

**IDENTIFIKASI JENIS DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA  
AIR PERMUKAAN & PENCERNAAN IKAN WADER CAKUL (*Barbodes  
binotatus*) DI SUNGAI PEKALEN KABUPATEN PROBOLINGGO**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
IRSYADILLAH FAQIH  
NIM. 18620035**



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

**IDENTIFIKASI JENIS DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA  
AIR PERMUKAAN & PENCERNAAN IKAN WADER *Barbodes binotatus*  
DI SUNGAI PEKALEN KABUPATEN PROBOLINGGO**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**IRSYADILLAH FAQIH**

**18620035**

**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**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**IDENTIFIKASI JENIS DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA  
AIR PERMUKAAN & PENCERNAAN IKAN WADER CAKUL (*Barbodes  
binotatus*) DI SUNGAI PEKALEN KABUPATEN PROBOLINGGO**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**IRSYADILLAH FAQIH  
NIM. 18620035**

**Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
tanggal: 31 Agustus 2022**

**Pembimbing I**



**Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si  
NIP. 19671113 199402 2 001**

**Pembimbing II**



**Mujahidin Ahmad, M.Sc  
NIP. 19860512 201903 1 002**

**Mengetahui**

**Ketua Program Studi**



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

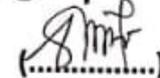
HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI JENIS DAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA  
AIR PERMUKAAN DAN PENCERNAAN IKAN WADER CAKUL  
(*Barbodes binotatus*) DI SUNGAI PEKALEN KABUPATEN  
PROBOLINGGO

SKRIPSI

Oleh:  
IRSYADILLAH FAQIH  
NIM.18620035

telah dipertahankan  
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai  
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)  
Tanggal: 05 November 2022

Ketua Penguji	Dr. Dwi Suheriyanto, M.P NIP. 19740325 200312 1 001	
Anggota Penguji I	Bayu Agung Prahardika, M.Si NIP. 19900807 201903 1 011	
Anggota Penguji II	Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si NIP. 19671113 199402 2 001	
Anggota Penguji III	Mujahidin Ahmad, M.Sc NIP. 19860512 201903 1 002	

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Biologi



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

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya ucapkan atas limpahan rahmat, berkah serta hidayah Allah sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan dan penelitian saya dan semoga menjadi berkah untuk kita semua. Sholawat serta salam semoga selalu tertuju atas junjungan kita Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam* yang telah menjadi suri tauladan kita, menjadi penerang dan penunjuk jalan yang benar yakni Islam.

Tulisan ini dipersembahkan kepada:

Orang tua saya, bapak Pagi dan ibu Laswati yang senantiasa memberikan kasih sayang, motivasi, semangat, dukungan serta do'a dalam setiap hembusan nafasnya. Kepada kedua adik laki-laki saya Abdirrahman Faqih dan Waliyyu Ahdin Faqih yang sangat saya sayangi serta turut membantu dalam proses penelitian saya.

Kepada orang tua kedua saya, seluruh jajaran pengasuh Pondok Pesantren Darul Lughah Wal Karomah khususnya KH. Amir Mahmud Ali Wafa Baidlowi, Ny. H. Mamjudah dan Ny. H. Jamilatul Lailiyah. Betapa saya sangat bersyukur Allah takdirkan saya bertemu dan mengenal beliau sebagai guru sekaligus orangtua saya. Yang telah membimbing saya, memberikan dukungan, nasihat dan suri tauladan yang semoga Allah balas dengan balasan terbaiknya.

Beribu ungkapan terimakasih dan syukur yang tidak mungkin bisa saya berikan kepada sahabat-sahabat seperjuangan saya di jurusan, Endah Eni, Mahda Nurdiana, Tania Arifka Anggi Pratiwi; sahabat-sahabat seperjuangan dari pondok pesantren Darul Lughah Wal Karomah, serta sahabat-sahabat maduris. Terimakasih telah menemani, saling membantu, saling mendukung dalam duka dan suka selama pergantian detik saya di kota dingin ini.

Terimakasih saya ucapkan kepada seluruh teman-teman Biologi angkatan 2018 khususnya kelas D (D'Bams) atas segala kenangan, bantuan, pembelajaran dan tali persaudaraan yang kita rajut pertama kali empat tahun lalu.

Terimakasih kepada seluruh member BTS (Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung dan Jeon Jungkook) dengan beribu konten yang turut menemani dan memberi banyak hiburan serta pembelajaran. Terimakasih telah hadir di hari-hari saya.

Begitu pula seluruh pihak yang telah membantu dan menemani saya dalam penelitian dan penulisan skripsi ini. Semoga Allah senantiasa melimpahi kita semua dengan barakah, rahmat serta hidayahnya. Aamiin...

Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for just being me at all times.

## MOTTO

“ترجو النجاة ولم تسلك مسالكها, فاعلم انّ السفينة لا تجري على اليبس”

(Imam Syafi'i)

“Our tomorrow may be dark, painful, difficult. We might stumble or fall down. Stars shine brightest when the night is darkest. If the stars are hidden, we'll let moonlight guide us. If even the moon is dark, let our faces be the light that helps us find our way”.

(Kim Namjoon)

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Irsyadillah Faqih

NIM : 18620035

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air Permukaan dan Pencernaan Ikan Wader Cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo

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

Malang, Juni 2022

Yang membuat pernyataan,



Irsyadillah Faqih

NIM. 18620035

## **HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

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

# **Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air Permukaan dan Pencernaan Ikan Wader Cakul (*Barbodes Binotatus*) di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo**

