة هي النايلون والبولي بروبيلين (PP) والبولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE)، بوليسترين (PS)، بولي (ميثيل ميثاكريلات)، بولي كربونات (PC)، بولي فينيل كلوريد (PVC)، بولي إيثيلين تيروفثاللات (PETE)، بولي إيثيلين منخفض الكثافة (LDPE). النايلون هو النوع السائد من البوليمرات البلاستيكية الدقيقة الموجودة في الجهاز الهضمي للنهاش الأحمر (*Lutjanus argentimaculatus*).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur”. Sholawat serta salam yang selalu tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah menegakkan diinul Islam dari zaman jahiliyah menuju zaman ilmiyah.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu terselesainya proposal skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Zainuddin, M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bayu Agung Prahardika, M.Si. dan Oky Bagus Prasetyo, M.PdI selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan hati untuk memberikan pengarahan, motivasi, nasehat, kritik, dan saran dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Dr. Nur Kusmiyati, M.Si. selaku Dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
7. Kedua orang tua penulis, yang senantiasa memberikan dukungan, baik doa, semangat, maupun finansial.
8. Teman-teman seperjuangan Biologi angkatan 2018 maupun teman-teman kelas Biologi A yang senantiasa memberikan dukungan serta motivasi.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Mereka yang telah membantu dalam doa, dukungan, sumbangan pemikiran, semangat, dan lain sebagainya.

Semoga nasehat dan amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT. Skripsi ini sudah ditulis dengan cermat dan sebaik-baiknya, apabila dalam penulisan skripsi ini terdapat kesalahan dan kekurangan penulis mohon maaf sebesar-besarnya. Kritik dan saran yang mendukung dalam perbaikan penulisan skripsi ini sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca, Amin ya rabbal Alamin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Malang, 24 Juni 2022
Ilvi Nurdhiana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
مستخلص البحث	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Manfaat Penelitian	9
1.5 Batasan Masalah	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Plastik	11
2.2 Mikroplastik	16
2.2.1 Definisi Mikroplastik	16
2.2.2 Tipe dan Sumber Mikroplastik	17
2.2.3 Proses Masuk dan Dampak Mikroplastik pada Organisme	21
2.3 Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>)	23
2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>) ..	23
2.3.2 Habitat Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>)	25
2.4 Gambaran Umum Pantai Sendang Biru	26
2.5 Uji FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	28

BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Rancangan Penelitian.....	29
3.2 Waktu dan Tempat.....	29
3.3 Alat dan Bahan	29
3.3.1 Alat.....	29
3.3.2 Bahan	30
3.4 Prosedur Penelitian	30
3.4.1 Studi Pendahuluan dan Penentuan Lokasi Sampling	30
3.4.2 Pengambilan Sampel Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>)	32
3.4.3 Pengujian Sampel Mikroplastik Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>)	33
3.5 Analisis Data.....	34
3.5.1 Identifikasi dan Kelimpahan Mikroplastik.....	34
3.5.2 Uji FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Analisis Tipe Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>).....	37
4.1.1 Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>)	37
4.1.2 Tipe Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>)	40
4.2 Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argenti-maculatus</i>)	46
4.3 Analisis Jenis Polimer Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (<i>Lutjanus argentimaculatus</i>)	54
BAB V PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel

3.1 Koordinat stasiun penelitian.....	32
3.2 Penyajian data hasil uji FTIR.....	36
4.1 Hasil uji FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2.1 Plastik jenis PET	15
2.2 Plastik jenis HDPE.....	16
2.3 Plastik jenis PVC	16
2.4 Plastik jenis LDPE	17
2.5 Plastik jenis PP.....	17
2.6 Plastik jenis PS.....	18
2.7 Plastik jenis OTHER.....	18
2.8 Mikroplastik tipe <i>fiber</i>	21
2.9 Mikroplastik tipe fragmen.....	21
2.10 Mikroplastik tipe film	22
2.11 Mikroplastik tipe <i>foam</i>	22
2.12 Mikroplastik tipe granula	23
2.13 Proses masuk dan respon mikroplastik dalam ikan.....	23
2.14 Morfologi Ikan Kakap Merah (<i>L. argentimaculatus</i>)	26
2.15 Geografi Pantai Sendang Biru.....	29
2.16 Skema Alat Spektroskopi FTIR	30
3.1 Lokasi pengambilan sampel.....	32
3.2 Titik Pengambilan Sampel	33
4.1 Morfologi Ikan Kakap Merah (<i>L. argentimaculatus</i>).....	40
4.4 Mikroplastik Tipe Fiber	43
4.5 Mikroplastik Tipe Fragmen	44
4.6 Mikroplastik Tipe Film	46
4.7 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Tipe.....	47
4.7 Grafik Kelimpahan Mikroplastik	47
4.8 Spektrum Uji FTIR	52

DAFTAR RUMUS

3.1 Kelimpahan Mikroplastik	45
-----------------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Kondisi tiap stasiun pengambilan sampel	69
2. Pengambilan sampel ikan kakap merah (<i>L. argentimaculatus</i>)	71
3. Pengolahan sampel di laboratorium	72
4. Titik koordinat pada tiap pengambilan sampel ikan kakap merah (<i>L. argentimaculatus</i>)	74
5. Tipe mikroplastik pada sampel ikan kakap merah (<i>L. argentimaculatus</i>)	74
6. Kelimpahan total mikroplastik pada sampel ikan kakap merah (<i>L. argentimaculat</i>)	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Plastik sintetis pertama diproduksi tahun 1907, menandai asal mula industri plastik global (Ritchie, 2018). Secara global, polusi plastik terus meningkat di daratan maupun perairan. Produksi dan budaya plastik sekali pakai meningkat di negara maju dan negara berkembang (Gilbert, 2016). Menurut Garside (2021) perkembangan plastik skala komersial global dimulai pada 1950-an, dan mencapai puncaknya yaitu 367 juta ton plastik per tahun di tahun 2020. Sekitar 8 juta ton sampah plastik per tahun diperkirakan berakhir di lautan yang berbeda, 80% plastik lautan berasal dari sampah daratan dan 20% sisa plastik berasal dari lautan terutama dari sumber penangkapan ikan seperti jaring yang hilang, tali pancing, pelampung, dan asesoris kapal yang terbengkalai (Li *et al.*, 2018).

Menurut Purwaningrum (2016) pengelola Tempat Pembuangan Sampah (TPS) berupaya untuk mengolah sampah secara efisien serta hemat sehingga hasil olahan sampah dapat didaur ulang. Namun, pemakaian plastik terutama plastik sekali pakai tetap mengalami peningkatan. Pemakaian plastik seiring waktu menimbulkan masalah global berupa tumpukan sampah akibat produksi dan penggunaannya yang tidak terkendali. Indonesia sendiri memiliki produksi sampah plastik sejumlah ± 4 ton mulai Tahun 2016 dan sekitar 83% dari sampah plastik tersebut terbuang di lingkungan (Jambeck *et al.*, 2015).

Dari data produksi sampah plastik, diketahui masih banyak pelaku konsumen yang secara masif dan serakah menggunakan plastik. Kecerakahan dan penggunaan produk plastik dalam skala besar mengakibatkan dampak buruk bagi lingkungan. Hal ini dijelaskan pada (QS: Ar-Rum [30]: 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 disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (QS: Ar-Rum [30]: 41).

Makna potongan dari QS: Ar-Rum [30]: 41, yaitu Islam telah mengatakan penyebab terjadinya kerusakan terhadap lingkungan merupakan perbuatan manusia yang korup, sikap eksploitatif, dan deskriptif. Menurut Shihab (2005) dalam tafsirnya Kitab Al-Misbah, menjelaskan bahwa kegiatan manusia yang berakibat merusak bumi dengan melampaui batas, telah dilarang Allah SWT. Bumi telah diciptakan untuk memenuhi kebutuhan makhlukNya dan memerintahkan untuk memperbaiki alam. Kerusakan di bumi salah satunya diakibatkan oleh pencemaran plastik di lingkungan, sehingga mempengaruhi organisme yang ada di dalamnya. Perilaku manusia yang menyebabkan kerusakan tersebut, misalnya membaung sampah sembarangan, membakar sampah plastik, dan membuang sampah plastik pada aliran air. Lahtela *et al.* (2019) komposisi plastik sangat bervariasi, tergantung jenis polimer dan proses pembuatannya. Ukuran dan densitas plastik menentukan posisinya di air dan potensi efek lingkungannya termasuk efek setelah dikonsumsi oleh ikan.

Plastik menyumbang 92% dari semua pertemuan antara organisme dan sampah laut, Plastik tersebut terdiri dari 2 jenis, yaitu makroplastik dan mikroplastik, yang mana mikroplastik memiliki proporsi yang lebih besar sebagai polutan. Makroplastik memberikan dampak pada biota laut seperti terjadinya belitan, dapat dikonsumsi, hingga menyebabkan kematian (Gallagher *et al.*, 2016).

Namun, proporsi polusi plastik banyak bersifat mikroskopis (Arthur *et al.*, 2009). Mikroplastik adalah plastik yang terfragmentasi dan terdesintegrasi menjadi partikel yang lebih kecil melalui proses fotodegradasi yang disebabkan oleh sinar ultraviolet matahari, gaya mekanik, dan cuaca (Andrady, 2011; Cole *et al.*, 2011). Menurut Chatterjee & Sharma (2019) plastik membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk dapat terdegradasi dalam ukuran yang lebih kecil. Jenis sampah plastik yang terakumulasi di lingkungan meliputi mikroplastik (< 5 mm), mesoplastik ($< 2,5$ cm), plastik makro (< 1 m), dan megaplastik (> 1 m) (GESAMP, 2016).

Mikroplastik sudah terakumulasi pada beberapa ekosistem darat dan perairan yaitu tawar serta laut, dapat mengancam kehidupan organisme di dalamnya akibat konsumsi mikroplastik secara sengaja maupun tidak sengaja pada jumlah yang besar (Jambeck *et al.*, 2015). Sejumlah jalur transportasi yang dilalui sampah memasuki ekosistem laut, yaitu perairan tawar dan sistem drainase atau saluran pembuangan. Sampah yang terbawa sampai lingkungan laut dapat bertahan lama sehingga tahan terhadap degradasi (Barnes *et al.*, 2009). Sungai telah diprediksi sebagai jalur transportasi utama serpihan plastik ke laut (Schmidt *et al.*, 2017).

Sungai yang ada di Kabupaten Malang dialih fungsikan masyarakat sebagai tempat pembuangan limbah industri maupun limbah rumah tangga. Hal ini mengakibatkan penurunan kualitas air dan masuk dalam kategori pencemaran ringan dengan faktor-faktor pendukung kualitas air melebihi batas baku mutu (Siregar, 2020). Menurut Vironita dkk. (2012) salah satu sungai yang menuju muara Pantai Sendang Biru yaitu Sungai Bang. Sungai Bang yakni sungai yang berfungsi sebagai alur penghubung antara daratan dan lautan. Terjadi

pendangkalan pada muara sungai menghambat jalur lintas kapal nelayan waktu air surut. Namun, jika air sungai meluap akan terjadi banjir di daerah Desa Tambakrejo.

Pantai Sendang Biru berlokasi di Kabupaten Malang, tepatnya di Desa Tambakrejo Kecamatan Sumbermanjing Wetan, memiliki potensi sumber daya perairan yang perlu dikembangkan seperti hutan mangrove, danau, ekosistem pantai, hasil laut, dan terumbu karang belum diketahui banyak orang, serta terdapat aktivitas sosial ekonomi seperti kawasan pariwisata, pelabuhan, dan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) (Handartoputra, 2015). Menurut Wibawa dkk. (2017) kegiatan antropogenik di Pantai Sendang Biru berpotensi memberikan tekanan besar terhadap ekosistem perairan yaitu kegiatan pariwisata, kegiatan masyarakat lokal serta perikanan tangkap. Kegiatan tersebut menghasilkan limbah domestik maupun limbah rumah tangga. Limbah dapat berupa sampah organik dan anorganik, dimana jenis sampah anorganik banyak terakumulasi di perairan seperti bungkus detergen, jala ikan, tali pancing, dan bungkus detergen.

Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan dampak lingkungan yang kompleks seperti halnya mikroplastik. Hasil penelitian sebelumnya oleh Savira (2020) menjelaskan bahwa ditemukan mikroplastik pada sampel sedimen Pantai Sendang Biru dikarenakan kondisi pantai yang cukup padat oleh aktivitas nelayan dan banyak kapal bersandar. Hal ini diperkuat oleh Sigit (2019) menunjukkan bahwa di Perairan Pantai Sendang Bitu terkontaminasi mikroplastik dengan nilai kelimpahan mikroplastik sebesar 5755,56 partikel m^{-3} . Perairan Pantai Sendang Biru merupakan perairan yang menghubungkan Desa Sendang Biru dengan Pulau

Sempu dan dipengaruhi oleh arus musiman yang mampu membawa partikel-partikel mikroplastik dari berbagai tempat.

Menurut Chang *et al.* (2020) konsentrasi partikel mikroplastik meningkat secara signifikan di bagian atas air laut pada empat dekade terakhir serta menciptakan pola kekacauan pada lingkungan laut. Mikroplastik yang terakumulasi dalam perairan sungai maupun laut akan berdampak buruk pada biota perairan seperti plankton, *benthos*, hingga ikan yang akan dimakan oleh manusia. Jika suatu organisme mengakumulasi polutan berbahaya seperti mikroplastik yang mengandung *Bisphenol A*, maka akan berpengaruh pada fisiologis dan hormon reproduksi (Godswill, 2019).

Mikroplastik yang terkandung pada biota akan mengalami transfer dari satu tingkat biologis ke tingkat berikutnya pada jaring-jaring makanan (Mallik *et al.*, 2021). Menurut Batel *et al.* (2016) partikel mikroplastik mengandung banyak aditif. Jika partikel mikroplastik tertelan oleh ikan, maka akan tertelan bersama dengan racun. Bahan aditif ini yang menyebabkan kerusakan pribadi di ikan saat tertelan dan dapat terakumulasi pada rantai makanan. Choi *et al.* (2018) menyatakan bahwa organisme yang memakan plastik besar bisa tersedak, luka ulserasi, tersumbatnya saluran pencernaan, gangguan jumlah makan, kekurangan energi, luka dalam maupun luar, dan kematian.

Menurut Avio *et al.* (2015) sifat dari mikroplastik yaitu menyerap zat berbahaya dari senyawa kimia yang ada pada perairan dan lingkungan hingga kemudian didistribusi melalui rantai makanan secara tidak langsung. Lusher *et al.* (2013) melaporkan sekitar 36.5% diantaranya mikroplastik terdapat pada saluran pencernaan 504 jenis ikan demersal dan ikan pelagis. Ikan demersal merupakan

ikan yang kehidupannya berada di dasar atau dekat dasar perairan (Ernawati dkk., 2007). Menurut Luthfi dkk. (2016) terumbu karang rusak dapat diakibatkan oleh aktivitas tangkap ikan yang tinggi pada wilayah Pantai Sendang Biru. Selain itu, limbah domestik masyarakat sekitar juga menyebabkan kondisi perairan tercemar dan terumbu karang rusak. Famili *Lutjanidae* (kakap) yang merupakan salah satu famili dengan jumlah terbanyak hasil tangkapan mengalami dampak dari kondisi tersebut. Target ukuran ikan didominasi pada ukuran <50 cm, menjadi indikator efek penangkapan ikan secara berlebih pada waktu yang lama.

Penelitian sebelumnya oleh Andriyono *et al.* (2019) telah dilakukan identifikasi molekuler spesies pada keanekaragaman biota perairan di Pondok Dadap, Pantai Sendang Biru, Malang. Identifikasi molekuler diperoleh 34 spesies yang tergolong dalam 28 genera, 18 famili, dan 4 ordo. Salah satu dari spesies tersebut ialah, famili *Lutjanidae* dengan nama spesies *Lutjanus argentimaculatus*. Hasil studi lapangan dan wawancara dengan nelayan Pantai Sendang Biru, ikan kakap merah (*L. argentimaculatus*) biasa dikenal dengan nama lokal ikan kakap merah jarang gigi. Menurut Melianawati & Aryati (2012) *L. argentimaculatus* merupakan ikan demersal karnivora. *L. argentimaculatus* adalah ikan yang memiliki habitat luas.

Feeding habit atau kebiasaan makan ikan demersal karnivora cenderung memakan mangsa secara langsung. Mikroplastik masuk dalam tubuh ikan demersal karnivora terdapat beberapa kemungkinan yaitu, mangsa ikan sebelumnya terkontaminasi mikroplastik dan mikroplastik yang ada di dasar pasir teraduk sehingga pada saat memangsa ikan di dasar perairan ikut termakan (Fernandes *et al.*, 2021). Menurut Karbalaei *et al.* (2019) partikel mikroplastik

terakumulasi jumlah besar di tubuh ikan, mampu menghambat saluran pencernaan ikan. Selain itu, Wright *et al.* (2013) menyampaikan bahwa mikroplastik mengganggu proses-proses pencernaan ataupun menghalangi proses penyerapan.

Penelitian ini penting untuk dilakukan karena Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) pada umumnya digunakan sebagai sumber protein dan dijual dalam berbagai bentuk, antara lain ikan segar dan *fillet*. Jenis ikan ini menjadi target pancing wisatawan di berbagai daerah (Oktavitani dkk., 2018). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya kontaminasi di saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) di Pantai Sendang Biru, Kabupaten Malang. Adanya mikroplastik pada organ pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) yang berasal dari perairan akan menyumbat saluran pencernaan dan menjadi ancaman baru bagi keseimbangan ekosistem dan rantai makanan perairan.

Penelitian sebelumnya oleh Putri (2021) menyatakan bahwa terdapat kelimpahan mikroplastik pada biota ikan (Ikan Bandeng, Ikan Tuna, dan Ikan Dragon) di perairan Pantai Sendang Biru Malang. Hal ini memungkinkan adanya kontaminasi pada Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) yaitu salah satu biota laut yang menjadi primadona nelayan Pantai Sendang Biru. Menurut Purba (2013) *L. argentimaculatus* merupakan salah satu jenis ikan laut yang bernilai ekonomis tinggi.

Volume tangkapan laut Ikan Kakap (*Lutjanus* sp.) di Jawa Timur tahun 2020 sebesar 24.350,85 ton dan 21.159 ton tangkapan laut di Kota Malang tahun 2020 (KKP, 2021). Dipilihnya objek penelitian Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) berdasarkan studi literatur dan hasil wawancara nelayan Pantai

Sendang Biru menyatakan bahwa *L. argentimaculatus* mendominasi hasil tangkap ikan laut pada Bulan Januari sampai Februari. Selain itu, Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) banyak dikonsumsi oleh masyarakat sekitar. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tiara Dewi & Muhammad Amir Masruhim (2016) menyatakan bahwa Ikan Kakap (*Lutjanus* sp.) di Pantai Ancol, Pelabuhanratu, dan Labuhan telah terkontaminasi mikroplastik di saluran pencernaan dengan rata-rata 10 partikel mikroplastik/ikan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe dan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) di Pantai Sendang Biru.

1.2. Rumusan Masalah

Pada latar belakang diatas, didapatkan rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja tipe mikroplastik yang ada pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur?
2. Berapa kelimpahan mikroplastik yang ada pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur?
3. Apa saja jenis polimer mikroplastik yang terkandung dalam sampel saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui tipe mikroplastik yang ada pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang.
2. Mengetahui kelimpahan mikroplastik yang ada pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur.
3. Mengetahui jenis polimer mikroplastik yang terkandung dalam sampel saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada pembaca bahwa mikroplastik adalah polutan yang bersumber dari degradasi sampah plastik besar.
2. Memberikan informasi kepada pembaca bahwa mikroplastik dapat membawa dampak buruk bagi ekosistem daratan, udara, maupun perairan dan dapat masuk ke dalam tubuh organisme ekosistem yang sudah terkontaminasi mikroplastik.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat akan pentingnya mengurangi pemakaian plastik sekali pakai sebagai pencegahan kontaminasi mikroplastik pada ekosistem maupun tubuh.
4. Memberikan informasi kepada pembaca, untuk mengatasi sampah plastik yang semakin memburuk dengan kerja sama dari segala pihak antara lain: masyarakat, produsen, dan pemerintah.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi pengambilan sampel di pantai Sendang Biru dengan 4 stasiun lokasi yaitu kawasan pos jaga TNI AL, kawasan wisata Pantai Sendang Biru, kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pondok Dadap, dan kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kondang Buntung. Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali pengulangan di setiap stasiun.
2. Pengambilan sampel ikan dilakukan pada Bulan Januari-Februari 2022 di malam hari
3. Sampel yang diamati adalah bagian saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*).
4. Sampel ikan yang diambil berkisar antara ukuran 20-25 cm (dewasa).
5. Identifikasi mikroplastik berdasarkan tipe dan mengacu pada literatur (Kovač Viršek *et al.*, 2016; Widianarko dkk., 2018).
6. Tidak dilakukan pengujian kualitas air

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

Plastik adalah bahan bersifat serba guna, ekonomis, kuat, ringan, tahan lama, dan tidak mudah rusak. Produksi massal plastik dimulai di tahun 1940-an hingga tahun 2009 menjadi 230 juta ton plastik (Phillips & Bonner, 2015). Peningkatan produksi plastik maupun produk lain yang berbahan dasar plastik, maka limbah plastik pun semakin meningkat. Menurut Eriksen *et al.* (2014) limbah plastik yang berakhir di laut berawal dari limbah plastik yang memasuki saluran air seperti sistem drainase. Sampah antropogenik yang mendominasi di ekosistem laut yaitu jenis sampah plastik. Menurut Mauludy *et al.* (2019) plastik menyusun 60% sampai 80% sampah lautan di seluruh dunia. Sampah yang ada di laut akan terurai dalam waktu yang sangat lama. Menurut Andrady (2011) sampah plastik bisa terdegradasi akibat fotodegradasi dengan energi cahaya matahari, termooksidasi, degradasi hidrolisis dengan air, dan biodegradasi oleh mikroorganisme.

Plastik mengandung beberapa komponen kimia monomer dan zat adiktif yaitu *phthalates* dan *bisphenol A* yang dapat larut dalam aquatik dan dapat terakumulasi dalam tubuh organisme sehingga mempengaruhi metabolisme tubuh organisme. Plastik yang terbuang menjadi sampah plastik akan terurai dalam waktu 200 hingga 1000 tahun. Sampah plastik yang dibuang sembarangan dapat menimbulkan kerusakan lingkungan, mencemari tanah, air tanah, maupun makhluk hidup (Guzzetti *et al.*, 2018).

Menurut United Nations Environment Programme (2009), jenis-jenis plastik adalah sebagai berikut:

1. PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Bahan plastik PET terbuat dari serat sintetis yang mendominasi sebanyak $\pm$ 60% di dunia. PET dapat disebut dengan *polyester* dan digunakan sebagai bahan dasar tempat minum 30%. Tempat minum jenis PET/PETE (Gambar 2.1) disarankan hanya untuk satu kali pakai. Senyawa ini dapat menyebabkan gangguan pernafasan dan iritasi kulit apabila terkontaminasi dalam jangka waktu yang lama.



Gambar 2.1 Plastik jenis PET (Karuniastuti, 2013)

2. HDPE (*High Density Polyethylene*)

HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman digunakan karena dapat mencegah reaksi kimia antara bungkus plastik berbahan HDPE dengan makanan atau minuman yang dikemas. HDPE (Gambar 2.2) memiliki kelebihan tahan terhadap air asam, basa, dan pelarut lainnya. HDPE biasa digunakan pada pipa, botol detergen, keranjang plastik, dan mainan anak.



Gambar 2.2 Plastik termasuk HDPE (*High Density Polyethylene*) (Karuniastuti, 2013)

3. PVC (*Polyvinyl Chloride*)

PVC adalah plastik hasil polimerisasi monomer vinil klorida dengan bantuan katalis dan diberi simbol segitiga bernomor 3. Plastik pembungkus berbahan PVC mengandung *Diethylhydroxylamine* DEHA yang bisa masuk ke dalam makanan berminyak apabila dipanaskan. Reaksi antara PVC (Gambar 2.3) dengan makanan yang dibungkus berbahaya untuk hati, ginjal dan penurunan berat badan.



Gambar 2.3 Plastik jenis PVC (*Polyvinyl chloride*) (Karuniastuti, 2013)

4. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Sifat mekanis jenis plastik LDPE (Gambar 2.4) antara lain, kuat, resin yang keras, dan tidak bereaksi terhadap zat kimia lainnya. Plastik jenis LDPE sangat resisten pada senyawa kimia dibawah suhu 60°C. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, namun baik untuk tempat minuman dan makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan atau minuman yang dibungkus dengan bahan ini.



Gambar 2.4 Plastik termasuk LDPE (*Low Density Polyethylene*) (Karuniastuti, 2013)

5. PP (*Polypropylene*)

Karakteristik PP (Gambar 2.5) yaitu bewarna bening dan tidak jernih. *Polypropylene* lebih ringan serta kuat dengan adanya tembus uap yang rendah, stabil pada suhu tinggi, kekuatan yang baik terhadap lemak, dan mengkilap. jenis plastic yang memiliki daya tahan terhadap bahan kimia yang baik, kuat, ringan, dan titik lelehnya tinggi (165°C), transparan yang tidak jernih, cukup mengkilap, memiliki daya tembus uap yang cukup rendah, ketahanan terhadap lemak yang baik, dan dapat stabil pada suhu yang tinggi. Jenis plastik PP biasanya diberi simbol segitiga bernomor 5 (Marwati, 2010).



Gambar 2.5 Plastik jenis PP (*Polypropylene*) (Karuniastuti, 2013)

6. PS (*Polystyrene*)

Polystyrene (Gambar 2.6) adalah polimer aromatik yang bisa mengeluarkan bahan *styrene* ke dalam makanan saat makanan bersentuhan dengan pembungkus. Bahan ini seharusnya dihindari, karena mengganggu hormon estrogen pada wanita, berbahaya untuk otak, pertumbuhan, dan berbahaya untuk sistem syaraf. Selain itu, bahan ini sulit untuk di daur ulang daan memerlukan proses yang lama. Penggunaan bahan ini sebaiknya dihindari, karena jenis ini termasuk polimer aromatik yang bisa mengeluarkan bahan stiren yang dapat berpindah pada makanan ketika menyentuh. Jenis plastik ini diberi simbol segitiga bernomor 6



Gambar 2.6 Plastik jenis PS (*Polystyrene*) (Karuniastuti, 2013)

7. Jenis Plastik Lain (*Other*)

Other (Gambar 2.7) merupakan plastik yang berbahan *bisphenol A* dan terdapat kombinasi macam-macam lapisan dan material. Terdapat pada produk campuran PP dan *polyethylene*. Jenis plastik yang termasuk dalam golongan ini dijumpai pada peralatan rumah tangga, dan peralatan elektronik lain. Plastik ini mempunyai karakteristik keras dan tidak mudah untuk pecah serta tahan panas (Surono, 2013)



Gambar 2.7 Plastik jenis *other* (Karuniastuti, 2013)

2.2 Mikroplastik

2.2.1 Definisi Mikroplastik

Wick *et al.* (2013) awalnya menciptakan istilah mikroplastik untuk menggambarkan akumulasi potongan mikroskopis plastik di sedimen laut dan di kolom air perairan Eropa. Arthur *et al.* (2009) mengusulkan batas ukuran atas untuk istilah awal dan mikroplastik yang dikenal sebagai “*partikel plastik lebih kecil dari 5 mm*”. Definisi ini disempurnakan lebih lanjut pada tahun 2011, oleh Cole *et al.* (2011) membedakan mikroplastik menurut asalnya, menjadi mikroplastik primer (diproduksi dari mikroskopis) dan mikroplastik sekunder (akibat proses degradasi dan fragmentasi di lingkungan). Kelompok Ahli

Gabungan pada Aspek Ilmiah Perlindungan Lingkungan Laut (GESAMP), mendefinisikan mikroplastik sebagai '*partikel plastik diameter <5mm, yang mencakup partikel dalam kisaran ukuran nano (1 nm)*' (GESAMP, 2015).

Berbagai aditif ditambahkan ke dalam plastik selama produksi untuk memperbaiki sifat fisiknya, seperti warna, tahan api, dan kekerasan. Dapat di transformasikan menjadi molekul rendah, polimer, anorganik, atau zat organik. *Plasticizer* adalah aditif yang paling umum untuk meningkatkan platisitas atau viskositas. Misalnya PVC (*Polivinil klorida*) harus memiliki plasticizer seperti *phthalate* dan *bisphenol A* agar degradasi termal dapat diminimalkan (Ogonowski, *et al.*, 2016). Menurut Smith *et al.* (2018) mikroplastik dapat menyerap minyak pelumas dan logam berat. Polutan tersebut awalnya diserap pada permukaan mikroplastik dapat dilepaskan ketika mikroplastik dicerna dan tetap di dalam tubuh manusia, di mana pH agak rendah dan suhunya relatif tinggi.

2.2.2 Tipe dan Sumber Mikroplastik

Sumber mikroplastik terbagi menjadi dua, yaitu sekunder dan primer. Mikroplastik sekunder ialah mikroplastik yang dihasilkan akibat fragmentasi plastik yang lebih besar. Sumber mikroplastik sekunder mencakup serat atau potongan hasil pemutusan rantai dari plastik yang lebih besar yang mungkin terjadi sebelum memasuki lingkungan. Potongan ini dapat dari jala ikan, alat rumah tangga, bahan industri, dan kantong plastik. Serat sintetis berasal dari pencucian pakaian atau dampak pelapukan produk plastik. Sementara itu, mikroplastik primer ialah butiran plastik murni yang mencapai wilayah ekosistem perairan dampak kelalaian pada pengolahan. Sumber mikroplastik primer

meliputi, pelet (pakan hewan), serbuk resin, kandungan plastik dalam produk pembersih serta kecantikan (Chang, 2015).

Pembagian mikroplastik berdasarkan tipe dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu *fiber*, *fragmen*, *film*, *foam*, dan *granula* (Viršek, 2016).

A. Fiber

Fiber ialah serat plastik yang memiliki bentuk panjang dari fragmentasi monofilamen pancing, tali, jaring ikan serta sintetis pakaian (Hastuti, 2014). Menurut Masura (2015) *fiber* berasal dari sintetis baju serta benang. *Fiber* (Gambar 2.8) berbentuk benang halus dan tipis memiliki warna seperti biru, merah dan hitam.



Gambar 2.8 Mikroplastik tipe *fiber* (Viršek *et al.*, 2016)

B. Fragmen

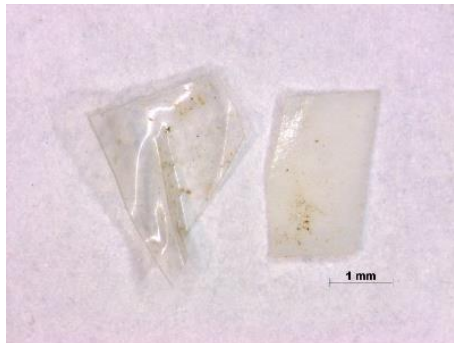
Fragmen (Gambar 2.9) adalah pecahan dari produk plastik yang tebal, kuat serta memiliki bentuk yang tidak konsisten (Yona *et al.*, 2019). Menurut Hiwari *et al.* (2019), fragmen bersumber dari buangan limbah dan warung makanan. Jenis ini dapat berbentuk seperti botol minum plastik, bungkus nasi, dan kantong plastik.



Gambar 2.9 Mikropartikel tipe fragmen (Viršek *et al.*, 2016)

C. Film

Jenis film (Gambar 2.10) ialah jenis plastik sekunder yang bersumber dari fragmentasi plastik kemasan yang mempunyai densitas rendah (Zaki *et al.*, 2021). Menurut Hiwari *et al.* (2019), film bersifat transparan yang bersumber dari kresek plastik dan wadah kuliner.

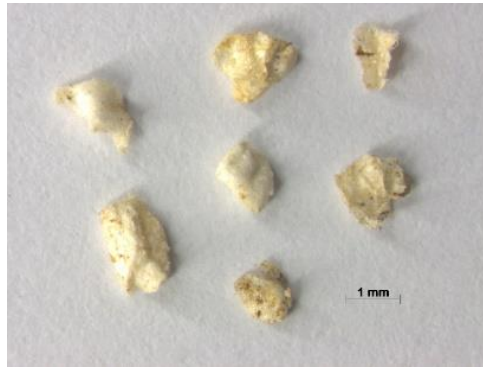


Gambar 2.10 Mikropartikel tipe film (Viršek *et al.*, 2016)

D. Foam

Foam (Gambar 2.11) berasal dari *sterefoam* dan memiliki ciri dengan bentuk dominan bulat dan warna putih atau kekuningan serta memiliki tekstur lunak. *Foam* memiliki densitas ringan dibandingkan dengan jenis mikropartikel lain (McCormick *et al.*, 2016). Zhou *et al.* (2018) ciri *foam* memiliki densitas paling

rendah, lunak, bulat bewarna putih atau kekuningan. Hal ini menjadikan *foam* lebih banyak dijumpai pada permukaan air dari pada di kedalaman air.



Gambar 2.11 Mikroplastik tipe *foam* (Viršek *et al.*, 2016)

E. Granula

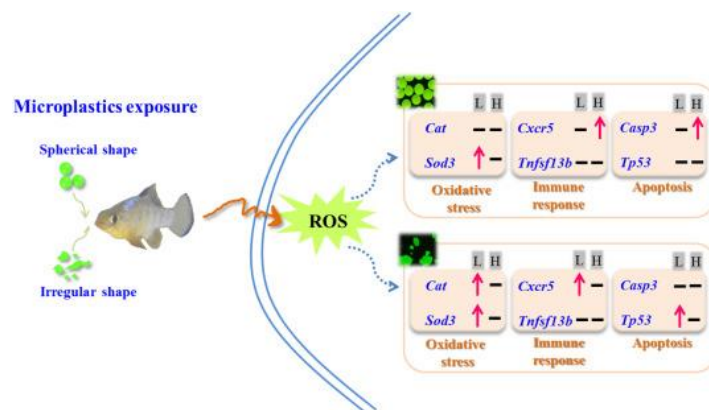
Mikroplastik granula (Gambar 2.12) adalah mikroplastik primer yang sengaja diproduksi dengan ukuran mikro dan dikonsumsi oleh organisme perairan (Hastuti, 2014). Menurut Isobe (2016) warna yang terdapat pada jenis mikroplastik ini ialah coklat kekuningan dan merupakan polimer jenis PP (*polyethilen*) dan PS (*polystiren*).



Gambar 2.12 Mikroplastik jenis granula (Viršek *et al.*, 2016)

2.2.3 Proses Masuk dan Dampak Mikroplastik pada Organisme

Penyebab proses transfer masuknya mikroplastik dalam tubuh ikan dapat secara langsung maupun tidak langsung. Ikan memakan mikroplastik secara langsung karena bentuknya menyerupai makanan aslinya (Vandermeersch *et al.*, 2015). Sebuah studi sebelumnya melaporkan bahwa mikroplastik dapat masuk ke tubuh ikan melalui penyerapan pasif, termasuk tertelan secara tidak sengaja dan transfer melalui rantai makanan (Roch *et al.*, 2020). Bernafas adalah perilaku penting untuk bertahan hidup bagi ikan. Kebanyakan ikan secara teratur menyedot air ke dalam mulut dan memompa melalui ruang insang untuk mendapatkan oksigen yang meningkatkan kemungkinan konsumsi mikroplastik (Xu *et al.*, 2016). Menurut Prata *et al.* (2018) proses secara tidak langsung terjadi saat ikan mengkonsumsi plankton maupun biota air lainnya yang lebih kecil yang telah memakan mikroplastik. Ditunjukkan dengan (Gambar 2.13).



Gambar 2.13 Proses masuk dan respon mikroplastik dalam ikan (Choi *et al.*, 2018)

Mikroplastik mengandung bahan kimia campuran yang berbahaya sebagai aditif untuk menaikkan sifat polimer serta memperpanjang usia plastik. Mikroplastik berpotensi dapat membawa bahan kimia beracun lainnya di

ekosistem, maka akan berefek di kesehatan manusia (Campanale *et al.*, 2020). Kehadiran mikroplastik pada lingkungan laut merupakan ancaman besar bagi seluruh ekosistem dan akhir-akhir ini mendapat banyak perhatian karena keberadaannya sangat berdampak pada lautan, danau, sungai, wilayah pesisir, dan kawasan kutub (Auta *et al.*, 2017). Menurut Gola *et al.* (2021) karena ukuran mikroplastik yang kecil, sehingga mempunyai ancaman bagi makhluk hidup akuatik. Selain itu, kontaminasi organisme akuatik ini memberikan jalur yang mudah bagi mikroplastik untuk masuk ke dalam tubuh manusia, sebab organisme yang terkontaminasi ini bertindak menjadi makanan laut.

Konsumsi mikroplastik dapat menyebabkan penyumbatan saluran usus dan gangguan pada proses pencernaan (Besseling *et al.*, 2015). Kerusakan parah dan penyumbatan saluran pencernaan, pengurangan kapasitas perut dan kematian adalah beberapa efek toksik umum terkait dengan konsumsi mikroplastik oleh organisme laut. Efek toksik lain yang terkait dengan konsumsi mikroplastik adalah perubahan perilaku berenang, perubahan respon imun, penurunan tingkat pertumbuhan dan pengurangan kapasitas untuk menghindari mangsa (Nelms *et al.*, 2016).