Irsyadillah Faqih, Retno Susilowati, Mujahidin Ahmad

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

## **ABSTRAK**

Sungai merupakan sumber kesehatan perairan. Namun banyak dari sungai di Indonesia yang tercemar akibat sampah plastik yang sengaja dibuang oleh masyarakat sekitarnya. Salah satu sungai yang banyak ditemukan tumpukan sampah plastik adalah Sungai Pekalen. Seiring berjalannya waktu, sampah plastik tersebut akan terfragmentasi menjadi mikroplastik. Hal yang dikhawatirkan dari mikroplastik adalah dampak yang diakibatkan oleh mikroplastik itu sendiri terhadap biota perairan seperti ikan maupun terhadap manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kelimpahan jenis dan kelimpahan total baik pada sampel air maupun sampel pencernaan *Barbodes binotatus*, hubungan kelimpahan mikroplastik pada kedua sampel, serta polimer yang terkandung dalam mikroplastik tersebut. Penelitian termasuk penelitian quasi eksperimental dengan pendekatan eksploratif. Penelitian ini menggunakan metode *Purposive Sampling* pada 3 stasiun dan 3 titik di setiap stasiunnya dengan 3 kali pengulangan dalam rentan waktu 1 minggu. Metode pengujian sampel menggunakan metode modifikasi NOAA sedangkan identifikasi sampel menggunakan mikroskop stereo perbesaran 40-100x. Analisis data hubungan kelimpahan menggunakan SPSS 26 (uji pearson). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelimpahan jenis tertinggi adalah fiber (1900 partikel/m<sup>3</sup>) disusul dengan film (233 partikel/m<sup>3</sup>) dan fragmen (217 partikel/m<sup>3</sup>). Begitu juga pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus*, kelimpahan jenis tertinggi adalah jenis fiber (19,5 partikel/individu), film (0,3 partikel/individu), dan fragmen (0,16 partikel/individu). Sedangkan kelimpahan total tertinggi baik pada sampel air permukaan maupun pencernaan *Barbodes binotatus* terdapat pada stasiun 3 dengan kelimpahan secara berurutan sebanyak 2330 partikel/m<sup>3</sup> dan 19,8 partikel/individu. Hubungan antara kelimpahan mikroplastik air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus* memiliki korelasi yang sempurna dengan nilai signifikansi 0,00 dan nilai koefisien korelasi 0,908. Polimer mikroplastik yang ditemukan berdasarkan uji FT-IR pada mikroplastik air permukaan adalah PP, PET, Nylon, ABS, PVC, PMMA, PTFE, PC, EVA, dan LDPE. Sedangkan pada mikroplastik sampel pencernaan *B. binotatus* adalah PC, Nylon, PP, PET, latex, PMMA, dan PVC.

**Kata Kunci:** air permukaan, *Barbodes binotatus*, mikroplastik, NOAA.

# Identification of Types and Abundance of Microplastics in Surface Water and Digestion of Wader Cakul (*Barbodes binotatus*) in the Pekalen River, Probolinggo Regency

Irsyadillah Faqih, Retno Susilowati, Mujahidin Ahmad

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

## ABSTRACT

Rivers are a source of aquatic health. However, many rivers in Indonesia are polluted due to plastic waste that is intentionally thrown away by the surrounding community. One of the rivers where piles of plastic waste are found is the Pekalen River. Over time, the plastic waste will be fragmented into microplastics. The thing that is worried about microplastics is the impact caused by microplastics themselves on aquatic biota and on humans. The purpose of this study was to determine the species abundance and total abundance in both water samples and *Barbodes binotatus* digestion samples, the relationship between the abundance of microplastics in the two samples, and the polymers contained in these microplastics. The research includes a quasi-experimental research with an exploratory approach. Sampling used the *purposive sampling* at 3 stations and 3 points at each station with 3 repetitions within a span of 1 week. The sample testing method uses the modified NOAA method while the sample identification uses a stereo microscope with a magnification of 40-100x. Analysis of abundance relationship data using SPSS 26 (Pearson's test). The results showed that the highest species abundance was fiber (1900 particles/m<sup>3</sup>) followed by film (233 particles/m<sup>3</sup>) and fragments (217 particles/m<sup>3</sup>). Likewise in the digestive samples of *Barbodes binotatus*, the highest species abundances were fiber (19.5 particles/individual), film (0.3 particles/individual), and fragments (0.16 particles/individual). Meanwhile, the highest total abundance in both surface water samples and digestion of *Barbodes binotatus* was found at station 3 with an abundance of 2330 particles/m<sup>3</sup> and 19.8 particles/individual respectively. The relationship between the abundance of surface water microplastics and the digestion of *Barbodes binotatus* has a perfect correlation with a significance value of 0.00 and a correlation coefficient value of 0.908. The microplastic polymers found based on the FT-IR test on surface water microplastics were PP, PET, Nylon, ABS, PVC, PMMA, PTFE, PC, EVA, and LDPE. Meanwhile, the microplastic digestion samples of *B. binotatus* were PC, Nylon, PP, PET, latex, PMMA, and PVC.

Keywords: surface water, *Barbodes binotatus*, microplastic, NOAA.

تعيين أنواع ميكروبلاستيك في المياه السطحية جهاز الهضمي لسماك وادر كاكول (*Barbodes binotatus*) في نهر بيكالين , بمنطقة فرابالنجا

إرشاد الله فقيه ، ريتنو سوسيلواتي ، مجاهدين أحمد

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

ملخص البحث

الأضمار مصدر للصحة المائية. ومع ذلك ، فإن العديد من الأضمار في إندونيسيا ملوثة بسبب الزيالات البلاستيكية التي يتم التخلص منها عمدًا من قبل المجتمع المحيط. نهر بيكالين هو أحد الأضمار التي توجد فيها أكوام من الزيالات البلاستيكية. بمرور الوقت ، ستم الزيالات البلاستيكية إلى ميكروبلاستيك. الشيء الذي يثير القلق بشأن مواد ميكروبلاستيك هو التأثير الذي تسببه ميكروبلاستيك نفسها على الكائنات الحية المائية مثل الأسماك وعلى الناس بالنظر إلى أن هذا النهر يستخدم لدعم حياة الناس. كان الغرض من هذه الدراسة هو تعيين وفرة نوع ميكروبلاستيك والوفرة الكلية منه في كل عينات المياه السطحية وعينات جهاز الهضمي *Barbodes binotatus* والعلاقة بين وفرة ميكروبلاستيك في تلك العينتين. يشتمل البحث على بحث شبه تجريبي بمنهج استكشافي. استخدمت هذه الدراسة طريقة *Purposive Sampling* على 3 محطات و 3 نقاط في كل محطة مع 3 تكرارات في فترة 1 أسبوع. تستخدم طريقة اختبار العينة طريقة NOAA المعدلة بينما يستخدم تعيين العينة مجهر ستريو بتكبير 40-100x. اما تحليل علاقة وفرة ميكروبلاستيك باستخدام SPSS 26 (اختبار Pearson). تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن أعلى الأنواع وفرة هي fiber (1900 جسيم / م 3) تليه film (233 جسيم / م 3) fragmen (217 جسيم / م 3). وبالمثل في عينات الجهاز الهضمي من *Barbodes binotatus* ، كانت أعلى وفرة الأنواع هي fiber (19.5 جزئي / فرد) ، film (0.3 جزئي / فرد) ، و fragmen (0.16 جسيم / فرد). وفي الوقت نفسه ، تم العثور على أعلى الوفرة الكلية من المياه السطحية و الجهاز الهضمي لسماك *Barbodes binotatus* في المحطة 3 بكثرة 2330 جسيم / م 3 و 19.8 جسيم / فرد على التوالي. العلاقة بين وفرة ميكروبلاستيك في المياه السطحية والجهاز الهضمي لسماك *Barbodes binotatus* لها ارتباط تام بقيمة دلالة 0.00 وقيمة معامل الارتباط 0.908. بناءً على نتائج اختبار FT-IR أنّ بوليمرات ميكروبلاستيك الموجودة في مياه السطحية هي PP, PET, Nylon, ABS, PVC, PMMA, PTFE, PC, EVA, LDPE. أما بوليمرات ميكروبلاستيك الموجودة في ميكروبلاستيك جهاز الهضمي *Barbodes binotatus* تشتمل على PC, Nylon, PP, PET, latex, PVC, PMMA.