Mikroplastik dapat mempengaruhi faktor lingkungan seperti suhu yang terkait habitat organisme dan mempengaruhi kapasitas reproduksi secara negatif. Kehadiran mikroplastik di badan air juga dapat mempengaruhi populasi alga yang bertindak sebagai sumber energi bagi banyak organisme air lainnya yang memakannya (Camedda *et al.*, 2014). Menurut Gola *et al.* (2021) pengurangan aktivitas fotosintesis dengan adanya mikroplastik secara langsung mempengaruhi

biomassa alga secara negatif dan mengurangi ketersediaan makanan secara keseluruhan untuk organisme laut lainnya yang bergantung pada alga.

2.3 Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*)

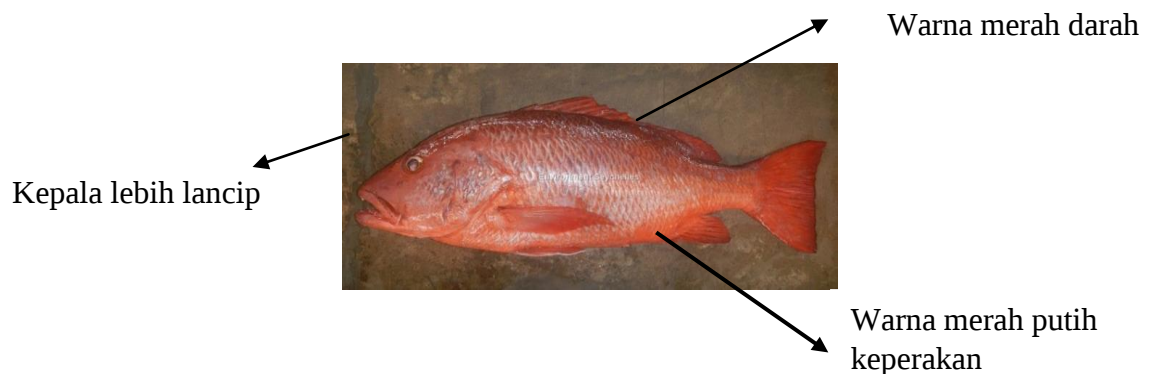
Klasifikasi Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) menurut (Said, 2012) :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Actinopterygii
Order	: Perciformes
Family	: Lutjanidae
Genus	: Lutjanus
Species	: <i>Lutjanus argentimaculatus</i>

Ikan Kakap di Indonesia sangat beragam. Namun, keberagaman Ikan Kakap, ada tiga family yang dikenal, yaitu Lutjanidae, Labridae, dan Centropomidae. Ternyata, ketiga suku kakap tersebut hidup pada habitat yang berbeda. Family Lutjanidae dan Labridae hidup di laut dan di perairan payau, sedangkan family Centropomidae habitatnya sangat luas, yaitu di laut, payau, dan air tawar (Said, 2012). Tambahan dari Prihatiningsih *et al.* (2017) jenis ikan pada marga Lutjanus berjumlah 72 jenis yang menyebar di perairan seluruh dunia. Dari jumlah tersebut, Allen *et al.* (2013) menjelaskan bahwa terdapat kurang lebih 30 jenis Ikan Kakap, marga Lutjanus yang hidup pada perairan Indonesia.

Kakap merah, *L. argentimaculatus* “red snapper” sebarannya meliputi kepulauan Line Afrika Utara, Kepulauan Ryukyu, dan perairan Indo-Pasifik. Habitat ikan ini di ekosistem teluk dan pantai, namun terkadang ditemukan di

ekosistem muara sungai atau estuari (Purba, 2013). Menurut Oktaviyani (2018) warna tubuh Ikan Kakap marga *Lutjanus* sangat bervariasi, dari merah, merah muda, kuning, dan sebagainya. Selain itu, pola atau corak juga beragam seperti bercak-bercak, garis, bercak besar dan pola lainnya. Ciri-ciri morfologi Ikan Kakap Merah *L. argentimaculatus* adalah sebagai berikut: bentuk tubuh agak pipih, punggung lebih tinggi, kepala lebih lancip, punggung sampai moncong lebih terjal, tulang rahang atas terbenam waktu mulut terbuka, warna merah darah bagian atas, dan putih keperakan pada bagian bawah (Purba, 2013). Adapun visualisasi morfologi Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Morfologi Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) (Froese, 2021)

Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) ialah pemakan oportunistik, mengkonsumsi berbagai mangsa, dan memberikan perubahan ontogenik dalam makanan mereka saat dewasa (Wells *et al.*, 2008). Ontogenik ikan adalah istilah yang digunakan untuk mempelajari perkembangan perilaku suatu individu di sepanjang hidupnya (*life span*) mulai dari ikan tersebut menetas sampai mati. Hal tersebut terjadi pada Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) pada tahap juvenilnya di area mangrove dan menetap di habitat tersebut sampai ikan tersebut berukuran 10 mm. Setelah itu Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) berpindah

ke habitat karang yang lebih dalam pada tahap dewasanya (Findra, 2016). Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) remaja mengkonsumsi terutama udang, cumi-cumi, zooplankton, serta krustasea lainnya. Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dewasa diketahui mengkonsumsi lebih banyak ikan dan krustasea yang lebih besar termasuk kepiting dan udang mantis (Stomatopoda). Namun dengan menggunakan strategi makan oportunistik, penelitian sebelumnya sudah membagikan bahwa mangsa Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) secara konsisten bersumber dari sedimen dasar, terlepas dari tempat asli dikumpulkan (Simonsen *et al.*, 2015).

2.3.2 Habitat Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) memiliki larva pelagis yang menetap sebagai juvenil di berbagai habitat, termasuk pasir, lumpur, dan puing-puing cangkang (Geary, 2007). Menurut Wells *et al.* (2008), saat mereka dewasa, Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) pindah ke relief yang lebih tinggi, habitat yang lebih kompleks seperti puing-puing cangkang, terumbu karang dan terumbu buatan. Sebagian besar hidup Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) di kawasan terumbu karang. Ikan tersebut terkadang hidup soliter dan berkelompok dalam jumlah yang besar atau kecil (Allen *et al.*, 2013). Daerah penyebaran Kakap Merah di Laut Jawa ditemukan di perairan Bawean, selatan Jawa (Parangtritis-Yogyakarta), Kepulauan Karimunjawa, Selat Sunda, selatan atau barat Kalimantan, Kepulauan Natuna, perairan Sulawesi, Kepulauan Lingga, dan Kepulauan Riau (Marzuki dkk., (1992) dalam Wahyuningsih dkk. (2013).

2.4 Gambaran Umum Pantai Sendang Biru

Menurut Ridhoi (2020) Pantai Sendang Biru merupakan deretan pantai yang menyajikan keindahan alamnya di Malang selatan. Pantai Sendang Biru salah satu tempat wisata pantai yang berada di Dusun Sendang Biru, Desa Tambaksari, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang. Menurut Koleksi Arsip Kantor Desa Tambakrejo (2016), Daerah Kabupaten Malang terkenal dengan berbagai macam pantai. Hal ini bisa dilihat dari panjang garis pantai Kabupaten Malang secara keseluruhan adalah 85.92 km dengan luas perairan sekitar 1696,35 km². Dari luas tersebut, daerah Sumbermanjing Wetan memiliki bagian pesisir pantai terbesar yaitu sekitar 536,29 km².

Secara geografis letak daerah Sendang Biru berada di koordinat 8°26'-8°30' Lintang Selatan dan 112°38'-112°43' Bujur Timur. Daerah Sendang Biru merupakan dusun yang berbatasan langsung dengan Desa Kedung Banteng, Desa Tambaksari dan Desa Sitiarjo. Dusun Sendang Biru juga berbatasan langsung dengan Selat Sempu yang mempunyai sumber daya alam melimpah (Aryanto, 2017). Berdasarkan pertimbangan geografis, topografis serta oceanografis, Pantai Sendang Biru termasuk pada pantai terbaik di Selatan Jawa setelah Cilacap, karena : (1) memiliki barier berupa Pulau Sempu, dengan panjang selat sejauh 4 km, lebar 400-1500 m, kedalaman rata-rata 20 m, akibatnya perairan di daerah tersebut cukup tenang; (2) Berhadapan langsung dengan samudera Indonesia yang merupakan wilayah Pengelolaan Perikanan IX (alur migrasi ikan pelagis besar, terutama ikan tuna); (3) Secara topografis, kedalamannya cocok untuk dijadikan sebagai kawasan berlabuhnya armada penangkapan domestik maupun

non domestik (Hermawan, 2006). Gambar geografis Pantai Sendang Biru (Gambar 2.15).



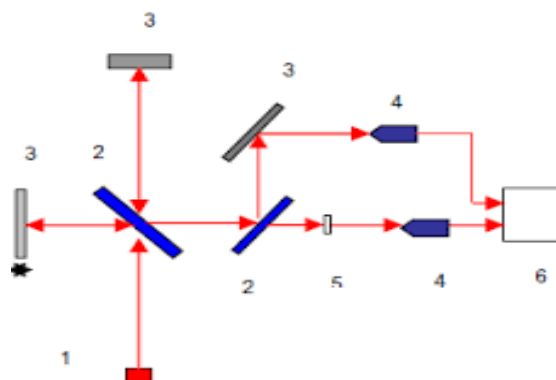
Gambar 2.15 Geografis Pantai Sendang Biru (Hasil Pengamatan, 2022).

Wilayah Kabupaten Malang adalah salah satu yang mempunyai kekayaan laut dan perikanan yang tinggi. Salah satunya yaitu Pantai Sendang Biru penyumbang hasil perikanan tangkap yang cukup besar. Ikan hasil tangkapan meliputi jenis ikan tuna, cakalang, tongkol, lemadang, kakap dan tengiri (Dinas Kelautan Dan Perikanan, 2016). Kondisi Sendang Biru sebagai daerah industri perikanan tentu saja memiliki prasarana yang cukup lengkap seperti Tempat Pelelangan Ikan (TPI). Namun, kondisi tersebut berbanding terbalik dengan wisata pantainya. Wisata Pantai Sendang Biru tidak terlalu ramai seperti dulu, para wisatawan lebih banyak yang berwisata ke Pulau Sempu yang berada di seberang Pantai Sendang Biru. Kondisi alam Sendang Biru yang sudah tidak alami seperti dulu dan infrastruktur penunjang wisata yang kurang mengakibatkan kurangnya minat wisatawan. Selain itu, adanya aktivitas nelayan seperti bongkar muat ikan menjadi salah satu penyebab tingkat kebersihan pantai yang kurang. Sendang Biru menjadi wilayah yang populer karena industri perikanan bukan

karena wisata alamnya, sehingga Sendang Biru dimanfaatkan sebagai Pusat Industri Perikanan Kabupaten Malang (Ridhoi, 2020).

2.5 Uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi inframerah dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, 2007). Menurut Mauludy *et al.* (2019), FTIR merupakan teknik yang populer serta berfungsi untuk mengidentifikasi tipe polimer dari mikroplastik. Skema dan alur alat FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Skema alat spektroskopi FTIR. (1) Sumber inframerah (2) Pembagi berkas (*beam splitter*). (3) Kaca pemantul. (4) Sensor inframerah. (5) Sampel. (6) Display (Silviah, 2015).

Menurut Rakesh *et al.* (2014) Uji *Fourier Transfrom Infrared* (FTIR) hasil analisis sesuai pengukuran intensitas infra merah pada panjang gelombang. *Fourier Transfrom Infrared* (FTIR) bisa menggambarkan karakteristik vibrasi grup fungsi dari senyawa di sampel. *Fourier Transfrom Infrared* (FTIR) memberikan informasi seperti identifikasi senyawa berikatan kovalen, penentuan struktur molekul di polimer, gugus fungsi molekul, dan mengetahui kemurnian bahan.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan meliputi studi pendahuluan yaitu observasi lapang untuk menentukan lokasi pengambilan sampel. Sampel yang diambil menjadi data primer yaitu menerapkan metode eksplorasi dengan cara mengambil sampel di 4 stasiun pengambilan sampel secara langsung. Data dianalisis dengan menghitung jumlah kelimpahan tiap tipe mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*). Studi literatur dilakukan untuk mendeskripsikan mikroplastik yang telah ditemukan.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Mei 2022. Pengambilan sampel Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dilakukan di Pantai Sendang Biru, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Analisis tipe dan kelimpahan mikroplastik dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Analisis jenis polimer mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dilakukan di Laboratorium Metalurgi Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Peralatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat tangkap ikan berupa jaring, *coolbox*, kamera, alat tulis, timbangan analitik, gelas jar atau

botol kaca, gelas ukur 500 ml, tabung reaksi, rak tabung, cawan petri, pinset, botol vial, mikroskop stereo, alat bedah, aplikasi *GPS Essential*, *waterbath*, dan FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aquadest, alkohol 70%, NaCl, H₂O₂, FeSO₄, kertas label, aluminium foil, tisu, kertas milimeter, sampel Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*).

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Studi Pendahuluan dan Penentuan Lokasi Sampling

Survei lapangan terlebih dahulu dilakukan untuk menentukan lokasi sampling pada lokasi penelitian yaitu di kawasan POS TNI AL, di kawasan wisata Pantai Sendang Biru, di kawasan Tempat Penjualan Ikan (TPI) Pondok Dadap, dan di kawasan Tempat Penjualan Ikan (TPI) Kondang Buntung. Penentuan lokasi penelitian menerapkan metode *purposive sampling* yaitu teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu.

Lokasi penelitian meliputi 4 stasiun mewakili seluruh daerah Pantai Sendang Biru. Berdasarkan studi pendahuluan melalui observasi lapangan didapatkan gambaran kondisi setiap stasiun penelitian. Pada stasiun 1 merupakan kawasan sandaran kapal nelayan di pos penjagaan angkatan laut Pantai Sendang Biru yang penuh dengan terumbu karang. Pada stasiun 2 merupakan kawasan tempat wisata Pantai Sendang Biru yang memiliki kondisi perairan keruh dan banyak ditemui tumpukan sampah plastik dari sandaran kapal nelayan. Pada stasiun 3 merupakan kawasan Tempat Penjualan Ikan (TPI) Pondok Dadap memiliki kondisi perairan yang cukup keruh dan kotor akibat pembuangan bahan

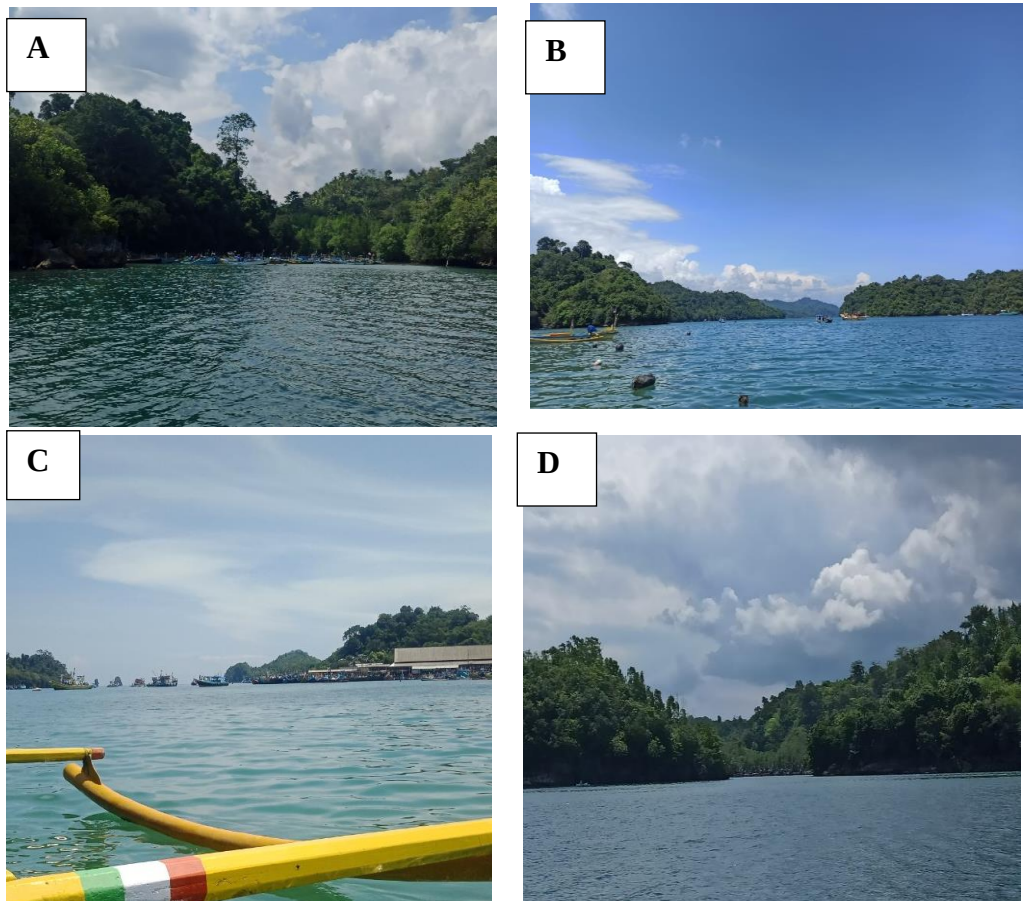
bakar dari kapal nelayan yang bersandar. Pada stasiun 4 merupakan kawasan Tempat Penjualan Ikan (TPI) Kondang Buntung dengan kondisi perairan yang banyak tumpukan sampah akibat sampah yang dibawa oleh arus gelombang dari muara sungai. Wilayah tempat sampling ditunjukkan (Gambar 3.1). Titik koordinat pada titik pengambilan sampel tiap stasiun yang ditandai dengan aplikasi GPS *essential* (Tabel 3.1). Titik pengambilan sampel tiap stasiun (Gambar 3.2).



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel. A. Peta Jawa Timur. B. Peta Pantai Sendang Biru. C. Peta Pengambilan Sampel (Google Earth, 2021).

Tabel 3.1 Koordinat stasiun penelitian

No.	Stasiun	Lokasi	Koordinat	
			LS	BT
1.	Stasiun 1	Kawasan sandaran kapal pos Angkatan Laut	8°25'54.62"	112°41'14.48"
2.	Stasiun 2	Kawasan wisata pantai	8°26'4.24"	112°41'8.03"
3.	Stasiun 3	Kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pondok Dadap	8°26'10.28"	112°40'58.85"
4.	Stasiun 4	Kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kondang Buntung	8°26'17.88"	112°40'46.52"



Gambar 3.2 Titik Pengambilan Sampel. A. Stasiun 1 kawasan pos TNI AL. B. Stasiun 2 kawasan Wisata Pantai Sendang Biru. C Stasiun 3 kawasan Tempat Penjualan Ikan (TPI) Pondok Dadap. D. Stasiun 4 Kawasan Tempat Penjualan Ikan (TPI) Kondang Buntung (Hasil Pengamatan, 2022).