الكلمات الأساسية: المياه السطحية, *Barbodes binotatus*, ميكروبلاستيك, NOAA

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena dengan limpahan Ridho dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air Permukaan dan Pencernaan Ikan Wader Cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak sehingga penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains & Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.Si., selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan saran dan membimbing penulis.
5. Mujahidin Ahmad, M.Sc., selaku dosen pembimbing agama yang telah memberikan saran dan memberikan bimbingan kepada penulis.
6. Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si., selaku dosen wali yang telah memberikan nasihat dan arahan kepada penulis.
7. Seluruh dosen, Laboran Jurusan Biologi, dan Staf Administrasi yang telah membantu dan memberikan kemudahan serta ilmu dan bimbingannya.
8. Kedua orangtua, adik, dan teman-teman penulis yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan do'a.

Dengan selesainya skripsi ini, semoga ilmu yang didapatkan selama perkuliahan mejadi ilmu yang bermanfaat dan barokah di dunia dan akhirat. Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan.

Malang, 13 Februari 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT.....	x
مستخلص البحث.....	xi
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan .....	8
1.4 Manfaat .....	9
1.5 Batasan Masalah .....	9
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
2.1 Gambaran Umum Sungai Pekalen .....	10
2.2 Plastik.....	10
2.3 Sampah Plastik.....	12
2.4 Mikroplastik .....	19
2.4.1 Sumber Mikroplastik.....	20
2.4.2 Jenis Mikroplastik .....	21
2.4.3 Dampak Mikroplastik.....	24
2.5 Ikan Wader Cakul ( <i>Barbodes binotatus</i> ) .....	26
2.5.1 Morfologi dan Klasifikasi <i>Barbodes binotatus</i> .....	26
2.5.2 Habitat dan Kebiasaan Makan <i>Barbodes binotatus</i> .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	30
3.2 Waktu dan Tempat .....	30
3.3 Alat dan Bahan.....	31
3.3.1 Alat .....	31
3.3.2 Bahan.....	31
3.4 Prosedur Penelitian .....	31
3.4.1 Penentuan Lokasi Sampling .....	31
3.4.2 Pengambilan Sampel .....	33
3.4.2.1 Pengambilan Sampel Air .....	33
3.4.2.2 Pengambilan Sampel Ikan .....	34

3.4.3 Pengujian Sampel .....	34
3.4.3.1 Pengujian Sampel Air .....	34
3.4.3.2 Pengujian Sampel Ikan .....	35
3.4.4 Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik.....	35
3.5 Analisis Data .....	36
3.5.1 Analisis Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik .....	36
3.5.2 Analisis Hubungan Kelimpahan Mikroplastik Air dan Ikan.....	37
3.6 Analisis Uji FTIR.....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1 Wader Cakul ( <i>Barbodes binotatus</i> ) .....	40
4.2 Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada Air Permukaan dan Pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	46
4.2.1 Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada Air Permukaan .....	46
4.2.1.1 Kelimpahan Jenis Fiber .....	47
4.2.1.2 Kelimpahan Jenis Film .....	50
4.2.1.3 Kelimpahan Jenis Fragmen .....	53
4.2.2 Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada Pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	56
4.2.2.1 Kelimpahan Jenis Fiber .....	57
4.2.2.2 Kelimpahan Jenis Film .....	59
4.2.2.3 Kelimpahan Jenis Fragmen .....	62
4.3 Kelimpahan Total Mikroplastik pada Air Permukaan dan Pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	64
4.3.1 Kelimpahan Total Mikroplastik pada Air Permukaan .....	64
4.3.2 Kelimpahan Total Mikroplastik pada Pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	67
4.4 Korelasi Kelimpahan Mikroplastik Air Permukaan dan Pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	70
4.5 Analisis Polimer Plastik .....	72
4.5.1 Analisis Polimer Plastik pada Mikroplastik Sampel Air Permukaan.....	72
4.5.2 Analisis Polimer Plastik pada Mikroplastik Sampel Pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	79
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>86</b>
5.1 Kesimpulan .....	86
5.2 Saran .....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>88</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>101</b>

## DAFTAR TABEL

### Tabel

3.1 Koordinat lokasi pengambilan sampel .....	32
4.1 Keterangan morfologi <i>Barbodes binotatus</i> .....	42
4.2 Kelimpahan fiber pada air permukaan .....	50
4.3 Kelimpahan film pada air permukaan .....	53
4.4 Kelimpahan fragmen pada air permukaan .....	56
4.5 Kelimpahan fiber pada pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	59
4.6 Kelimpahan film pada pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	61
4.7 Kelimpahan fragmen pada pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	63
4.8 Kelimpahan total mikroplastik pada air permukaan .....	66
4.9 Kelimpahan total mikroplastik pada pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	70
4.10 Analisis Panjang Gelombang Dan Jenis Polimer Plastik pada Mikroplastik Air Permukaan.....	73
4.11 Analisis Panjang Gelombang Dan Jenis Polimer Plastik pada Mikroplastik Air Permukaan.....	80

## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

2.1 Simbol-simbol jenis plastik.....	11
2.2 Sumber mikroplastik .....	20
2.3 Mikroplastik jenis fiber .....	21
2.4 Mikroplastik jenis fragmen .....	22
2.5 Mikroplastik jenis film.....	23
2.6 Mikroplastik jenis pellet/granul .....	24
2.7 Mikroplastik jenis foam .....	24
2.8 <i>Barbodes binotatus</i> .....	27
3.1 Peta titik pengambilan sampel .....	32
3.2 Stasiun pengambilan sampel.....	33
4.1 Morfologi <i>Barbodes binotatus</i> .....	42
4.2 Nilai kelimpahan jenis mikroplastik antar stasiun pada sampel air permukaan.....	47
4.3 Mikroplastik jenis fiber air permukaan .....	48
4.4 Mikroplastik jenis film air permukaan.....	51
4.5 Mikroplastik jenis fragmen air permukaan.....	54
4.6 Nilai kelimpahan jenis mikroplastik antar stasiun pada sampel pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	57
4.7 Mikroplastik jenis fiber <i>B.binotatus</i> .....	58
4.8 Mikroplastik jenis film <i>B.binotatus</i> .....	60
4.9 Mikroplastik jenis fragmen <i>B.binotatus</i> .....	62
4.10 Kelimpahan total mikroplastik pada air permukaan antar stasiun .....	65
4.11 Kelimpahan total mikroplastik pada pencernaan <i>Barbodes binotatus antar stasiun</i> .....	67
4.12 Korelasi kelimpahan total mikroplastik pada air permukaan dan pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	71
4.13 Spektrum FT-IR mikroplastik sampel air permukaan.....	72
4.14 Spektrum FT-IR mikroplastik sampel pencernaan <i>Barbodes binotatus</i> .....	79

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

1. Diagram alir penelitian.....	101
2. Alat dan Bahan Penelitian.....	102
3. Dokumentasi prosedur penelitian.....	104
4. Mikroplastik hasil identifikasi .....	105
5. Jumlah perolehan mikroplastik pada sampel air permukaan .....	106
6. Jumlah perolehan mikroplastik pada sampel pencernaan <i>B.binotatus</i> ....	107
7. SPSS sampel air permukaan .....	109
8. SPSS sampel <i>B.binotatus</i> .....	113
9. SPSS kelimpahan total air permukaan .....	117
10. SPSS kelimpahan total <i>B.binotatus</i> .....	119
11. SPSS uji korelasi Pearsosn.....	121
12. Polimer plastik pada sampel air permukaan .....	122
13. Polimer plastik pada sampel <i>B.binotatus</i> .....	123

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sungai didefinisikan sebagai aliran air yang berukuran besar dan memanjang, secara terus menerus mengalir dari hulu yang merupakan sumbernya menuju hilir atau muara laut (Hanafi & Yosananto, 2018). Sungai memiliki kontribusi yang sangat besar dalam kebersihan juga kesehatan perairan khususnya di Indonesia. Namun, tidak jarang bahkan mayoritas sungai di Indonesia banyak ditemukan tumpukan sampah organik bahkan anorganik yang berupa sampah plastik akibat dibuang ke bantaran sungai maupun ke sungai langsung secara sengaja. Perilaku pembuangan sampah ke sungai tersebut mayoritas dilakukan oleh masyarakat yang hidup dan beraktifitas di sekitar sungai. Dampak akhir yang ditimbulkan berupa pencemaran air sungai bahkan biota yang hidup di dalamnya sehingga sangat berpengaruh terhadap lingkungan.

Sungai Pekalen merupakan salah satu sungai yang berada di Kabupaten Probolinggo. Sumber air sungai ini berasal dari Gunung Lemongan dan Gunung Argopuro lalu bermuara di Selat Madura (Ulum dkk., 2015). Sungai ini dibagi menjadi 3 wilayah, yaitu wilayah atas, wilayah tengah, dan wilayah bawah. Sungai Pekalen bagian atas dimanfaatkan sebagai ekowisata (Aulia & Luchman, 2017). Selain itu, Sungai Pekalen bagian tengah dan bawah juga dimanfaatkan sebagai penunjang kehidupan masyarakat setiap harinya seperti mandi, mencuci, memandikan ternak, maupun sebagai konsumsi. Selain itu, tidak sedikit dari warga sekitar memancing ikan di sungai ini. Dari pernyataan tersebut, tentu dapat diketahui bahwa pemukiman warga mulai memadati area sekitar sungai bagian

tengah sampai hilir. Tidak hanya itu, di bagian bawah (hilir) sungai juga terdapat beberapa pasar yang tepat berada di pinggir sungai ini, sehingga potensi pembuangan sampah sangat besar terjadi. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya tumpukan sampah di pinggir sungai khususnya di sekitar pasar, baik berupa sampah organik maupun sampah anorganik seperti plastik.

Plastik merupakan bahan yang diproses berdasarkan polimer dan diproses dengan serangkaian aditif kimia untuk membuatnya menjadi bahan-bahan yang cocok dengan tujuan plastik itu dibuat (Bergman *et al.*, 2015). Plastik juga disebut sebagai bahan sintetik atau semi sintetik yang dibentuk menjadi produk film dan filamen. Dalam pembentukan produk film dan filamen ini, bahan plastik tersebut terlebih dahulu diproses dalam bentuk polimer termoplastik atau termoset dengan berat molekul yang tinggi. Polimer plastik tersusun dari beberapa monomer. Untuk menjadi polimer, beberapa monomer tersebut harus melalui reaksi polimerisasi. Sebagian besar plastik terdiri atas 500-20.000 monomer, misalnya polietilen yang dibuat dari etilen (Kamsiati dkk., 2017). Nasution (2015) menambahkan bahwa plastik tidak hanya berbahan dasar monomer saja, melainkan juga terdapat kandungan bahan aditif yang umum disebut sebagai komponen *non plastic* yang berfungsi untuk memperbaiki sifat fisiko-kimia pada plastik tersebut.

Kandungan berbahaya yang terdapat dalam plastik tidak serta merta membuat masyarakat menghindari pemakaian bahan tersebut. Hal ini dikarenakan plastik sangat mudah didapatkan. Menurut Kapo dkk.(2020), Kementerian Perindustrian dan Perdagangan mengatakan bahwa pada tahun 2013 produksi plastik mencapai 1,9 juta ton dengan rata-rata produksi pabriknya sebanyak 1,65 juta ton/tahun. Produksi plastik kemudian meningkat begitu pesat mencapai 3,2 juta ton/tahun

pada tahun 2016 (Astuti, 2016). Selain itu plastik termasuk bahan yang relatif murah, praktis, kuat, ringan, dan mudah dibentuk serta dimodifikasi sehingga menjadikan plastik sebagai bahan yang sangat sulit untuk dihindari sehingga produksi sampah berbahan plastik juga sangat sulit dikendalikan tanpa adanya pengolahan sampah yang baik dan berakhir di sungai.

Sampah plastik yang berakhir di sungai ini lambat laun akan terfragmentasi menjadi mikroplastik akibat adanya beberapa proses, baik proses kimiawi, fisika dan biologi. Menurut Yolla (2020) mikroplastik merupakan salah satu jenis partikel plastik yang berukuran kecil (mikro) dengan ukuran antara 0,3 mm sampai kurang dari atau sama dengan 5 mm. Jenis mikroplastik sendiri terbagi menjadi 5 jenis. Namun jenis yang paling sering ditemukan pada beberapa penelitian sebelumnya adalah mikroplastik jenis fiber, film, dan fragmen. Keluar dari namanya yang berarti plastik berukuran mikro, mikroplastik ternyata tidak hanya berasal dari plastik yang berukuran besar, melainkan juga berasal dari serat kain atau tali yang merupakan bentuk awal dari mikroplastik jenis fiber. Sebagian besar kekhawatiran seputar mikroplastik adalah terkait peran mikroplastik itu sendiri dalam memasukkan polutan ke dalam jaring makanan biota perairan seperti ikan.