3.4.2 Pengambilan Sampel Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

Sampel Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) diambil secara langsung di 4 stasiun dengan 3 pengulangan. Pengambilan sampel dilakukan 3 kali pengulangan dengan jarak waktu pengambilan 1 minggu setiap pengulangan. Menurut Roscoe (1982) dalam Sugiyono (2011) sampel yang layak diambil oleh peneliti memiliki ukuran 30 sampai 500 sampel. Sampel yang diambil pada penelitian ini yaitu 5 ekor dari setiap stasiun dengan total pengambilan sampel yang diperoleh adalah 60 ekor. Pengambilan sampel secara langsung di lokasi Pantai Sendang Biru sebagai data primer. Sampel ikan kakap merah (*L. argentimaculatus*) diambil menggunakan jala dan jaring. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam *coolbox* untuk dilakukan pengujian sampel di laboratorium optik.

3.4.3 Pengujian Sampel Mikroplastik Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) yang diperoleh diukur panjang total (TL) dan ditimbang berat total (w). Selanjutnya dilakukan tahap preparasi sampel ikan menggunakan metode Jabeen *et al.* (2017) yaitu mengambil sampel pada saluran pencernaan (usus dan lambung). Menurut Jackson *et al.* (2000) pengambilan saluran pencernaannya menggunakan alat bedah dengan pemotongan garis lurus dari anus anterior melalui panggul tengah, dilakukan untuk membuka rongga perut. Saluran pencernaan sampel ditimbang (berat basah) dengan timbangan analitis, kemudian dihancurkan menggunakan mortar dan alu. Sampel yang sudah dihancurkan dimasukkan ke dalam gelas jar.

Tahap selanjutnya yaitu perlakuan *hidrogen peroksida* (H_2O_2). Sampel yang sudah disiapkan dalam wadah ditambahkan larutan H_2O_2 30% sebanyak 20 ml pada gelas jar hingga sampel terendam penuh oleh larutan H_2O_2 30% dan diberikan Fe_2SO_4 0,05 M sebanyak 5 tetes pada tabung reaksi untuk menghilangkan jaringan organik yang terdapat dalam sampel ikan kemudian gelas jar ditutup menggunakan aluminium foil (Masura, 2015).

Tahap berikutnya dilakukan penyimpanan di suhu ruang selama 24 jam untuk masing-masing sampel Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*). Apabila dalam inkubasi selama 24 jam masih terdapat sisa sampel saluran pencernaan, maka dilakukan inkubasi kedua selama 24 jam dalam suhu ruangan. Setelah diinkubasi, sampel saluran pencernaan ikan kemudian dimasukkan ke dalam *waterbath* selama 30 menit dengan api kecil.

Penyaringan dilakukan pada sampel Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dilakukan penyaringan menggunakan kain saring nilon ukuran 420 mesh lalu dibilas menggunakan NaCl dan ditampung ke dalam cawan petri. Kemudian sampel Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) diamati di bawah mikroskop binokuler untuk diidentifikasi dan dilakukan perhitungan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*).

3.5 Analisis Data

3.5.1 Identifikasi dan Kelimpahan Mikroplastik

Identifikasi dan analisis jenis mikroplastik yang didapat dari sampel Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dilakukan menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 40x dan 100x. Mikroplastik diidentifikasi berdasarkan tipe mikroplastik (*Fiber, Fragmen, Film, Foam, dan Granula*),

berdasarkan ukuran yaitu kurang dari 5 mm. Identifikasi mengacu pada literatur dari (Hidalgo-Ruz *et al.* 2012; Viršek *et al.*, 2016; Widianarko dkk., 2018). Mikroplastik yang ditemukan divisualisasikan dengan mengambil gambar pada layar LCD komputer. Mikroplastik yang sudah ditemukan, kemudian dicatat untuk masuk tahap analisis data. Setelah itu, sampel mikroplastik yang telah ditemukan, diambil menggunakan pinset dan dimasukkan ke dalam botol vial.

Tahap selanjutnya adalah analisis data perhitungan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan kakap Merah (*L. argentimaculatus*) yang telah dideskripsikan berdasarkan tipe. Perhitungan berdasarkan jumlah mikroplastik per partikel mikroplastik berdasarkan tipe. Menurut Hidalgo-Ruz *et al.* (2012) kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan diformulasikan dengan rumus kelimpahan mikroplastik (Rumus 3.1) yaitu :

$$\text{Kelimpahan mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{Jumlah ikan (individu)}} \quad \dots(3)$$

Perhitungan dilakukan dengan membagi jumlah per partikel tipe mikroplastik dengan jumlah ikan yang ditemukan disetiap titik di stasiun. Kemudian kelimpahan mikroplastik digambarkan dengan bentuk tabel dan grafik.

3.5.2 Uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) berfungsi mengetahui gugus fungsi, senyawa, serta analisis pada suatu sampel atau bahan (Lasut *et al.*, 2020). Penelitian ini dilakukan Uji FTIR pada sampel murni mikroplastik dari saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dengan jumlah 60 ekor, dilakukan di Laboratorium FTIR Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas

Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh November.

Langkah-langkah pengujian sampel FTIR yaitu sebagai berikut:

1. Dapat dipastikan area pengamatan dalam keadaan bersih.
2. Dilakukan identifikasi sampel cair mikroplastik menggunakan alat FTIR (IRTracer-100) yang digabungkan dengan *Microscope* AIM-9000.
3. Dipasang ATR Pressure Sensor pada AIM-9000.
4. Diisikan nitrogen cair pada kontainer di bagian atas AIM-9000 untuk mendinginkan detektor.
5. Dinyalakan tombol power pada IRTracer-100, AIM-9000, serta perangkat komputer.
6. Dibuka program AIM Solution pada perangkat komputer.
7. Diletakkan sampel di bagian tengah ATR *Pressure Sensor*.
8. Dipasang Prisma Ge ATR pada AIM-9000 dengan mode *visible observation*.
9. Ditekan Prisma Ge sampai tekanan 500 hingga muncul spektra transmisi.
10. Disimpan data yang berupa gelombang pada *Personal Computer*.
11. Dibandingkan dengan kemiripan antara spektrum referensi dan spektrum inframerah pada sampel.

Tabel 3.2 Penyajian data hasil Uji FTIR

No	Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Jenis Plastik	Referensi

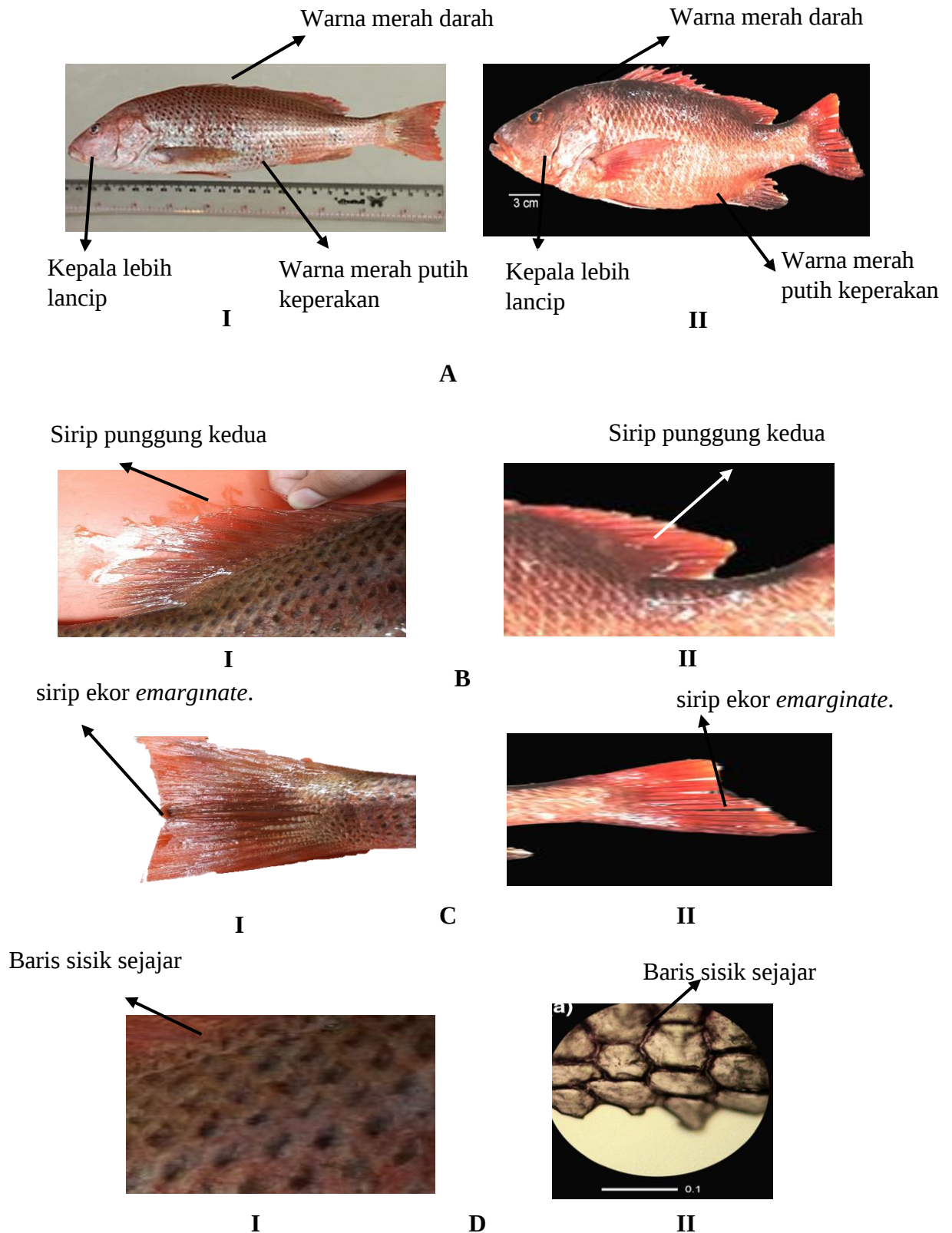
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Tipe Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

4.1.1 Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

Penelitian ini digunakan sampel dari saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*). Sampel kakap merah yang didapatkan sebanyak 15 ekor dari masing-masing stasiun dengan jumlah total 60, memiliki panjang antara 20-25 cm (dewasa) (Gambar 4.1). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) yang ditangkap di Pantai Sendang Biru mempunyai tubuh yang panjang dan lebar, memiliki sisik mulai dari atas kepala, baris sisik di punggung kurang lebih sejajar dengan gurat sisi. Punggung dan bagian samping ikan berwarna merah matang hingga kecoklatan, sedangkan perut berwarna putih atau keperakan. Ciri khusus yang membedakan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dengan ikan kakap lain adalah mempunyai sirip punggung kedua berjumlah 13-14, sirip perut berjumlah 6, dan sirip ekor *emarginate* hingga hampir terpotong.

Purba (2013) *L. argentimaculatus* memiliki bentuk tubuh memanjang dan melebar, punggung lebih tinggi, kepala lebih lancip, bagian atas ikan berwarna merah darah, bagian bawah berwarna putih keperakan, dan punggung sampai moncong lebih terjal. Ciri khusus dari Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) memiliki sirip punggung kedua berjumlah 13-14, sirip perut berjumlah 6, dan sirip ekor berbentuk *emarginate* (Allen, 2012).



Gambar 4.1 A. Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*). A. Morfologi Ikan B. Sirip Punggung Kedua, C. Sirip Ekor *Emarginate*, D. Baris Sisik Sejajar. I (Sampel Ikan, 2022), II Literatur (Teimori, 2021).

Karakteristik Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) yang ditemukan di Pantai Sendang Biru, sesuai Purba (2013), *L. argentimaculatus* memiliki bentuk tubuh memanjang dan melebar, punggung lebih tinggi, kepala lebih lancip, punggung sampai moncong lebih terjal, warna merah darah bagian atas, dan putih keperakan pada bagian bawah (Gambar AI). Ciri khusus dari Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) memiliki sirip punggung kedua berjumlah 13-14, sirip perut berjumlah 6 (Gambar BI), dan sirip ekor berbentuk *emarginate* (Gambar CI) (Allen, 2012). Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Chordata
 Class : Actinopterygii
 Order : Perciformes
 Family : Lutjanidae
 Genus : Lutjanus
 Species : *Lutjanus argentimaculatus*

Spesies ini tersebar luas di daerah Indo-Barat-Pasifik Tengah, dan telah dicatat dari pantai Lebanon di Laut Mediterania. Habitat kakap merah *L. argentimaculatus* dewasa menghuni terumbu karang, sering berlindung di goa atau di bawah tepian pada siang hari. *L. argentimaculatus* juvenil hidup di hutan bakau dan ditemukan di hilir aliran air tawar. Ketika ikan ini bertumbuh, spesies ini akan bermigrasi ke laut lepas dan ke daerah terumbu karang yang lebih sesuai dengan pertumbuhannya (Russell, 2003).

Kakap merah (*L. argentimaculatus*) ialah pemakan oportunistik, mengonsumsi berbagai item mangsa, dan memberikan perubahan ontogenik dalam makanan mereka saat dewasa (Wells *et al.*, 2008). Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) juvenil mengonsumsi terutama udang, cumi-cumi, zooplankton, serta krustasea lainnya. Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dewasa diketahui mengonsumsi lebih banyak ikan dan krustasea yang lebih besar termasuk kepiting dan udang mantis (Stomatopoda). Namun, dengan menggunakan strategi makan oportunistik, penelitian sebelumnya sudah membagikan bahwa mangsa Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) secara konsisten bersumber dari sedimen dasar (Simonsen *et al.*, 2015).

Smith *et al.* (2018) menjelaskan bahwa sebagian besar mikroplastik dapat terdeteksi pada saluran pencernaan organisme dan ukuran mikroplastik yang kecil dapat masuk ke sistem peredaran darah dan jaringan tubuh lainnya yang ditransfer dari saluran pencernaan. Hasil penelitian Nugroho (2018), telah menemukan kontaminasi mikroplastik pada organ usus Ikan Kakap Merah (*Lutjanus* sp.) yang diperjual belikan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kedonganan, Bali. Mikroplastik paling mendominasi yaitu tipe fragmen sebanyak 48 partikel. Kemudian diikuti dengan jenis mikroplastik lainnya yakni jenis film sebanyak 44 partikel dan jenis fiber 19 partikel.

4.1.2 Tipe Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

Hasil dari identifikasi tipe mikroplastik pada sampel saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru menunjukkan bahwa terdapat mikroplastik dengan beberapa tipe meliputi fiber, fragmenm dan *film* yang berasal dari sumber mikroplastik sekunder. Fiber merupakan tipe yang

paling banyak ditemukan dalam penelitian ini di setiap stasiun pengambilan sampel.

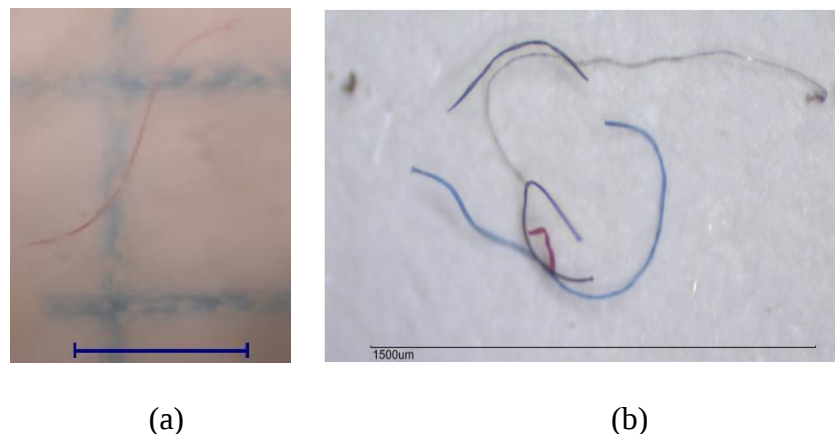
Mikroplastik sumber sekunder menjadi sumber utama mikroplastik dalam lingkungan laut (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Mikroplastik sumber sekunder meliputi serat atau potongan hasil pemutusan rantai dari plastik yang lebih besar. Kepadatan penduduk yang tinggi sering dikaitkan dengan mikroplastik sekunder ini. Potongan mikroplastik ini dapat berasal dari bahan baku industri-industri, kantong plastik, alat rumah tangga, serat sintetis dari pencucian pakaian, pelapukan produk plastik, dan jaring ikan (Browne *et al.*, 2011).

Mikroplastik yang berasal dari sumber sekunder adalah hasil dari fragmentasi dan bahan plastik yang lebih besar mengalami degradasi kimia, fisika, dan biologi di lingkungan laut. Mikroplastik yang mencapai lingkungan laut dari daerah perkotaan melalui sistem drainase, serta kegiatan antropogenik di sepanjang Pantai Sendang Biru seperti, sandaran kapal nelayan, kegiatan wisata pantai, Tempat Pelelangan Ikan (TPI), dan pelabuhan perikanan.

Mikroplastik tipe fiber paling tinggi ditemukan di Pantai Sendang Biru, yang memiliki karakteristik tipis, seperti benang, dan berserat menyerupai tali. Mikroplastik tipe fiber yang ditemukan dalam penelitian ini memiliki variasi ukuran dan warna, seperti hitam maupun merah. Studi pendahuluan yang dilakukan sebelum penelitian, terdapat banyak tumpukan sampah tali tambang bekas nelayan yang berserakan di bibir Pantai Sendang Biru, khususnya kawasan wisata Pantai Sendang Biru. Selain itu, kawasan ini juga digunakan sebagai tempat sandaran kapal nelayan untuk mencari ikan maupun nelayan wisata yang melayani wisatawan. Aktivitas warga yang membuang sampah sembarangan juga

menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya jumlah mikroplastik tipe fiber di kawasan wisata Pantai Sendang Biru.

Fiber adalah jenis partikel mikroplastik yang paling melimpah di permukaan perairan (Virsek *et al.*, 2016). Fiber bisa pendek atau panjang, dengan ketebalan dan warna yang berbeda. Hal ini disebabkan dengan adanya sumber pencemar yang relatif sama yaitu berasal dari kegiatan antropogenik di Pelabuhan, Tempat Pelelangan Ikan (TPI), dan pantai dalam jarak yang tidak begitu jauh. Sumber mikroplastik dengan tipe *fiber* diduga berasal dari kain sintesis bekas cucian pakaian, alat tangkap nelayan (jaring ikan dan tali pancing) dan limbah kapal nelayan yang tersebar di perairan terbuka (Dewi *et al.*, 2015). Setiap mencuci pakaian dapat menghilangkan sekitar 1900 serat *fiber* dari pakaian yang telah dicuci (Browne *et al.*, 2011). Mikroplastik tipe fiber dapat dilihat pada Gambar 4.2.