Labibah & Haryo (2020) yang mengatakan bahwa ikan yang terkontaminasi oleh mikroplastik dapat merusak saluran pencernaan sehingga mengganggu sistem pencernaan ikan itu sendiri, berkurangnya tingkat pertumbuhan, serta tingkat reproduksi yang berkurang. Syafiq dkk. (2019) dalam Hasibuan dkk. (2021) juga berpendapat bahwa mikroplastik pada ikan juga berdampak terhadap penyerapan oksigen dalam air yang terhambat sehingga menyebabkan kematian. Lestari (2020) menambahkan dengan adanya kemampuan dalam menyerap polutan lingkungan

sekitarnya, mikroplastik juga dikhawatirkan menimbulkan efek toksikologi yang tidak hanya terjadi pada jaring-jaring makanan biota perairan, melainkan juga pada kesehatan manusia.

Dibuktikan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Cummings & Englyst (2018); Schwabl *et al.* (2019); Budiarti dkk. (2020) yang menunjukkan bahwa ditemukannya mikroplastik pada feses manusia. Salah satu faktor penyebab terkontaminasinya tubuh manusia oleh mikroplastik menurut Mardiyana & Kristiningsih (2020) adalah melalui konsumsi biota seperti ikan yang sebelumnya secara tidak sengaja telah terkontaminasi oleh mikroplastik. Implikasi dari teori diatas mengenai kekhawatiran terkontaminasinya manusia oleh mikroplastik yang berasal dari ikan yang dikonsumsi, sejalan dengan fakta yang terjadi di Sungai Pekalen. Diketahui sebelumnya bahwa hasil pancingan ikan di Sungai Pekalen selanjutnya adalah dikonsumsi sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa mikroplastik yang mengkontaminasi ikan juga akan mengkontaminasi tubuh masyarakat di sekitar sungai. Selain itu, paparan langsung dari air sungai yang mengandung mikroplastik juga bisa menjadi penyebab terkontaminasinya manusia oleh mikroplastik, mengingat banyak sungai khususnya Sungai Pekalen yang airnya digunakan sebagai bahan konsumsi masyarakat.

Syachbudi (2020) mengatakan bahwa permukaan air merupakan kawasan yang paling banyak ditemukan partikel mikroplastik sehingga dengan mudah menkontaminasi ikan yang mencari makanannya di daerah permukaan seperti ikan wader. Berdasarkan survei pendahuluan, ikan wader yang bisa dijumpai di Sungai Pekalen adalah ikan wader dengan jenis wader pari (*Rasbora aerygotaenia*) dan wader cakul (*Barbodes binotatus*). Namun, jenis wader yang paling banyak

didapatkan oleh pemancing adalah jenis *Barbodes binotatus*. Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Subekti, 2021) terhadap air dan lambung ikan wader cakul jenis *Puntius binotatus* (sinonim *Barbodes binotatus*) yang diambil dari Waduk Selorejo Malang. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa terdapat mikroplastik baik pada air maupun pada lambung ikan wader dengan persentase mikroplastik secara berurutan adalah 54,3% dan 45,7%. Adapun jenis mikroplastik yang ditemukan adalah mikroplastik jenis fiber, fragmen, dan film.

Pernyataan-pernyataan di atas tidak membuat manusia sadar dan memilih abai jika diminta untuk tidak merusak lingkungan yang ada. Manusia cenderung membantah jika diberitahu tentang pentingnya menjaga kelestarian suatu ekosistem lebih-lebih suatu lingkungan. Mereka bertindak seolah-olah diciptakannya suatu lingkungan beserta ekosistem di dalamnya adalah sebagai sumber kehidupan bagi manusia sehingga mereka bersikap semena-mena tanpa mau menjaga. Padahal, pada hakikatnya, Allah menjadikan manusia sebagai khalifah di bumi bukan tanpa tujuan, melainkan agar manusia menjaga kelestarian bumi lebih-lebih memanfaatkan apa yang telah Allah anugerahkan. Hal ini dijelaskan oleh Allah dalam Al-Qur'an surah Al-Baqarah [02]: 30 yang berbunyi:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّىْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةًۭ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِیْهَا مَنْ یُّفْسِدُ فِیْهَا وَیَسْفِكُ الدِّمَآءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَۗ قَالَ اِنِّىْۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَ ﴿۳۰﴾

Artinya: *Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi". Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui" (Q.S. Al-Baqarah [02]: 30)*

Menurut Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an (2009) dalam buku yang berjudul Tafsir Al-Qur'an Tematik, Pelestarian Lingkungan Hidup menyebutkan

bahwa Quraish Shibah dalam bukunya memaknai kata khalifah ke dalam 3 makna yaitu manusia, alam raya, dan hubungan antara keduanya (*istikhlaf*). Maksud dari *istikhlaf* ini adalah hubungan antara manusia dan alam raya yang saling membutuhkan dan bersifat timbal balik. Jadi pada hubungan tersebut, apabila manusia memperlakukan alam ini dengan baik, maka manusia akan mendapatkan pengkhidmatan yang baik dari alam itu sendiri, sehingga manusia dapat memanfaatkan segala sesuatu yang terdapat di dalamnya tanpa adanya pengrusakan. Maka, ketika manusia merusak apa yang telah Allah siapkan untuk menunjang kehidupan mereka, betapa tercelanya perbuatan mereka tersebut.

Jelas sekali Allah tegaskan dalam Al-Qur'an surah Al-Baqarah [02]: 30 bahwa mereka yang selama ini berbuat kerusakan di bumi adalah mereka yang memiliki akhlak tidak baik. Mereka cenderung tidak tahu diri karena telah merusak anugerah Allah dan tidak mau menyadari akan dampak kerusakan yang mereka perbuat terhadap kelangsungan ekosistem lebih-lebih terhadap mereka sendiri, mengingat pembahasan sebelumnya bahwa hubungan antara manusia dan alam merupakan hubungan yang timbal balik. Dampak yang secara langsung berakibat kepada manusia saja mereka tidak sadar, lalu bagaimana dengan dampak yang berakibat kepada lingkungan?. Karena selain berdampak terhadap manusia, mikroplastik juga berdampak pada lingkungan serta biota di dalamnya. Hal ini lah yang kemudian menjadi dasar bahwa kelestarian lingkungan yang terjaga sangat berperan dalam keseimbangan dan keserasian yang sebelumnya telah Allah ciptakan sehingga juga berdampak terhadap seluruh kehidupan di muka bumi. Oleh karena itu, Allah berfirman dalam Al-Qur'an surah Al-A'raf [07]: 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾  
 Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik” (Q.S. Al-A’raf [07]: 56).

Shihab (2002) dalam buku tafsir karangannya yang berjudul Tafsir Al-Mishbah mengatakan bahwa pengrusakan merupakan suatu bentuk kegiatan yang melampaui batas. Padahal Allah telah menciptakan dunia dan seisinya dengan penuh keserasian, keseimbangan, keharmonisan serta dapat memenuhi kebutuhan makhluk di dalamnya. Bahkan, ketika terjadi kerusakan di bumi, Allah mengutus para hamba-Nya (Nabi dan Rasul) untuk melakukan perbaikan sehingga apabila ada yang menghambat misi para Nabi dan Rasul dalam melakukan misinya, maka dianggap telah berbuat kerusakan yang menyebabkan keseimbangan pada alam raya terganggu seperti kerusakan pada lingkungan.

Salah satu dari beberapa kerusakan lingkungan yang saat ini marak terjadi adalah kontaminasi mikroplastik pada perairan akibat pemakaian plastik dan pembuangannya di perairan yang masih aktif dimanfaatkan oleh manusia, seperti di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo. Sungai ini diasumsikan telah terkontaminasi mikroplastik akibat banyaknya tumpukan sampah di sekitar sungai. Terkontaminasinya perairan sungai ini oleh mikroplastik dikhawatirkan juga mengkontaminasi tubuh manusia sehingga berdampak terhadap kesehatan mengingat Sungai Pekalen difungsikan sebagai penunjang kehidupan masyarakat di sekitarnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi jenis serta kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada air permukaan dan pencernaan ikan wader cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapakah kelimpahan jenis mikroplastik yang mengkontaminasi air permukaan dan pencernaan ikan wader cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen?
2. Berapakah kelimpahan total mikroplastik yang mengkontaminasi air permukaan dan pencernaan ikan wader cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen?
3. Bagaimana korelasi antara kelimpahan mikroplastik pada air permukaan dan pencernaan ikan wader cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen?
4. Apakah jenis polimer plastik yang mencemari air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus*

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kelimpahan jenis mikroplastik yang mengkontaminasi air permukaan dan pencernaan ikan wader cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen.
2. Mengetahui kelimpahan total mikroplastik yang mengkontaminasi air permukaan dan pencernaan ikan wader cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen.
3. Mengetahui korelasi antara kelimpahan mikroplastik pada air permukaan dengan mikroplastik pada pencernaan ikan wader cakul *Barbodes binotatus*.

4. Mengetahui jenis polimer plastik yang mencemari air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus*

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat yaitu menambah wawasan serta ilmu pengetahuan khususnya tentang mikroplastik.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat yaitu:

- a. Memberi informasi kepada masyarakat khususnya masyarakat di sekitar Sungai Pekalen bahwa sungai ini berpotensi terkontaminasi mikroplastik.
- b. Memberi dorongan kepada masyarakat untuk belajar mengurangi pemakaian produk plastik sekali pakai.
- c. Memberi dorongan kepada masyarakat untuk tidak lagi membuang sampah ke sungai dan mengolah sampah.
- d. Memberi informasi kepada pemerintah setempat untuk menyediakan tempat sampah yang layak.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Tidak dilakukan analisis fisika & kimia air Sungai Pekalen

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gambaran Umum Sungai Pekalen**

Sungai Pekalen merupakan sungai yang berasal dari Gunung Argopuro dan Gunung Lemongan. Sungai tersebut melintasi Kabupaten Probolinggo kemudian mengalir ke Selat Madura (Ulum dkk., 2015). Aliran Sungai Pekalen melalui 3 kecamatan yang diantaranya merupakan Kecamatan Tiris di bagian hulu, Maron, dan Gading Kabupaten Probolinggo. Sedangkan dari Kota Probolinggo, sungai ini berjarak sekitar 25 km. Panjang Sungai Pekalen dari hulu sampai hilir mencapai 29 km dengan 3 bagian wilayah dari sungai ini, yaitu Sungai Pekalen atas, tengah, dan bawah. Sungai bagian atas mempunyai panjang mencapai 12 km, 7 km bagian sungai tengah, dan 10 km sisanya merupakan Sungai Pekalen bagian bawah. Sungai dengan panjang 29 km ini memiliki lebar sungai sekitar 5-20 m dengan kedalaman 1-3 m. Hulu Sungai Pekalen dicirikan oleh tikungan dan tebing, pemandangan alam yang indah, dan puluhan jeram 2 hingga 3 tingkat di atas, yang eksotis dan menantang. Oleh karena itu, hulu sungai merupakan jalur wisata arung jeram yang cukup terkenal di Jawa Timur, sehingga cukup banyak wisatawan yang mengunjunginya (Aulia & Luchman, 2017).

#### **2.2 Plastik**

Plastik adalah bahan baru yang telah banyak dikembangkan dan digunakan sejak abad 20. Pada tahun 1975, toko retail besar seperti Montgomery Ward, Sears, J.C. Penny, dan Jodan Marsh memperkenalkan bahan material ini (Marpaung, 2013). Menurut Trisunaryanti (2018) plastik merupakan susunan monomer yang saling berikatan dan membentuk polimer hidrokarbon rantai panjang sehingga sulit

bagi mikroorganisme untuk mengurai polimer plastik tersebut. Menurut Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (2009), plastik merupakan polimer panjang yang tersusun atas beberapa monomer sehingga membentuk suatu rantai panjang yang disebut polimer tadi. Proses penghubungan beberapa monomer ini dikenal dengan istilah polimerisasi. perlu digaris bawahi, bahwa dalam pembentukan plastik, komponen lain selain polimer juga dibutuhkan. Pada umumnya, polimer mengandung unsur C (karbon) dan H (hydrogen). Namun, pada beberapa polimer juga ditemukan beberapa unsur lain seperti nitrogen, klorin atau fluor, dan oksigen.