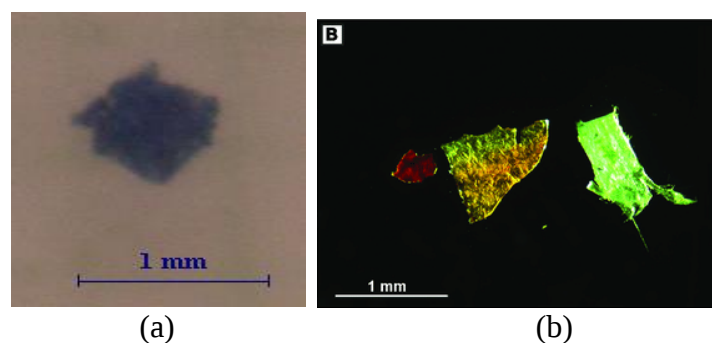
Gambar 4.2 Mikroplastik Tipe Fiber. (a) Hasil Pengamatan, (2022) (b) Literatur (Bergman, 2017)

Fiber ialah serat plastik yang memiliki bentuk panjang serta bersumber dari fragmentasi monofilamen jaring ikan, tali, atau pancing, serta sintetis pakaian (Hastuti, 2014). Hasil dari penelitian Browne *et al.* (2011) menjelaskan bahwa

pakaian poliester tunggal dapat melepaskan serat atau fiber sekali pencucian. Pada umumnya bahan dan mikroplastik tipe serat adalah poliester, *polyestercotton*, akrilik, poliamida, *polypropylene*, dan *polyethylene*.

Mikroplastik tipe fiber adalah yang paling melimpah di antara berbagai tipe mikroplastik yang ditemukan di lingkungan. Saluran pembuangan domestik dan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) dianggap sebagai jalur utama pelepasan mikroplastik fiber di lingkungan. Mikroplastik tipe fiber dapat dengan mudah lolos dari IPAL dan industri karena ukurannya yang relatif lebih kecil, sehingga dapat masuk sungai, danau dan lautan (Archarnya, 2021).

Tipe mikroplastik kedua yang diidentifikasi pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) yaitu tipe fragmen. Mikroplastik tipe fragmen dapat dilihat pada Gambar 4.3. Pada penelitian ini, ditemukan tipe fragmen yang berwarna biru dan berbentuk tidak beraturan seperti cacahan kecil dari plastik besar yang memiliki volume. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Yona *et al.* (2019), fragmen merupakan pecahan produk plastik yang kuat, tebal, serta mempunyai bentuk yang tidak konsisten.

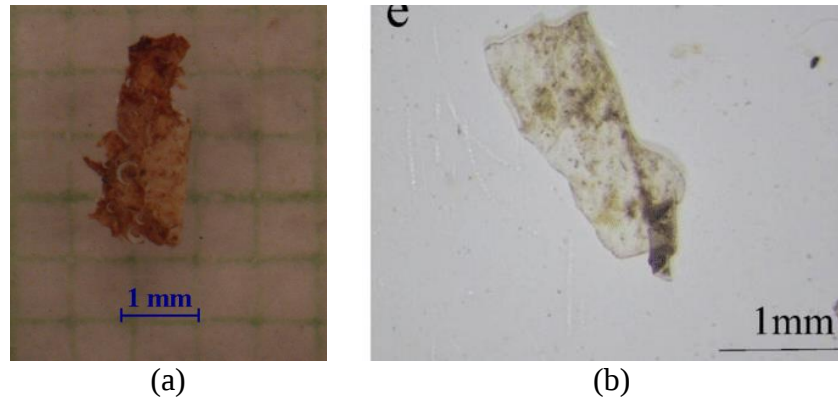


Gambar 4.3 Mikroplastik Tipe Fragmen. (a) Hasil Pengamatan, (b) Literatur (Ficher, 2015).

Sumber mikroplastik tipe fragmen adalah dari pecahan kantong dan kemasan plastik berukuran besar ke bentuk yang lebih kecil (mikro) yang tidak beraturan. Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan, dapat ditemui kantong plastik sekali pakai hasil aktivitas masyarakat sekitar (nelayan dan penjual ikan) atau wisatawan yang ada di kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pondok Dadap. Hal tersebut menunjukkan potensi adanya mikroplastik tipe fragmen yang terakumulasi di Pantai Sendang Biru, khususnya di TPI Pondok Dadap yang memiliki jumlah mikroplastik tipe fragmen tertinggi.

Nugroho dkk. (2018) menjelaskan mikroplastik tipe fragmen adalah hasil pecahan plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat. Pada penelitian Tanaka and Takada (2016) menjelaskan bahwa mikroplastik fragmen memiliki permukaan tepi tajam dengan adanya retakkan. Pada penelitian Dodson *et al.* (2020) mikroplastik tipe fragmen pada umumnya bersumber dari plastik jenis polietilen (PE). Menurut Amin *et al.* (2020) mikroplastik tipe fragmen berasal dari degradasi plastik besar, botol minuman, toples bekas, mika, serpihan galon, bungkus nasi, dan kemasan makanan cepat saji. Mateos *et al.* (2020) menjelaskan lebih lanjut bahwa bentuk mikroplastik yang terfragmentasi digambarkan dengan fragmen kecil yang tidak beraturan, retak berbentuk setengah bola. Fragmentasi plastik melalui proses fotodegradasi, mekanis (abrasi), dan aktivitas mikrobiologis.

Tipe mikroplastik yang ketiga yaitu tipe film. Mikroplastik tipe film pada penelitian ini ditemukan di setiap sampel dengan tekstur yang lebih tipis daripada tipe fragmen dan berwarna putih kecoklatan. Foto pengamatan mikroplastik tipe film dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Mikroplastik Tipe Film. (a) Hasil Pengamatan, (b) Literatur (Esch, 2020)

Aktivitas wisatawan dan masyarakat sekitar seperti bongkar muat para nelayan sering ditemukan di kawasan wisata Pantai Sendang Biru. Tumpukan sampah plastik sekali pakai yang banyak di kawasan wisata Pantai Sendang Biru berpotensi terhadap tingginya jumlah mikroplastik tipe film yang terakumulasi. Lolodo dan Nugroho (2019) mikroplastik film berasal dari sampah domestik secara umum berasal dari kantong plastik transparan yang secara umum merupakan tas plastik transparan. Frias *et al.* (2018) menjelaskan bahwa mikroplastik tipe film memiliki warna putih buram dan transparan.

Tipe mikroplastik film umumnya berasal dari buangan limbah dari warung makanan yang terdapat di sekitar lingkungan perairan. Asal mikroplastik yang sering ditemukan yaitu bersumber dari buangan kantong plastik, baik itu kantong plastik yang berukuran besar maupun yang berukuran kecil, bungkus nasi/*sterofoam*, kemasan makanan siap saji dan berbagai botol minuman plastik. Limbah plastik yang terbuang ke dalam perairan tersebut bisa mengalami degradasi menjadi serpihan kecil hingga membentuk film (Ritonga, 2015). Menurut Kingfisher (2011), mikroplastik yang memiliki bentuk film, mempunyai berat densitasnya terlewat rendah dari jenis mikroplastik lainnya, dikarenakan

bersumber dari polimer plastik sekunder yang asalnya dari fragmentasi kantong plastik maupun plastik kemasan serta mempunyai densitas rendah.

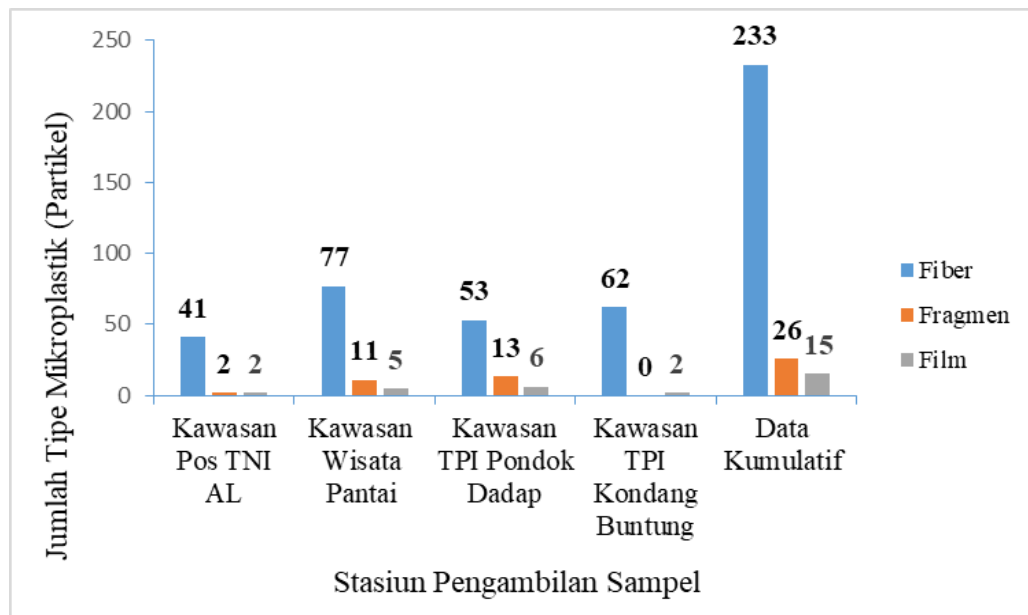
Hasil penelitian yang telah dilakukan di Pantai Sendang Biru mengindikasikan adanya keterkaitan antara tipe mikroplastik yang ditemukan dengan kelimpahan mikroplastik dan padatnya aktivitas manusia di sekitar lokasi pengambilan sampel ikan. Sebagian besar sampah plastik yang dihasilkan oleh manusia akan dibuang ke lingkungan dan pada akhirnya sampah plastik tersebut akan masuk ke wilayah perairan terutama laut (Victoria, 2017).

Mikroplastik bersumber sekunder dalam penelitian ini lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan mikroplastik sumber primer seperti *pellet* dan *granule* yang berasal dari industri dan produksi plastik butiran murni yang mencapai wilayah laut akibat kelalaian dari industri plastik dalam penanganan limbah yang buruk dan sumber primer ini berada jauh dari lokasi penelitian di Sendang Biru (Karapanagioti, 2015). Sumber primer mencakup kandungan plastik dalam produk-produk pembersih dan kecantikan, pelet untuk pakan hewan, dan bubuk rein.

4.2 Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

Hasil identifikasi tipe mikroplastik ditemukan 3 tipe mikroplastik meliputi fiber, fragmen, dan *film*. Hasil pengamatan diperoleh dari 60 sampel saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dari pengambilan sampel di 4 stasiun Pantai Sendang Biru. Hasil identifikasi tipe mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.5. Jumlah total partikel mikroplastik pada saluran

pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) yaitu 274 partikel mikroplastik. Mikroplastik tipe fiber berjumlah 233 partikel, tipe fragmen berjumlah 26 partikel, dan tipe *film* berjumlah 15 partikel. Mikroplastik tipe fiber paling banyak ditemukan di setiap stasiun pengambilan sampel.



Gambar 4.5 Jumlah Tipe Mikroplastik Yang Diperoleh Dari 60 Ekor Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*).

Fiber merupakan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. aargentimaculatus*). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Lusher *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa jenis mikroplastik tertinggi yang berada di saluran pencernaan ikan adalah fiber (68.3%). Mikroplastik berupa fiber dapat membentuk simpul atau menggumpal dan dapat berbahaya karena serat dapat menghambat saluran pencernaan dan menghalangi jalan masuk makanan. Apabila partikel plastik terakumulasi dalam jumlah yang besar pada usus hewan kecil, plastik mungkin memiliki efek yang sama dengan sampah plastik besar dan menyumbat sistem

pencernaan (Hoss & Settle 1990). Akumulasi sampah pada saluran pencernaan dapat menimbulkan rasa kenyang yang palsu. Hal ini mengakibatkan ikan mengalami penurunan nafsu makan (Ryan 1988). Ada juga kekhawatiran bahwa jika tertelan oleh organisme, benda-benda kecil dari sampah plastik mungkin memfasilitasi transportasi kontaminan kimia (Hirai *et al.* 2011).

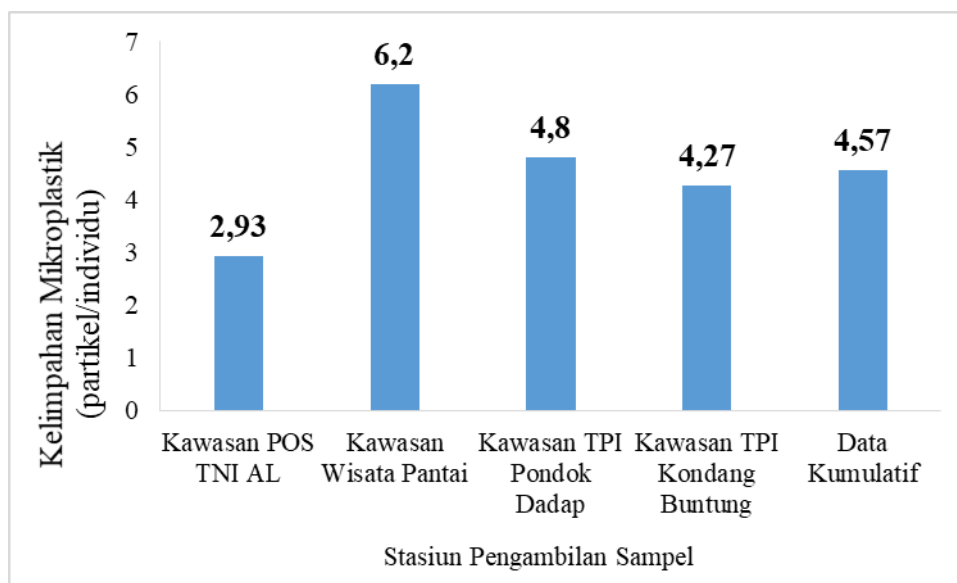
Mikroplastik tipe fiber bersumber dari tali-talian atau pakaian yang terdegradasi selama bertahun-tahun. Hal ini sesuai dengan kebiasaan nelayan di Pantai Sendang Biru yang menangkap ikan dengan menggunakan jaring. Serta pada kawasan wisata Pantai Sendang Biru dekat dengan pemukiman warga sekitar maupun wisatawan yang berkunjung. Kondisi lingkungan stasiun 2 dapat dilihat pada (Lampiran 1) Hal ini sesuai dengan hasil yang menunjukkan jumlah fiber paling banyak ditemukan di kawasan wisata Pantai Sendang Biru dengan jumlah 77 partikel.

Mikroplastik tipe fragmen merupakan tipe mikroplastik yang sering dijumpai dalam penelitian ini setelah tipe fiber. Menurut Hastuti (2014) fragmen merupakan hasil potongan produk plastik dengan polimer sintetis yang sangat kuat. Tipe mikroplastik ini berasal dari sampah minuman sekali pakai yang terbawa arus ke lautan kemudian seiring berjalannya waktu akan terdegradasi. Sesuai dengan pengamatan yang telah dilakukan, sampah jenis botol minum sekali pakai maupun bungkus makanan banyak ditemukan di Stasiun 3 yaitu kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pondok Dadap. Kondisi lingkungan stasiun 3 dapat dilihat pada (Lampiran 1). Hal ini sesuai dengan data jumlah tipe mikroplastik fragmen paling banyak ditemukan di stasiun 3 yaitu kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pondok Dadap dengan jumlah 13 partikel.

Mikroplastik tipe film merupakan tipe yang ditemukan tetapi memiliki jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan tipe mikroplastik yang lain. Tipe mikroplastik film ini berasal dari proses fragmentasi plastik kemasan maupun kantong plastik berbahan dasar dari polimer *polyethylene* (Wahyuningsih, 2018). Sesuai dengan pengamatan di kawasan Pantai Sendang Biru terdapat beberapa sampah kantong plastik yang dihasilkan dari proses jual beli ikan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI). Hal ini sesuai dengan data jumlah tipe mikroplastik yang ditemukan menunjukkan bahwa tipe mikroplastik film paling banyak ditemukan di stasiun 3 yaitu kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pondok Dadap dengan jumlah 6 partikel.

Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) memiliki beberapa karakteristik lebih menonjol dibandingkan dengan Ikan Kakap yang lain. *L. argentimaculatus* memiliki pertumbuhan yang relatif lebih cepat dan cenderung mempunyai tingkah laku makan yang lebih rakus. Selain itu, Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) sangat toleran terhadap kekeruhan dan salinitas. Walaupun demikian, ikan ini juga relatif lebih tahan terhadap penyakit dan juga memiliki respon baik terhadap pakan buatan (Meilianawati & Aryati, 2012). Ikan Kakap di alam lebih aktif bergerak, sehingga habitat Ikan Kakap cenderung lebih luas (Scott, 2007). Berdasarkan karakteristik tersebut, maka potensi atau peluang mikroplastik masuk ke dalam tubuh Ikan Kakap melalui aktivitas makan lebih tinggi. Hal ini akan berpengaruh dengan nilai kelimpahan mikroplastik secara kumulatif yang ditemukan pada sampel pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*).

Kelimpahan kumulatif mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) adalah sebesar 4,57 partikel/individu. Kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.6. Nilai kelimpahan kumulatif mikroplastik didapatkan dengan membagi antara jumlah total mikroplastik 274 partikel dengan total individu ikan yaitu 60 ekor. Sedangkan untuk nilai kelimpahan mikroplastik setiap stasiun didapatkan dari pembagian antara jumlah mikroplastik yang ditemukan per stasiun dengan 15 ekor sampel ikan.



Gambar 4.6 Kelimpahan Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*) Yang Diperoleh Dari 60 ekor

Nilai kelimpahan total mikroplastik pada stasiun 1 (kawasan sandaran kapal pos TNI AL) sebesar 2,93 partikel/individu, stasiun 2 (kawasan wisata pantai) sebesar 6,2 partikel/individu, stasiun 3 (kawasan TPI Pondok Dadap) sebesar 4,8 partikel/individu, dan stasiun 4 (kawasan TPI Kondang Buntung) sebesar 4,27 partikel/individu. Nilai kelimpahan mikroplastik paling tinggi adalah pada sampel

pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dari stasiun 2 kawasan wisata Pantai Sendang Biru yaitu 6,2 partikel/ekor.

Kelimpahan total mikroplastik paling banyak terjadi pada stasiun 2 (kawasan wisata Pantai Sendang Biru). Aktivitas manusia di kawasan tersebut menyebabkan tumpukan limbah rumah tangga, sampah wisatawan, dan sampah nelayan seperti kail dan jaring ikan. Akumulasi banyak sedikitnya kelimpahan mikroplastik yang masuk dalam saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dimungkinkan karena adanya perbedaan ukuran mikroplastik yang masuk pada saluran pencernaan ikan. mikroplastik dapat keluar melalui feses apabila berukuran kecil, namun akan berakhir di saluran pencernaan apabila ukuran plastik terlalu besar (Cheung, 2018).