<i>Simbol</i>	<i>Karakteristik dan Contoh</i>
 PETE	<b>Polyethylene Terephthalate (PET, PETE)</b> PET transparan, jernih, dan kuat. Biasanya dipergunakan sebagai botol minuman (air mineral, jus, soft drink, minuman olah raga) tetapi tidak untuk air hangat atau panas. Serpihan dan pelet PET yang telah dibersihkan dan didaur ulang dapat digunakan untuk membuat serat benang karpet, <i>fiberfill</i> , dan <i>geotextile</i> . Jenis ini biasa disebut dengan Polyester.
 HDPE	<b>High Density Polyethylene (HDPE)</b> HDPE dapat digunakan untuk membuat berbagai macam tipe botol. Botol-botol yang tidak diberi pigmen bersifat tembus cahaya, kaku, dan cocok untuk mengemas produk yang memiliki umur pendek seperti susu. Karena HDPE memiliki ketahanan kimiawi yang bagus, plastik tipe ini dapat digunakan untuk mengemas deterjen dan bleach. Hasil daur ulangnya dapat digunakan sebagai kemasan produk non-pangan seperti shampoo, kondisioner, pipa, ember, dll.
 PVC	<b>Polyvinyl Chloride (PVC)</b> Memiliki karakter fisik yang stabil dan tahan terhadap bahan kimia, pengaruh cuaca, aliran, dan sifat elektrik. Bahan ini paling sulit untuk didaur ulang dan biasa digunakan untuk pipa dan konstruksi bangunan.
 LDPE	<b>Low Density Polyethylene (LDPE)</b> Biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek (madu, mustard). Barang-barang dengan kode ini dapat di daur ulang dan baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat. Barang dengan kode ini bisa dibuang tidak dapat di hancurkan tetapi tetap baik untuk tempat makanan.
 PP	<b>Polypropylene (PP)</b> PP memiliki daya tahan yang baik terhadap bahan kimia, kuat, dan memiliki titik leleh yang tinggi sehingga cocok untuk produk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum, tempat obat dan botol minum untuk bayi. Biasanya didaur ulang menjadi casing baterai, sapu, sikat, dll.
 PS	<b>Polystyrene (PS)</b> PS biasa dipakai sebagai bahan tempat makan styrofoam, tempat minum sekali pakai, tempat CD, karton tempat telur, dll. Pemakaian bahan ini sangat dihindari untuk mengemas makanan karena bahan <i>styrene</i> dapat masuk ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan. Bahan Styrene berbahaya untuk otak dan sistem syaraf manusia. Bahan ini dibanyak negara bagian di Amerika sudah melarang pemakaian tempat makanan berbahan styrofoam termasuk negara cina.
 OTHER	<b>Other</b> Plastik yang menggunakan kode ini terbuat dari resin yang tidak termasuk enam golongan yang lainnya, atau terbuat dari lebih dari satu jenis resin dan digunakan dalam kombinasi multi-layer.

**Gambar 2.1. Simbol-simbol jenis plastik**

Sumber: Pravitasari (2009) dalam Putra dan Yebi (2010).

Plastik, berdasarkan jenis produksinya diklasifikasikan menjadi 7 dengan symbol masing-masing yang tertera pada produk plastik tersebut. Simbol 1 merupakan jenis plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*), simbol 2 plastik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) simbol 3 PVC (*Polyvinyl Chloride*) simbol 4 LDPE (*Low Density Polyethylene*), symbol 5 plastik dengan jenis PP (*Polypropylene*), simbol 6 PS (*Polystyrene*), dan symbol 7 merupakan plastik jenis O (*Other*). Diantara ke-7 jenis plastik tersebut dapat dibedakan berdasarkan karakteristik yang dimiliki (Prapurdy dkk., 2016 dalam Wahyudi dkk., 2018). Karakteristik dari beberapa jenis plastik tersebut tertera pada Gambar 2.1.

### **2.3 Sampah Plastik**

Sampah plastik berkontribusi sebanyak 15% terhadap sampah total dalam tingkat nasional dengan rata-rata pertumbuhan pemakaian 14,7% setiap tahunnya. Selain itu, sampah plastik merupakan sampah anorganik yang menjadi penyumbang sampah terbesar kedua setelah sampah organik. Tingkat persentase sampah plastik yang terdapat di Indonesia tidak begitu jauh dengan Negara Malaysia yang sebesar 14% dan Negara Thailand sebesar 16%, tetapi cukup jauh berada di bawah Negara Singapura dengan persentase 27,3%. Meskipun begitu, fakta yang ada menyebutkan bahwa produksi plastik di Indonesia tergolong besar dengan jumlah sebesar 189 ton setiap harinya. Jumlah tersebut memiliki nilai yang jauh lebih besar jika dibandingkan dengan negara ASEAN lainnya (Kholidah dkk., 2018 dalam Wahyudi dkk., 2018).

Penggunaan plastik meningkat secara substansial. Pada tahun 1930-an, penggunaan plastik hanya sekitar puluhan juta ton/tahun. Selanjutnya pada tahun 1990-an, pemakaian plastik meningkat mencapai 150 juta ton/tahun. Kemudian,

penggunaan plastik kembali meningkat pada tahun 2005 sampai mencapai 220 juta ton/tahun. Lalu pada tahun 2008, sekitar 80% dari total produksi dunia merupakan sampah plastik dalam bentuk kemasan. Hal ini tentunya akan menjadi limbah yang berbahaya bagi lingkungan (Putra dan Yebi, 2010). Menurut Kementerian Perindustrian dan Perdagangan, tahun selanjutnya, yaitu tahun 2013, produksi plastik mencapai 1,9 juta ton/tahun dengan produksi rata-rata pada pabrik sekitar 1,65 juta ton setiap tahunnya. Riset terakhir pada tahun 2016 membuktikan bahwa produksi plastik kembali mengalami peningkatan hingga mencapai 3,2 juta ton/tahun (Astuti, 2016). Selain plastik kemasan (Sachet), kantong kresek adalah jenis sampah plastik terbanyak yang ditemukan. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sampah plastik yang berupa kantong sebanyak 10,95 juta lembar dapat dihasilkan oleh 100 APRINDO (Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia) dengan kurun waktu hanya 1 tahun (Purwaningrum, 2016).

Sampah plastik domestic dan sampah plastik industri merupakan jenis sampah plastik apabila diklasifikasikan berdasarkan asal dari sampah plastik itu sendiri. Sampah domestik merupakan limbah plastik yang dihasilkan dari aktivitas manusia sehari-hari seperti plastik kemasan, kantong plastik, plastik sachet dan bahan plastik lainnya. Sedangkan sampah plastik industri merupakan limbah plastik yang dihasilkan dari industri manufaktur plastik yang fokus pada bidang pengolahan (Syamsiro dkk., 2013) dalam (Wahyudi dkk., 2018).

Sampah plastik yang terbuang membutuhkan waktu sekitar ratusan atau bahkan ribuan tahun agar dapat diurai oleh mikroorganisme yang hidup di dalam tanah. Selain itu, keberadaan sampah plastik tersebut akan mencemari ekosistem di dalam tanah baik tanah itu sendiri, air tanah, bahkan organisme yang berhabitat di

dalamnya. Dampak yang lebih serius adalah terbunuhnya organisme pengurai akibat masuknya kandungan racun yang terdapat pada plastik ke dalam tanah. Selain itu, PCB (*polychlorinated biphenyls*) yang belum terurai dan dimakan oleh biota baik hewan maupun tumbuhan akan menyebabkan keracunan pada biota tersebut sehingga juga akan berdampak terhadap rantai makanannya, dan dampak negatif lainnya apabila ditelaah lebih lanjut mengenai toksisitas sampah plastik (Qodriyatun, 2018).