Menurut Manalu (2017) ukuran yang kecil dan memiliki kelimpahan yang tinggi menyebabkan mikroplastik dapat ditemukan menyebar luas di wilayah perairan manapun. Lokasi dengan penduduk yang tinggi dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik menjadi tinggi. Pasang surut mampu mempengaruhi nilai kelimpahan mikroplastik yang berperan dalam penempatan posisi partikel di perairan. Faktor lain yang mampu mempengaruhi kelimpahan mikroplastik di perairan yaitu kecepatan arus, topografi bawah laut, kedalaman dan variabilitas musiman arus air. Kelimpahan mikroplastik dapat meningkat jika semakin banyak sampah plastik memasuki kawasan perairan.

Pengambilan sampel di Pantai Sendang Biru dilakukan pada musim penghujan, sehingga air laut keruh dan banyak sampah yang terbawa oleh arus. Banyak sampah plastik yang terlihat mengapung di perairan maupun menumpuk di sedimen Pantai Sendang Biru. Selain sampah plastik yang menumpuk, terdapat

juga aktivitas nelayan mencari ikan maupun barang hasil bongkar muat nelayan yang dibuang sembarangan di Pantai Sendang Biru. Pada tiap stasiun memiliki kondisi perairan dan lingkungan yang berbeda-beda, hal ini mempengaruhi hasil nilai kelimpahan mikroplastik tiap stasiun.

Windsor *et al.* (2019), mikroplastik dapat memasuki saluran air melalui beberapa jalur, termasuk pembuangan air limbah, limpasan dan transportasi angin dari limbah yang dibuang secara tidak memadai, serta membuang sampah sembarangan. Yuan *et al.* (2019), kelimpahan mikroplastik dapat berasal dari limbah domestik seperti hasil sisa mesin cuci yang mengandung bahan serat sintetis, aktivitas nelayan yang menggunakan alat tangkap meliputi jaring ikan, dan tali pancing yang sudah rapuh dan penggunaan tas plastik yang terfragmentasi. Hal tersebut dapat berkontribusi pada penambahan jumlah mikroplastik di lingkungan.

Pada penelitian ini, tipe mikroplastik yang paling besar jumlahnya yaitu mikroplastik tipe fiber. Pada penelitian Rochman (2015), mikroplastik tipe fiber paling mendominasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Yudhistira (2020) tentang mikroplastik pada Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) yang diambil dari laut lepas. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa mikroplastik tipe fiber atau serat paling mendominasi pada saluran pencernaan ikan.

Nilai kelimpahan total mikroplastik tertinggi pada penelitian ini terdapat di stasiun 2 kawasan wisata Pantai Sendang Biru dengan nilai 6,2 partikel/individu. Hasil penelitian ini sebanding dengan penelitian dari Nugroho (2021), menyatakan bahwa terdapat kelimpahan mikroplastik pada organ usus Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) sebanyak 7,86 partikel/individu di Tempat Pelelangan Ikan (TPI)

Kedonganan, Bali. Selain itu, pada penelitian Tiara Dewi & Muhammad Amir Masruhim (2016), menyatakan bahwa ikan kakap (*Lutjanus* sp.) di Pantai Ancol, Pelabuhanratu, dan Labuhan telah terkontaminasi mikroplastik di saluran pencernaan ikan kakap (*Lutjanus* sp.) sebesar 10 partikel mikroplastik/ikan.

Jumlah mikroplastik yang melimpah ditemukan di dalam organ pencernaan ikan ini diduga terjadi karena dua faktor utama, yaitu: melalui rantai makanan dari ikan kecil yang mengandung mikroplastik yang dimakan oleh ikan kakap merah serta kesalahan pemangsaan yang disebabkan karena ukuran mikroplastik yang kecil sehingga tidak sengaja termakan oleh ikan (Moore, 2001). Tingginya nilai presentase ikan yang mengandung mikroplastik diduga karena ikan ini termasuk ikan karnivora. Betancourt *et al.* (2017), menyatakan bahwa ikan kakap merah (*Lutjanus* sp.) memiliki kemampuan untuk menginterpretasikan kondisi lingkungan di sekitarnya dengan menggunakan beberapa jenis alat inderanya, seperti penglihatan, pendengaran, penciuman, peraba, serta *linea lateralis*. Dengan adanya organ indera tersebut, ikan ini aktif mencari makan pada malam hari (nokturnal).

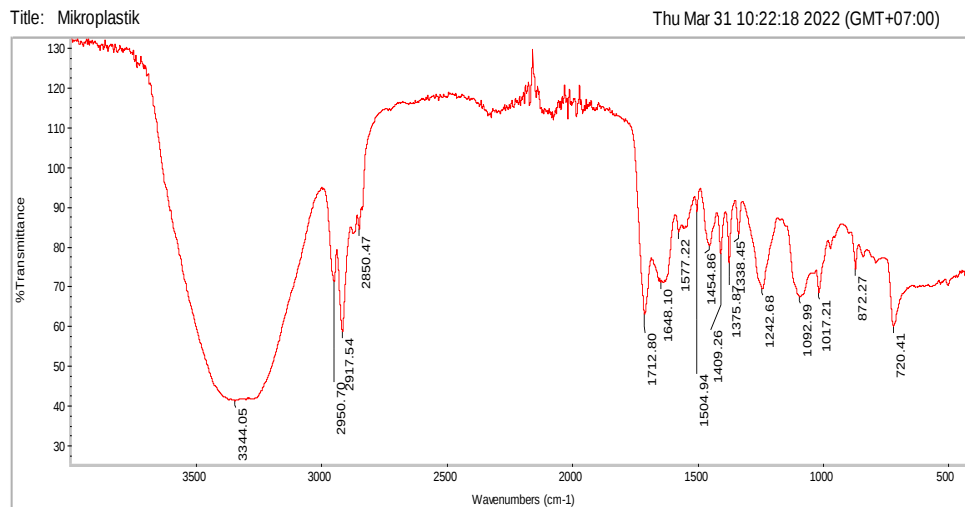
Kakap merah (*L. argentimaculatus*) ialah pemakan oportunistik, mengkonsumsi berbagai mangsa, dan memberikan perubahan ontogenik dalam makanan mereka saat dewasa (Wells *et al.*, 2008). Hal ini membuat ikan kakap merah mudah terkontaminasi mikroplastik yang ada di lingkungan sekitar. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa nanoplastik yang dicerna oleh ikan beras Jepang dewasa (*Oryzias latipes*) dapat terakumulasi dalam insang, usus, testis, hati, darah, dan otak, sehingga nanoplastik diyakini mampu melewati sawar darah otak. Selain itu, studi lain juga menunjukkan bahwa nanoplastik dapat menembus sel.

Nanoplastik dapat menembus dengan mudah ke dalam membran lipid, yang memungkinkan mereka untuk masuk lebih lanjut melalui sel dan berinteraksi dengan makromolekul biologis yang ditemukan di dalam sel, seperti lipid dan protein, dan DNA (Reimon *et al.*, 2019). Mikroplastik menimbulkan risiko bagi kesehatan organisme, reproduksi, pertumbuhan dan kelangsungan hidup spesies invertebrata dan vertebrata (Setala *et al.*, 2018). Mikroplastik juga berbahaya bagi biota pada suatu ekosistem, karena mikroplastik dapat didistribusi pada jaringan-jaringan makanan dari tingkat trofik yang paling rendah sampai ke tinggi (Yokota, 2017).

4.3 Analisis Jenis Polimer Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

Identifikasi mikroplastik lebih akurat dilakukan dengan uji FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk mengetahui jenis polimer dari partikel yang ditemukan. Hasil uji FTIR (*Fourier Transform Infrared*) adalah sampel yang diperoleh dari saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*). Sampel pencernaan ikan yang telah melalui beberapa proses seperti pembedahan, preparasi, dan identifikasi akan menghasilkan sampel berupa cairan partikel mikroplastik dari pencernaan ikan. Sampel yang digunakan dalam uji FTIR (*Fourier Transform Infrared*) sebanyak 20 ml. Hasil uji FTIR (*Fourier Transform Infrared*) ini berupa spektrum panjang gelombang dari muatan polimer yang terkandung pada sampel yang diteliti. Pembacaan hasil panjang gelombang tersebut dengan cara membandingkan kemiripan spektrum dengan pustaka atau tabel instrumen analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Berikut adalah hasil

analisis sampel pada pencernaan ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*) menggunakan metode FTIR (*Fourier Transform Infrared*) (Gambar 4.7):



Gambar 4.7 Spektrum FTIR Bentuk Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*)

Hasil analisis spektrum gelombang yang didapat pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) dapat dilihat bahwa daerah inframerah pada spektrum gelombang elektromagnetik mencakup bilangan gelombang dengan rentang $4000\text{--}500\text{ cm}^{-1}$. Hasil Uji FTIR menunjukkan terdapat beberapa polimer penyusun plastik yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Tipe mikroplastik yang ditemukan, seperti fiber, fragmen, dan *film* menghasilkan 9 jenis polimer penyusun plastik. Polimer tersebut diantaranya yaitu, *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *High Density Polyethylen* (HDPE), *Polystyrene* (PS), *Poly(methyl methacrylate)*, *Polycarbonate* (PC), *Polyvinylchloride* (PVC), *Polyethylene Terophthalate* (PETE), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE)

Tabel 4.1 Hasil Uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

No	Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Jenis Plastik	Referensi
1	3000- 2500 cm^{-1}	C-H stretch	<i>Polypropylene (PP)</i> <i>High density polyethylen (HDPE)</i> <i>Polyethylene (PE)</i>	1
2	2000-1500 cm^{-1}	C=O stretch C-N stertch	<i>Poly(methyl methacrylate)</i> <i>Nylon</i> <i>Nylon</i> <i>Polycarbonate (PC)</i>	2
3	1500-1000 cm^{-1}	CH ₂ bend CH ₂ bend CH bend C-O stretch C-C stretch Aromatic CH	<i>Polyurethane (PU)</i> <i>Nylon</i> <i>Polyvinylchloride (PVC)</i> <i>Polyethylene</i> <i>Terophthalate (PET)</i> <i>Polyvinylchloride (PVC)</i> <i>Polycarbonate (PC)</i>	1
4.	1000-500 cm^{-1}	CH ₂ rocking Aromatic CH	<i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i> <i>Polyethylene</i> <i>Terophthalate (PET)</i>	2

Keterangan: 1. (Jung *et al.*, 2018)2. (Veerasingham *et al.*, 2020)

Setiap sampel saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) didominasi dengan tipe mikroplastik fiber. Hal ini sesuai dengan hasil uji FTIR yang didapatkan, yaitu terdapat jenis polimer *Nylon*, *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), dan *Polyurethane* (PU). Menurut Yona (2020), fiber terbentuk dari polimer jenis *Polyethylene* (PE), *Nylon* atau *acrylic fiber* (*Polyacrylonitrile*). Menurut Cole (2016), mikroplastik tipe fiber dibuat dari *Nylon* dan *Polypropylen* (PP), kehadiran fiber umumnya dikaitkan dengan pelepasan serat sintetis dari pakaian selama pencucian, degradasi puntung

rokok yang mengarah pada pelepasan serat selulosa asetat, dan fragmentasi peralatan maritim seperti tali dan jaring. Naik (2020), menyebutkan bahwa partikel mikroplastik fiber juga dapat dibentuk dari polimer jenis *High Density Polyethylene* (HDPE).

Mikroplastik bersifat persisten terhadap lingkungan dan memiliki kecenderungan untuk menyerap polutan organik yang beracun. Mikroplastik tipe fiber mempunyai dampak yang buruk pada manusia, seperti: peradangan, transfer penyerapan bahan kimia atau gangguan mikrobioma usus (Wright and Kelly, 2017). Menurut Lozano (2020), polimer *Nylon* dapat dicampur dengan berbagai macam aditif untuk membentuk sifat yang berbeda dan memiliki berbagai konsistensi dalam kain dan serat (pakaian dan penguat karet). Jenis polimer penyusun fiber (*Nylon*, *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), dan *Polyurethane*) secara konsisten mengurangi stabilitas agregasi tanah dan menurunkan aktivitas mikroba pada konsentrasi tertentu. Menurut Manalu, (2017), polimer jenis *nylon* dipergunakan sebagai jaring dan senar pancing. Jenis polimer *Nylon* pada fiber dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan dan mata manusia. Polimer tersebut dapat dikonsumsi manusia melalui perantara ikan laut yang dikonsumsi.

Mikroplastik tipe fragmen yang ditemukan pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) memiliki bentuk yang tidak beraturan. Pada uji FTIR teridentifikasi jenis polimer *Polycarbonate*, *Polypropylene*, *Polyethylen Terophthalate*, dan *Polyvinylchloride*. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Shong (2020), jenis polimer yang menyusun mikroplastik tipe fragmen yaitu *Polycarbonate*, *Polypropylene*, *Polyethylen Terophthalate*, dan *Polyvinylchloride*.

Menurut Yona (2021), fragmen merupakan partikel plastik yang tidak dapat dihancurkan menggunakan pinset, memiliki ketebalan dan bentuk yang tidak beraturan dengan ujung-ujung tajam. Jenis polimer yang mendominasi adalah *Polyethylen Terophthalate* dan *Polypropylene*.

Polyethylen Terophthalate dan *Polypropylene* adalah polimer densitas tinggi (sekitar $1,38 \text{ g/cm}^3$), sehingga kemungkinan besar tenggelam dalam habitat air tawar dan laut (Zhao, 2020). Menurut Pannetiar (2020), mikroplastik dengan polimer densitas tinggi pada lingkungan memiliki efek merusak yang signifikan pada larva ikan setelah terkontaminasi. Kerusakan DNA yang terjadi pada larva ikan tersebut menunjukkan bahwa terdapat beberapa aditif plastik atau polutan yang diserap secara langsung oleh larva ikan setelah mengonsumsi mikroplastik. Beberapa dampak buruk lainnya, yaitu penurunan pertumbuhan, kerusakan fisik, dan peningkatan kematian.

Mikroplastik tipe film yang ditemukan memiliki bentuk yang tidak beraturan dan transparan. Menurut Hiwari (2019), pada umumnya tidak adanya warna atau transparan disebabkan oleh warna dari plastik itu sendiri atau diakibatkan oleh degradasi oksidatif (fisik) dan jenis polimer penyusunnya yang memiliki densitas rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Cole (2011), bahwa perbedaan antara fragmen dan film dapat dilihat dari jenis polimer yang menyusunnya. Film terbentuk dari patahan plastik dengan jenis polimer yang lebih sederhana, sehingga akan terlihat lebih tipis dan pada saat diamati akan tembus pandang. Jenis polimer mikroplastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) berhasil diidentifikasi melalui uji FTIR yang telah dilakukan. Menurut Zhou (2018), film

biasanya berasal dari polimer *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Poly(methyl methacrylate)*, dan *Polyvinylchloride* (PVC).

Menurut Besseling *et al.* (2014) efek paparan *Poly(methyl methacrylate)* pada pertumbuhan dan fotosintesis alga hijau *Scenedesmus obliquus* berupa penurunan pertumbuhan populasi dan konsentrasi klorofil. Hal ini sesuai dengan penelitian Battacharya *et al.* (2010), bahwa alga *Daphnia magna* yang diamati menunjukkan penurunan ukuran tubuh dan perubahan hormon dalam reproduksi. Efek dari *Low Density Polyethylene* (LDPE) juga dipelajari pada perilaku makan kerang biru (*Mytilus edulis*) yang terjadi pengurangan aktivitas penyaringan. *Low Density Polyethylene* (LDPE) juga dapat diangkut melalui rantai makanan akuatik dari alga, melalui zooplankton untuk ikan, mempengaruhi metabolisme lipid dan efek untuk kekenyangan palsu pada ikan (Cole, 2013).

Hasil penelitian yang dilakukan pada saluran pencernaan ikan, menunjukkan bahwa jenis mikroplastik yang paling dominan dari setiap sampel ikan yaitu jenis mikroplastik fiber. Jenis ini bersumber dari tali-talian atau pakaian yang terdegradasi selama bertahun-tahun. Hal ini sesuai dengan kebiasaan nelayan di pantai Sendang Biru yang menangkap ikan dengan menggunakan jaring. Jenis mikroplastik yang paling sedikit ditemui adalah jenis film yang berasal dari proses fragmentasi plastik kemasan maupun kantong plastik berbahan dasar dari polimer *polyethylene* (Wahyuningsih, 2018). Sesuai dengan pengamatan di kawasan Pantai Sendang Biru terdapat beberapa sampah kantong plastik hasil dari proses jual beli yang dilakukan.

Allah SWT menciptakan manusia dalam sebaik-baiknya keadaan dan mempunyai derajat yang lebih tinggi dibanding makhluk lain. Dalam ayat-ayat

Al-Quran, Allah SWT sering kali menyeru manusia untuk memperhatikan dan merenungkan ciptaan-Nya yang amat menakjubkan, agar manusia senantiasa selalu berfikir dan menjadi hamba Allah yang tunduk dan patuh. Sebagaimana Firman Allah SWT dalam (Q.S. Al-Imran [3]: 190-191) yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ

اللَّهَ قِيَمًا وَقُعودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا

سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka” (Q.S Al-Imran [3]: 190-191).

Allah telah memberi pernyataan pada seluruh ciptaan-Nya yang ada di langit atau di bumi dengan suatu tanda-tanda kebesaran-Nya. Namun, tanda-tanda kebesaran-Nya hanya diketahui oleh orang-orang yang memikirkannya (*ulul albab*). Menurut Muhaimin (2003), *ulul albab* merupakan orang yang memiliki pemahaman serta pemikiran yang benar. Dapat membuka pandangannya untuk menerima ayat-ayat Allah SWT pada alam semesta.

Menurut tafsir Ibnu Katsir lafadz *إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ* menjelaskan kekuasaan dan kebesaran Allah SWT yang menciptakan alam dan isinya. Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan hikmah-hikmah tertentu, tanpa sia-sia.

Lafadz لَا يُتَّيْلُ لِأُولِي الْأَلْبَابِ menjelaskan bahwa mereka yang mempunyai akal yang sempurna, karena dengan akal manusia dapat mengetahui segala sesuatu secara jelas untuk merenungi tanda-tanda kekuasaan Allah SWT. Menurut Lajnah (2012), manusia sejak dulu tersadarkan hatinya untuk lebih memahami kondisi alam semesta dan segala isinya, seperti bumi. Sains dan teknologi terus berkembang dengan menghasilkan para peneliti untuk melihat rahasia alam semesta secara bertahap.

Hal yang dapat diaplikasikan dalam dunia sains yaitu dengan melakukan penelitian terkait apa yang ada di alam semesta. Hal ini sesuai dengan pengkajian ilmu penelitian yang termasuk salah satu upaya menyadarkan masyarakat akan pentingnya menjaga kelestarian alam. Penelitian ini mengkaji mengenai identifikasi tipe dan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur. Hasil dari penelitian ini bermanfaat untuk keberlangsungan hidup masyarakat yang akan mempengaruhi adanya kontaminasi mikroplastik di lingkungan. Allah SWT berfirman pada (Q.S. Al-Baqarah [2]: 11-12) yang berbunyi:

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ﴿١١﴾ أَلَا إِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِن

لَا يَشْعُرُونَ ﴿١٢﴾

Artinya : “Dan bila dikatakan kepada mereka: “Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi”. Mereka menjawab: “Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan”. Ingatlah sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi mereka tidak sadar” (Q.S Al-Baqarah [2]: 11-12).

Ayat di atas menjelaskan mengenai larangan Allah SWT untuk melakukan kerusakan di muka bumi. Menurut ayat ini, orang yang melanggar perintah Allah SWT berarti orang tersebut berbuat kerusakan di muka bumi. Sementara itu, kesejahteraan hanya akan terwujud dengan adanya ketaatan (Katsir, 2007). Ketidak seimbangan alam semesta diakibatkan oleh manusia yang lalai, hal ini terjadi pada lingkungan sekitar dengan banyaknya bencana alam yang terjadi seperti kerusakan hutan, tanah longsor, banjir bandang, dan lain-lain.

Aktivitas manusia telah menjadi masalah besar untuk keseimbangan lingkungan pada era modern ini. Seperti halnya, proses produksi dari suatu industri yang memperoleh bahan dari alam tetapi menghasilkan limbah produksi yang mencemari lingkungan. Permasalahan lingkungan yang dihadapi saat ini adalah pola konsumsi masyarakat yang meningkat dengan menggunakan plastik sekali pakai. Apabila tidak mendapat penanganan yang baik, limbah tersebut akan mencemari lingkungan. Allah SWT berfirman pada (Q.S. Shad [38]: 28) yang berbunyi:

أَمْ نَجْعَلُ الَّذِينَ ءَامَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ كَالْمُفْسِدِينَ فِي الْأَرْضِ أَمْ نَجْعَلُ الْمُتَّقِينَ كَالْفُجَّارِ ۚ

Artinya: *“Patutkah Kami menganggap orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal yang saleh sama dengan orang-orang yang berbuat kerusakan di muka bumi? Patutkah (pula) Kami menganggap orang-orang yang bertaqwa sama dengan orang-orang yang berbuat maksiat?”* (Q.S. Shad [38]: 28).

Menurut Katsir (2007), Allah SWT memerintahkan bahwa Dia tidak menciptakan makhlukNya dengan sia-sia. Allah menciptakan manusia untuk beribadah kepada-Nya dan mengesakan-Nya. Hal ini menjelaskan bahwa manusia yang tercipta dengan akal yang sempurna hendaknya senantiasa beribadah kepada

Allah. Salah satu bentuk ibadah di era modern ini adalah menjaga kelestarian alam yang tak lagi berkualitas, aneka spesies punah, degradasi alam, dan pencemaran lingkungan. Namun, faktanya manusia modern menggunakan alam yang dianugerahi Allah nyaris tanpa memakai standar etika. Ayat di atas mengajarkan pada manusia bahwa hendaknya baik sangka atas segala yang telah Allah ciptakan di bumi ini. Manusia yang beriman akan senantiasa berbuat baik di bumi ciptaan-Nya dengan tidak merusak atau mengeksploitasi alam secara berlebihan.

Seorang ahli di bidang sains dapat beramal saleh dengan melakukan penelitian mengenai problematika yang terjadi di alam saat ini. Misalnya pada penelitian ini dilakukan oleh penulis yang membuktikan bahwa adanya kontaminasi mikroplastik dari sampah plastik masyarakat yang telah terdegradasi menjadi ukuran kecil. Jumlah kontaminasi mikroplastik dalam lingkungan dapat berkurang dan bertambah terlepas dari aktivitas manusia yang dapat mencemari lingkungan sehingga dapat merugikan manusia itu sendiri. Oleh karena itu, semua manusia hendaknya memikirkan langkah penanggulangan penyelamatan lingkungan tersebut, bukan hanya mengandalkan usaha pemerintah.

Mawardi *et al.*, (2016) memberikan dukungan dengan menyatakan bahwa kerusakan atau krisis lingkungan yang terjadi dewasa ini hanya bisa diatasi dengan merubah cara pandang (persepsi) dan perilaku manusia terhadap lingkungannya. Perubahan perilaku ini hanya bisa dilakukan melalui proses pembelajaran dan pendidikan yang menanamkan etika terhadap lingkungan. Menurut Musthofa *et al.*, (2017) sudah saatnya praktik-praktik pendidikan khususnya di perguruan tinggi menjadi wahana terbaik dalam menyiapkan

Sumber Daya Manusia (SDM) dengan derajat etis tinggi terhadap kehidupan sosial dan lingkungan hidup.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tipe mikroplastik yang ditemukan pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) adalah mikroplastik tipe fiber, fragmen, dan film. Jumlah mikroplastik tipe fiber seluruhnya adalah 236 partikel, jumlah mikroplastik tipe fragmen adalah 26 partikel, jumlah mikroplastik tipe film adalah 15 partikel.
2. Kelimpahan mikroplastik tertinggi adalah pada sampel pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) kawasan Pantai Sendang Biru adalah 6,2 partikel/ekor, kelimpahan mikroplastik pada sampel pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) daerah pangkalan pos TNI AL adalah 2,93, Kelimpahan mikroplastik pada tempat pelelangan ikan (TPI) Pondok Dadap adalah 4,8 partikel/ekor, dan Kelimpahan mikroplastik tempat pelelangan ikan (TPI) Kondang Buntung adalah 4,27 partikel/ekor.
3. Jenis polimer mikroplastik yang ditemukan pada saluran pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) adalah jenis polimer *Polypropylene* (PP), *High Density Polyethylen* (HDPE), *Polyethylene* (PE), *Poly(methyl methacrylate)*, *Nylon*, *Polycarbonate* (PC), *Polyvinylchloride* (PVC), *Polyethylene Terophthalate* (PETE), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE).

3.2 Saran

Saran untuk penelitian mikroplastik yang dilakukan pada biota adalah:

1. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi mikroplastik pada saluran pencernaan ikan, sehingga diperlukan penelitian pada organ spesifik ikan seperti daging ataupun saluran pernafasan untuk melihat perbandingan antar organ yang diteliti
2. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel Bulan Februari yang diketahui Musim Barat dengan arus air yang kencang, sehingga diperlukan penelitian selanjutnya untuk mempertimbangkan musim saat pengambilan sampel.
3. Pada penelitian ini dilakukan Uji FTIR untuk mengetahui jenis polimer mikroplastik, sehingga diperlukan penelitian selanjutnya untuk uji senyawa yang terkandung dalam polimer mikroplastik
4. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi mikroplastik pada ikan dengan metode eksplorasi, sehingga diperlukan penelitian selanjutnya untuk melakukan penelitian secara eksperimen untuk melihat efek secara langsung mikroplastik pada biota laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, S., Rumi, S. S., Hu, Y., & Abidi, N. (2021). Microfibers from Synthetic Textiles as a Major Source of Microplastics in The Environment: A review. *Textile Research Journal*, 91:1-21. <https://doi.org/10.1177/0040517521991244>
- Agustinus Aryanto, D. (2017). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Buruh Nelayan di Pantai Sendangbiru Desa Tambakrejo Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu Ekonomi*, 1, 16–29.
- Allen, G. R., White, W. T., & Erdmann, M. V. (2013). Two new species of snappers (Pisces: Lutjanidae: Lutjanus) from the Indo-West Pacific. *Journal of the Ocean Science Foundation*, 6, 33–51.
- Amin, B., Galib, M., & Setiawan, F. (2020). Preliminary Investigation on the Type and Distribution of Microplastics in the West Coast of Karimun Besar Island. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 430, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Anam, C., & Atom, L. F. (2007). Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi Ftir. *Berkala Fisika*, 10(1), 79–85.
- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Andriyono, S., Alam, M. J., & Kim, H. W. (2019). Environmental DNA (eDNA) metabarcoding: Diversity study around the pondok dadap fish landing station, Malang, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(12), 3772–3781. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201241>
- Arthur, C., Baker, J., & Bamford, H. (2009). Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence , Effects , and Fate of Microplastic Marine Debris. *Group, January*, 530.
- Auta, H. S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environmentA review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*, 102, 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>
- Avio, C. G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., D'Errico, G., Pauletto, M., Bargelloni, L., & Regoli, F. (2015). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. *Environmental Pollution*, 198, 211–222. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.12.021>
- Ayu Ramadhini Hastuti, Fredinan Yulianda, Y. W. (2014). Distribusi spasial sampah laut di ekosistem mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta Spatial distribution of marine debris in mangrove ecosystem of Pantai Indah Kapuk, Jakarta *Bonorowo Wetlands*, 4(2), 94–107. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w040203>
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- Batel, A., Linti, F., Scherer, M., Erdinger, L., & Braunbeck, T. (2016). Transfer of benzo[a]pyrene from microplastics to Artemia nauplii and further to zebrafish via a trophic food web experiment: CYP1A induction and visual

- tracking of persistent organic pollutants. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(7), 1656–1666. <https://doi.org/10.1002/etc.3361>
- Besseling, E., Foekema, E. M., Van Franeker, J. A., Leopold, M. F., Kühn, S., Bravo Rebolledo, E. L., Heße, E., Mielke, L., IJzer, J., Kamminga, P., & Koelmans, A. A. (2015). Microplastic in a macro filter feeder: Humpback whale *Megaptera novaeangliae*. *Marine Pollution Bulletin*, 95(1), 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.007>
- Camedda, A., Marra, S., Matiddi, M., Massaro, G., Coppa, S., Perilli, A., Ruiiu, A., Briguglio, P., & de Lucia, G. A. (2014). Interaction between loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) and marine litter in Sardinia (Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research*, 100, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.12.004>
- Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V., & Uricchio, V. F. (2020). A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph17041212>
- Chang, M. (2015). Reducing microplastics from facial exfoliating cleansers in wastewater through treatment versus consumer product decisions. *Marine Pollution Bulletin*, 101(1), 330–333. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.074>
- Chang, X., Xue, Y., Li, J., Zou, L., & Tang, M. (2020). Potential health impact of environmental micro- and nanoplastics pollution. *Journal of Applied Toxicology*, 40(1), 4–15. <https://doi.org/10.1002/jat.3915>
- Chatterjee, S., & Sharma, S. (2019). Microplastics in our oceans and marine health. *Field Actions Science Report*, 2019(Special Issue 19), 54–61.
- Choi, J. S., Jung, Y. J., Hong, N. H., Hong, S. H., & Park, J. W. (2018). Toxicological effects of irregularly shaped and spherical microplastics in a marine teleost, the sheepshead minnow (*Cyprinodon variegatus*). *Marine Pollution Bulletin*, 129(1), 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.02.039>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. LPTIK Universitas Andalas
- Dewi, I.S., Budiarsa, A.A., (2015). *Distribusi Mikroplastik Pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara*. DEPIK 4
- Dewi, P. F. A., Widarti, I. G. A. A., & Sukraniti, D. P. (2018). Pengetahuan Ibu tentang Ikan dan Pola Konsumsi Ikan pada Balita di Desa Kedonganan Kabupaten Badung. *Journal of Nutrition Science*, 7(1), 16–20.
- Dinas Kelautan Dan Perikanan. (2016). Kabupaten Malang dalam Angka 2016. In *Kabupaten Malang*.
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., & Reisser, J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE*, 9(12), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal>

pone.0111913

- Ernawati, T. (2007). Distribusi Dan Komposisi Jenis Ikan Demersal Yang Tertangkap Trawl Pada Musim Barat Di Perairan Utara Jawa Tengah. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 7(1), 41–45.
- Fernandes, J. F. F., Freitas, J., Nunes, Y. B. S., Lobato, R. S., & Figueiredo, M. B. (2021). Feeding habits of *Lutjanus synagris* (Teleostei: Lutjanidae) in the Amazon Coast of the Northeast Region of Brazil. *Boletim Do Instituto de Pesca*, 46(4), 1–12. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2020.46.4.592>
- Fischer, E.K., Paglialonga, L., Czech, E., Tamminga, M., 2016. Microplastic pollution in lakes and lake shoreline sediments e a case study on Lake Bolsena and Lake Chiusi (Central Italy). *Environ. Pollut.* 213, 648e657
- Findra, M. (2016). Perpindahan Ontogenetik Habitat Ikan Di Perairan Ekosistem Hutan Mangrove. *Media Konservasi*. 21(03). 304-309
- Froese, R. & D. P. (2021). *Fishbase*. <https://www.fishbase.se/search.php>
- Gallagher, A., Rees, A., Rowe, R., Stevens, J., & Wright, P. (2016). Microplastics in the Solent estuarine complex, UK: An initial assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 102(2), 243–249. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.002>
- Garside, M. (2021). Global Plastic Production From 1950 to 2020. In <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950>.
- Geary, B. (2007). patterns of habitat use by newly settled red snapper in the northwestern gulf of mexico. in patterson wf, cowan, jh, fitzhugh gr, nieland dl (eds.). red snapper ecology and fisheries in the u.s. gulf of mexico. *American Fisheries Society Special Publication*, 60, 25–28.
- GESAMP. (2016). *Source, Fate, and Effects of Microplastics in The Marine Environment: Part Two of A Global Assessment, Report and Studies*. International Maritime Organization.
- GESAMP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. (2015). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment”. *Reports and Studies GESAMP*, 90, 96. issn: 1020-4873%5Cnhttp://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics_full_study.pdf
- Gilbert, M. (2016). Plastics Materials: Introduction and Historical Development. *Brydson's Plastics Materials: Eighth Edition*, 2–18. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35824-8.00001-3>
- Godswill, A. (2019). Physiological Effects of Plastic Wastes on the Endocrine System (Bisphenol A, Phthalates, Bisphenol S, PBDEs, TBBPA). *International Journal of Bioinformatics and Computational Biology*, 4(2), 11–29.
- Gola, D., Kumar Tyagi, P., Arya, A., Chauhan, N., Agarwal, M., Singh, S. K., & Gola, S. (2021). The impact of microplastics on marine environment: A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*, 16(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100552>
- Gregory, M. R. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings- entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2013–2025. <https://doi.org/10.1098/>

rstb.2008.0265

- Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S., & Faggio, C. (2018). Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 64, 164–171. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2018.10.009>
- Handartoputra, A. (2015). Penilaian Kerentanan Pantai di Sendang Biru Kabupaten Malang Terhadap Variabel Oceanografi Berdasarkan Metode CVI (Coastal Vulnerability Index). *Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Maquares*, 4(1), 91–97.
- Hastuti, A. R., Yulianda, & Wardiatno. (2014). Distribusi Spasial Sampah Laut di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*, 4(2), 94–107.
- Hermawan, D. (2006). *Prospektif Pengembangan Kawasan Pesisir Sendang Biru Untuk Industri Perikanan Terpadu*.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46(6), 3060–3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Hirai *et al.* 2011. Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine Pollution Bulletin* 62 (8): 1683–1682.
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (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, 165–171. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204>
- Hoss DE, Settle LR. (1990). Ingestion of plastic by teleost fishes. In: Shomura RS, Godfrey ML. (Eds.). *Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris 2-7 April 1989, Honolulu, Hawaii*, US Department of Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFC-154: 693–709.
- Isobe, A. (2016). Percentage of microbeads in pelagic microplastics within Japanese coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 110(1), 432–437. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.030>
- Jabeen, K., Su, L., Li, J., Yang, D., Tong, C., Mu, J., & Shi, H. (2017). Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China. *Environmental Pollution*, 221, 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.055>
- Jackson, G. D., Buxton, N. G., & George, M. J. A. (200 C.E.). Diet of the southern opah *Lampris immaculatus* on the Patagonian Shelf. *Marine Ecology Progress Series*, 206(M1), 261–271.
- Jambeck, J., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). The Ocean : the Ocean : *Marine Pollution*, 347(6223), 768-. <https://science.sciencemag.org/CONTENT/347/6223/768.abstract>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Entradas de residuos plásticos desde la tierra al océano. *Ciencia*, 347(6223), 768–771. <http://www.sciencemag.org/>

- cgi/doi/10.1126/science.1260879%0Ahttps://www.sciencemag.org/lookup/d
oi/10.1126/science.1260352
- Jung, R. Melissa. (2018). Validation of ATR FT-IR to Identify Polymers of Plastic Marine Debris, Including Those Ingested by Marine Organisms. *Journal of Marine Pollution Bulletin*. 127 704-716
- Karapanagioti, H.K., (2015). *Hazardous Chemicals and Microplastics in Coastal and Marine Environments*. Micro 2015. Book of abstracts.
- Karbalaee, S., Golieskardi, A., Hamzah, H. B., Abdulwahid, S., Hanachi, P., Walker, T. R., & Karami, A. (2019). Abundance and characteristics of microplastics in commercial marine fish from Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, 148(July), 5–15. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.072>
- Karuniastuti, N. (2013). Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Forum Teknologi*, 03(1).
- Katsir, I. (2014). *afsir Ibnu Katsir. Terjemahan oleh M. Abdul Ghoffar dan Abu Ihsan al-Atsari*. Pustaka Imam Syafi'i.
- Kingfisher, J. (2011). Microplastic Debris Accumulation on Puget Sound Beaches. Port Townsend Marine Science Center
- KKP. (2021). Kelautan dan Perikanan. In <https://statistik.kkp.go.id/home.php>.
- Kovač Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., & Kržan, A. (2016). Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments : JoVE*, 118, 1–9. <https://doi.org/10.3791/55161>
- Lahtela, V., Hyvärinen, M., & Kärki, T. (2019). Composition of plastic fractions in waste streams: Toward more efficient recycling and utilization. *Polymers*, 11(1), 1–7. <https://doi.org/10.3390/polym11010069>
- Lasut, R., Wenas, D. R., & Silangen, P. M. (2020). Charm Sains Jurnal Pendidikan Fisika Unima Kajian Gugus Fungsi Dan Komposisi Mineral Batuan Teralterasi Menggunakan Spektroskopi Sem-Edx Dan Ftir Pada. *Jurnal Pendidikan Fisika UNIMA*, 1(2), 19–23.
- Li, J., Liu, H., & Paul Chen, J. (2018). Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. *Water Research*, 137, 362–374. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.12.056>
- Lusher, A. L., McHugh, M., & Thompson, R. C. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1–2), 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.028>
- Luthfi, O. M., Pujarahayu, P., S, K. F., Wahyudiarto, A., Fakri, S. R., Sofyan, M., Ramadhan, F., A, M. A. G., Murian, S., Tovani, I., Mahmud, M., Adi, D., & Abdi, F. (2016). Biodiversitas Dan Populasi Ikan Karang Di Perairan Selat Sempu Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 9(1), 43. <https://doi.org/10.21107/jk.v9i1.1019>
- Mallik, A., Xavier, K. A. M., Naidu, B. C., & Nayak, B. B. (2021). Ecotoxicological and physiological risks of microplastics on fish and their possible mitigation measures. *Science of the Total Environment*, 779, 146433. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146433>
- Manalu, A. (2017). Kelimpahan Mikroplastik di Teluk Jakarta. *Thesis*. Sekolah

Pascasarjana IPB.

- Mardiono Jacobeb, A., Suptijah, P., & Ayu Kristantina, W. (2015). Komposisi Asam Lemak, Kolesterol, dan Deskripsi Jarinagn Fillet Ikan Kakap Segar dan Goreng. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(1), 98–107. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2015.18.1.98>
- Marwati, S. (2010) Pemilihan Kemasan dan Peralatan Makan Berbahan Plastik yang Aman Bagi Kesehatan. *Jurnal FMIPA*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Masura, N. (2015). *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*. July.
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73. <https://doi.org/10.22146/jfs.45871>
- McCormick, A. R., Hoellein, T. J., London, M. G., Hittie, J., Scott, J. W., & Kelly, J. J. (2016). Microplastic in surface waters of urban rivers: Concentration, sources, and associated bacterial assemblages. *Ecosphere*, 7(11). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1556>
- Melianawati, R., & Aryati, R. W. (2012). Budidaya Ikan Kakap Merah *Lutjanus sebae*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 80–88.
- Moore, C. J., Lattin, G. L., & Zellers, A. F. (2004). Density of Plastic Particles Found in Zooplankton Trawls from Coastal Waters of California to the North Pacific Central Gyre. *In The Plastic Debris Rivers to Sea Conference, Redondo Beach, California, USA*.
- Naik, Rahul. A. (2020). Microplastic Particle Versus Fiber Generation During Photo-Transformation in Simulated Seawater. *Journal of The Total Environment*, 7(36)
- Nelms, S. E., Duncan, E. M., Broderick, A. C., Galloway, T. S., Godfrey, M. H., Hamann, M., Lindeque, P. K., & Godley, B. J. (2016). Plastic and marine turtles: A review and call for research. *ICES Journal of Marine Science*, 73(2), 165–181. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv165>
- Ogonowski, M., schur, C., jersan, A. and Gorokhova, E. (2016). Physiological Effects of Plastic Wastes on the Endocrine System (Bisphenol A , Physiological Effects of Plastic Wastes on the Endocrine System (Bisphenol A , Phthalates , Bisphenol S , PBDEs , TBBPA). ... *Journal of Bioinformatics and ...*, February 2020. https://www.researchgate.net/profile/Chinaza-Awuchi/post/What-is-your-opinion-about-plastic-waste/attachment/5e691518cfe4a7bbe5650307/AS%3A867942325551109%401583944984666/download/Physiological_Effects_of_Plastic_Wastes_on_the_End.pdf
- Oktavitani, S. (2018). Mengenal Marga *Lutjanus*, Salah Satu Komoditas Unggulan Dalam Perikanan Tangkap. *Oseana*, XLIII(3), 29–39.
- Oktaviyani, S. (2018). Mengenal Marga *Lutjanus*, Salah Satu Komoditas Unggulan Dalam Perikanan Tangkap. *Oseana*, 13(3), 29–39.
- Pannetier Pauline, et al. (2020). Environment Samples of Microplastics Induce Significant Toxic Effects in Fish Larvae. *Journal of Environmental International* 1(34)
- Phillips, M. B., & Bonner, T. H. (2015). Occurrence and amount of microplastic

- ingested by fishes in watersheds of the Gulf of Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 100(1), 264–269. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.08.041>
- Prata, J. C. (2018). Airborne microplastics: Consequences to human health? Airborne microplastics: Consequences to human health? *. *Environmental Pollution*, 234(February), 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>
- Purba, R. (2013). Perkembangan Awal Ikan Kakap Merah, *Lutjanus argentimaculatus*. *Oseana*, XIX(2005), 11–20.
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Putri, Siska Melda. (2021). Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Pada Biota (Ikan) di Perairan Pantai Sendang Biru Malang. *Thesis*. Malang. UIN Malang
- Rakesh, P., Charmi, P., & Rajesh, K.. (2014). Quantitative Analytical applications of FTIR Spectroscopy in Pharmaceutical and Allied Areas. *Journal of Advanced Pharmacy Education & Research*, 4(2), 145–157.
- Reimonn, G., Lu, T., Gandhi, N., & Chen, W. T. (2019). Review of microplastic pollution in the environment and emerging recycling solutions. *Journal of Renewable Materials*, 7(12), 1251–1268. <https://doi.org/10.32604/jrm.2019.08055>
- Ridhoi, R. (2020). *Potensi Edutourism di Pesisir Selatan Malang, Jawa Timur*.
- Ritchie, H. & M. R. (2018). *Plastic Pollution*. Online at Our World In Data. <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>
- Roch, S., Friedrich, C., & Brinker, A. (2020). Uptake routes of microplastics in fishes: practical and theoretical approaches to test existing theories. *Scientific Reports*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60630-1>
- Russel, D.J. (2012). A Review of The Biology, Ecology, Distribution and Control of Mozambique Tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters 1852) (Pisces: Cichilidae) with particular Emphasis on Invasive Australian Populations. *Journal of Rev Fish Biol Fisheries*. 22: 533-554
- Ryan PG.(1998). Effect of ingested plastic on seabird feeding: evidence from chickens. *Marine Pollution Bulletin*. 19(3): 125-128.
- Said, A. (2012). *Buku Pengayaan Seri Perikanan. Budidaya Ikan Kakap*. JP Books.
- Savira, B. M. (2020). No TitleKelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik di Pantai Kondang Merak dan Pantai Sendang Biru, Malang Selatan. In *PhD Thesis Universitas Brawijaya*.
- Schmidt, C., Krauth, T., & Wagner, S. (2017). Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environmental Science and Technology*, 51(21), 12246–12253. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02368>
- Scott BM. 2007. Keeping the Emperor Snapper *Lutjanus sebae*. www.tfhmagazine.com. Diakses pada tanggal 28 Mei 2016.
- Shihab, M. (2005). *Tafsir al misbah pesan, kesan, dan keserasian al-qur'an*. Penerbit lentera hati.
- Shihab, M. (2005). *Tafsir al misbah pesan, kesan, dan keserasian al-qur'an*.
- Sigit, Fakhri Akbar. (2021). Studi Distribusi Mikroplastik Akibat Pengaruh Pergerakan Arus Di Permukaan Perairan Sendang Biru, Malang Pada Musim Peralihan II Tahun 2018. *Thesis*. Malang Universitas Brawijaya

- Silviyah, S. (2015). *Penggunaan Metode FT-IR (Fourier Transform Infra Red) Untuk Mengidentifikasi Gugus Fungsi Pada Proses Pembaluran Penderita Mioma*. April.
- Simonsen, K. A., Cowan, J. H., & Boswell, K. M. (2015). Habitat differences in the feeding ecology of red snapper (*Lutjanus campechanus*, Poey 1860): a comparison between artificial and natural reefs in the northern Gulf of Mexico. *Environmental Biology of Fishes*, 98(3), 811–824. <https://doi.org/10.1007/s10641-014-0317-9>
- Siregar, E. S. dan N. M. W. (2020). Lingkungan Hidup. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 8(9), 1689–1699.
- Smith, M., Love, D. C., Rochman, C. M., & Neff, R. A. (2018). Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health. *Current Environmental Health Reports*, 5(3), 375–386. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0206-z>
- Sugiyono. (2011). *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta.
- Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*. 3:32–40.
- Teimori, Azad. (2021). Macro-and Microscopic Morphology of The Flank Scales of Families Lutjanidae and Serranidae from The Persian Gulf Coral Reefs (Teleosts: Perciformes). *Journal of Environment*. 6(08)
- Tiara Dewi, Muhammad Amir Masruhim, R. S. (2016). 濟無No Title No Title No Title. *Laboratorium Penelitian Dan Pengembangan FARMAKA TROPIS Fakultas Farmasi Universitas Mualawarman, Samarinda, Kalimantan Timur*, April, 5–24.
- United Nations Environment Programme. (2009). Converting Waste Plastics into a Resource Compendium of Technologies. *United Nations Environmental Programme*, 1–51.
- Vandermeersch, G., Van Cauwenberghe, L., Janssen, C. R., Marques, A., Granby, K., Fait, G., Kotterman, M. J. J., Diogène, J., Bekaert, K., Robbens, J., & Devriese, L. (2015). A critical view on microplastic quantification in aquatic organisms. *Environmental Research*, 143(2014), 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.07.016>
- Veerasingham, S. (2021). Contributions of Fourier Transform Infrared Spectroscopy in Microplastic Pollution Research: A Review. *Optical Reviews in Environmental Science and Technology*. 51(22), 2681-2743
- Victoria, A.V., (2017). *Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar*. Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.
- Vironita, F., Rispiningtati, & Marsudi, S. (2012). Analisis Stabilitas Penyumbatan Muara Sungai Sungai Dan Pola Pergerakan Sedimen Pada Muara. *Grvitasi*, 2. 112-180-1-PB (3).pdf
- Virsek, M.K., Platinus, A. (2016). *Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis* . J. Vis. Exp. 118: 55161
- Wahyuningsih, P. dan T. E. (2013). Parameter Populasi Ikan Kakap Mera (*Lutjanus malabaricus*) Di Perairan Laut Jawa Bagian Timur. *Population Parameters of Red Snapper. (Lutjanus malabaricus)* IN. *Bawal*, 5(3), 175–179.
- Wells, R. J. D., Cowan, J. H., Patterson, W. F., & Walters, C. J. (2008). Effect of trawling on juvenile red snapper (*Lutjanus campechanus*) habitat selection and life history parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic*

- Sciences*, 65(11), 2399–2411. <https://doi.org/10.1139/F08-145>
- Wibawa, I. G. N. A. (2017). Kualitas Air Pada Ekosistem Terumbu Karang di Selat Sempu, Sendang Biru, Malang. *Segara*, 13(1), 25–35.
- Wick, A. F., Daniels, W. L., Orndorff, Z. W., & Alley, M. M. (2013). Organic matter accumulation post-mineral sands mining. *Soil Use and Management*, 29(3), 354–364. <https://doi.org/10.1111/sum.12058>
- Widianarko, B., & Hantoro, I. (2018). Mikroplastik Mikroplastik dalam Seafood Seafood dari Pantai Utara Jawa. In *Unika Soegijapranata. Semarang*.
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 178, 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- Xu, Z., Takizawa, F., Parra, D., Gómez, D., Von Gersdorff Jørgensen, L., Lapatra, S. E., & Sunyer, J. O. (2016). Mucosal immunoglobulins at respiratory surfaces mark an ancient association that predates the emergence of tetrapods. *Nature Communications*, 7. <https://doi.org/10.1038/ncomms10728>
- Yokota, K., Waterfield, H., Hastings, C., Davidson, E., Kwietniewski, E., & Wells, B. (2017). Finding the Missing Piece of the Aquatic Plastic Pollution Puzzle: Interaction Between Primary Producers and Microplastics. *Limnology and Oceanography Letters*. 2(4):91–104. <https://doi.org/10.1002/lol2.10040>
- Yona, D., Nandaningtyas, Z., Siagian, B. D. M., Sari, S. H. J., Yunanto, A., Iranawati, F., Fuad, M. A. Z., Putri, J. C. A., & Maharani, M. D. (2019). Microplastic in The Bali Strait: Comparison of Two Sampling Methods. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 24(4), 153. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.24.4.153-158>
- Zaki, M. R. M., Ying, P. X., Zainuddin, A. H., Razak, M. R., & Aris, A. Z. (2021). Occurrence, abundance, and distribution of microplastics pollution: an evidence in surface tropical water of Klang River estuary, Malaysia. *Environmental Geochemistry and Health*, 43(9), 3733–3748. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00872-8>
- Zhao, T, Lozano M., Rillig. (2021). Microplastics Increase Soil pH and Decrease Microbial Activities as a Function of Microplastic Shape, Polymer Type, and Exposure Time. *Journal of Environment Science*. Volume 9
- Zhou, Q., Zhang, H., Fu, C., Zhou, Y., Dai, Z., Li, Y., Tu, C., & Luo, Y. (2018). The distribution and morphology of microplastics in coastal soils adjacent to the Bohai Sea and the Yellow Sea. *Geoderma*, 322(February), 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.02.015>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi Tiap Stasiun Pengambilan Sampel



Stasiun 1 (Kawasan POS TNI AL)



Sisa Jaring Ikan Nelayan yang Berserakan di Stasiun 1



Sampah Plastik dan Tali Tambang



Stasiun 2 (Kawasan Wisata Pantai Sendang Biru)



Tumpukan Sampah Sisa Bongkar Muat Nelayan Di Stasiun 2



Wisatawan di Pantai Sendang Biru



Sampah Domestik



Stasiun 3 (Kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pondok Dadap)



Sampah Domestik dan Sisa Bongkar Muat Nelayan



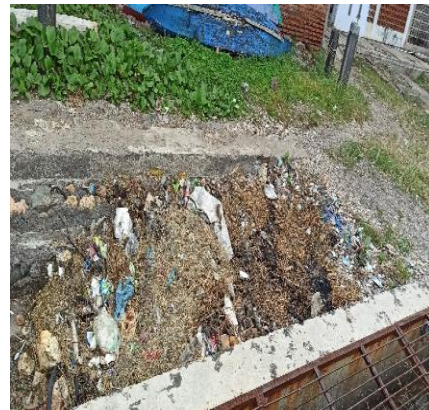
Tempat Sampah Tidak Terawat



Limbah Sampah Plastik Pasar Ikan



Stasiun 4 (Kawasan TPI Kondang Buntung)



Tumpukan Sampah Plastik di TPI Kondang Buntung

Lampiran 2. Pengambilan Sampel Ikan



Pengambilan Sampel Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*)



Pengambilan Perangkap Ikan



Pengambilan Saluran Pencernaan Ikan di Lokasi

Lampiran 3. Pengolahan Sampel di Laboratorim



Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*)



**Membuat Larutan Venton
(Campuran FeSO_4 dan H_2SO_4)**



**Menambahkan Larutan H_2O_2 30%
sebanyak 20 ml**



**Campuran Larutan H_2O_2 30%
sebanyak 20 ml dan venton 5 tetes**



Pemanasan Sampel



Penyaringan Sampel



Pemberian NaCl



Identifikasi Tipe Mikroplastik Di Bawah Mikroskop



Uji FTIR di ITS

Lampiran 4. Titik Koordinat Pada Tiap Stasiun Pengambilan Sampel Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)

No.	Stasiun	Lokasi	Koordinat	
			LS	BT
1.	Stasiun 1	Kawasan sandaran kapal pos Angkatan Laut	8°25'54.62"	112°41'14.48"
2.	Stasiun 2	Kawasan wisata pantai	8°26'4.24"	112°41'8.03"
3.	Stasiun 3	Kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pondok Dadap	8°26'10.28"	112°40'58.85"
4.	Stasiun 4	Kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kondang Buntung	8°26'17.88"	112°40'46.52"

Lampiran 5. Tipe Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*L. argentimaculatus*) Tiap Stasiun Pengambilan Sampel

Nama Stasiun	Jumlah Ikan (ekor)	Tipe Mikroplastik	Jumlah Partikel
Kawasan POS TNI AL	15	Fiber	41
		Fragmen	2
		Film	2
Total			44
Kawasan Wisata Pantai Sendang Biru	15	Fiber	77
		Fragmen	11
		Film	5
Total			93
Kawasan TPI Pondok Dadap	15	Fiber	53
		Fragmen	13
		Film	6
Total			72
Kawasan TPI Kondang Buntung	15	Fiber	62
		Fragmen	0
		Film	2
Total			64

**Lampiran 6. Kelimpahan Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan
Kakap Merah (*L. argentimaculatus*)**

Nama Stasiun	Jumlah Ikan (ekor)	Tipe Mikroplastik	Jumlah Partikel	Kelimpahan Total Mikroplastik (partikel/individu)
Kawasan POS TNI AL	15	Fiber	41	
		Fragmen	2	
		Film	2	
Total			44	2,93
Kawasan Wisata Pantai Sendang Biru	15	Fiber	77	
		Fragmen	11	
		Film	5	
Total			93	6,20
Kawasan TPI Pondok Dadap	15	Fiber	53	
		Fragmen	13	
		Film	6	
Total			72	4,80
Kawasan TPI Kondang Buntung	15	Fiber	62	
		Fragmen	0	
		Film	2	
Total			64	4,27



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax.
(0341) 572533

Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ilvi Nurdhiana
NIM : 18620053
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2021/2022
Pembimbing : Bayu Agung Prahardika, M.Si
Judul Skripsi : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	08/09/2021	Konsultasi judul dan lokasi penelitian	
2.	01/10/2021	Pemaparan uji pendahuluan	
3.	02/12/2021	Konsultasi naskah proposal	
4.	24/12/2021	Bimbingan Bab I	
5.	10/01/2021	Bimbingan Bab II dan III	
6.	11/01/2021	ACC naskah proposal	
7.	11/05/2022	Konsultasi Bab IV terkait susunan pembahasan	
8.	13/05/2022	Penyerahan revisi Bab IV	
9.	20/05/2022	Revisi Bab IV terkait grafik dan gambar	
10.	27/05/2022	Penyerahan file skripsi Bab I-V	

Pembimbing Skripsi I

Bayu Agung Prahardika
NIP. 19900807 201903 1 011



Malang, 21 Juni 2022
Ketua Program Studi

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



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax.
(0341) 572533

Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ilvi Nurdhiana

NIM : 18620053

Program Studi : S1 Biologi

Semester : Genap TA 2021/2022

Pembimbing : Oky Bagas Prasetyo, M.PdI.

Judul Skripsi : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dari Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang Jawa Timur

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	07/12/2021	Bimbingan Naskah Proposal	
2.	13/12/2021	Bimbingan Naskah Proposal	
3.	14/12/2021	ACC Naskah Proposal	
4.	19/04/2022	Konsultasi Bab IV	
5.	23/04/2022	Bimbingan Bab IV	
6.	17/05/2022	Bimbingan Bab IV	
7.	17/05/2022	ACC Skripsi	

Pembimbing Skripsi II

Okky Bagas Prasetyo, M.PdI.
NIDT. 19890113 20180201 1 244



Dr. Evika Bandi Sayiti, M.P
NIDT. 19741016 200312 2 002



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA
MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI**

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341)
558933

Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email:
biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Ilvi Nurdhiana
NIM : 18620053
Judul : Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik
pada Saluran Pencernaan Ikan Kakap
Merah (*Lutjanus argentimaculatus*) dari
Pantai Sendang Biru Kabupaten Malang
Jawa Timur

No	Tim Cek Plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1.	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2.	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3.	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4.	Dr. Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD. Med.Sc	25%	



Mengetahui
Ketua Program Studi Biologi

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