Usaha masyarakat dalam mengurangi sampah plastik sejauh ini sepertinya tidak efektif apabila tidak diimbangi dengan pengetahuan. Banyak ditemukan masyarakat masih membakar sampah plastik yang ditujukan untuk mengurangi sampah plastik secara fisik. Padahal, fakta yang ada menyatakan bahwa sampah plastik yang dibakar dengan api di bawah suhu 800°C akan membentuk dioksin dan menyebabkan beberapa penyakit serius seperti hepatitis, gangguan syaraf, pembengkakan hati, bahkan kanker (Sirait, 2009) dalam (Putra dan Yebi, 2010). Menurut Purwaningrum (2016) sampah plastik juga menjadi polusi udara dengan efek yang ditimbulkan jangka panjang atau umum dikenal dengan pemanasan global. Hal ini dikarenakan pada pembakaran sampah plastik akan menghasilkan asap berupa gas dengan kandungan racun yang sangat berbahaya seperti HCN atau sianida dan juga karbon monoksida. Adanya karbon monoksida disebabkan pembakaran sampah plastik yang tidak sempurna, sedangkan polimer dengan dasar akrilonitril dalam plastik merupakan bentuk asal dari HCN.

Cara lain yang biasa digunakan untuk memusnahkan sampah adalah dengan mengubur sampah. Namun, cara ini lagi-lagi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Hal tersebut dikarenakan mikroorganisme tidak dapat

menguraikan sampah plastik sehingga mengurangi mineral yang terdapat di dalam tanah, baik mineral organik maupun mineral anorganik. Peristiwa inilah yang mengakibatkan sulitnya fauna tanah untuk mengolah tanah, mencari makanan, dan juga menemukan tempat tinggalnya sehingga berdampak terhadap kelangkaan fauna tanah. Selain itu, kelangkaan fauna tanah ini ternyata juga diakibatkan oleh berkurangnya O<sub>2</sub> dalam tanah sehingga fauna tanah sulit bernafas dan kemudian mati. Hal ini tentu saja memiliki efek langsung terhadap tumbuhan yang tumbuh dan hidup di kawasan tersebut mengingat mikroorganisme dalam tanah memiliki peran penting yaitu sebagai mediator bagi tumbuhan untuk bertahan hidup. Tanaman membutuhkan mikroorganisme tanah sebagai mediator untuk bertahan hidup (Ahmann dan Dorgan, 2007) dalam (Purwaningrum, 2016). Fakta bahwa plastik tidak biodegradable bukan berarti tidak bisa terfragmentasi karena plastik yang ada di alam lambat laun akan terfragmentasi menjadi mikroplastik dalam jangka waktu 20 sampai ratusan tahun melalui beberapa proses. Tentunya hal ini juga berdampak buruk bagi lingkungan dan kehidupan di dalamnya (Fachrul dan Astri, 2018).

Allah menjelaskan tentang dampak perbuatan tangan manusia yang menyebabkan kerusakan lingkungan baik di darat dan di laut dalam Al-Qur'an surah Ar-Rum [30]: 41 yang berbunyi:

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)” (Q.S. Ar-Rum [30]: 41).

Tafsir al-Mishbah karangan Shihab (2005) menjelaskan bahwa kata *ظهر* mempunyai arti dasar *terjadinya sesuatu di permukaan bumi*. Arti permukaan inilah yang selanjutnya ditafsirkan kejadian yang terjadi itu nampak begitu nyata dan dapat dilihat secara jelas dengan mata kepala manusia. Sedangkan antonim dari lafadz *ظهر* adalah *باطن* yang berarti memiliki makna *terjadinya sesuatu di perut bumi*. Sehingga kejadian yang dimaksud di atas tidak tampak oleh mata manusia dan butuh pemikiran dan kesadaran yang kuat untuk mengetahuinya.

Selanjutnya *الفَسَادُ*, Al-Ashfahani mengatakan bahwa arti dari lafadz ini adalah *keluarnya sesuatu dari keseimbangan, baik sedikit maupun banyak*. Penggunaan kata *fasad* tidak dikhususkan untuk menunjuk suatu hal saja, melainkan segala hal yang dinilai keluar dari keseimbangan baik jasmani ataupun rohani, *dhohir* ataupun *bathin*, sedikit atau banyak, ataupun sesuatu hal lain maka disebut *fasad*. Kata *fasad* ini juga seringkali dijadikan lawa kata dari *(الصلاة)* yang memiliki arti *manfaat atau berguna*. Mayoritas ulama modern menafsirkan bahwa kata *fasad* pada ayat ini memiliki arti keluarnya keseimbangan lingkungan (kerusakan lingkungan) karena bersanding dengan kata *(البر)* *darat* dan *(البحر)* *laut*. Sehingga, masuk di akal bahwa *fasad* (kerusakan) yang dimaksud adalah kerusakan lingkungan yang terjadi di darat dan di laut (Shihab, 2005).

Firman Allah di atas menyatakan bahwa darat dan laut merupakan ajang berbuat kerusakan. Hal ini dikarenakan, kerusakan yang disebutkan (*fasad*) pada ayat di atas terjadi di darat dan laut. Kerusakan yang dimaksud bisa saja berarti kerusakan lingkungan (hilangnya keseimbangan pada lingkungan) yang berakibat

kurangnya manfaat dari lingkungan tersebut. Misalnya, banyaknya ikan yang mati akibat pencemaran yang terjadi di laut sehingga menyebabkan berkurangnya hasil laut. Contoh lain adalah pembakaran sampah plastik yang menyebabkan pemanasan global (daratan panas jangka panjang) yang berakibat musim kemarau terjadi dalam kurun waktu yang lebih lama. Alhasil, keseimbangan lingkungan sudah mulai terganggu. *Fasad* (kerusakan) pada ayat di atas tidak menutup kemungkinan juga berarti kejahatan yang dilakukan manusia terhadap manusia lainnya seperti merampok, begal, bahkan membunuh. Salah satu penafsiran ayat di atas oleh Ibnu Asy'ur mengisyaratkan bahwa Allah SWT menciptakan alam semesta secara seimbang, selaras, dan saling berkaitan dengan kehidupan di dalamnya tak terkecuali kehidupan dan segala aktivitas manusia. Tetapi mereka terlibat dalam aktivitas merugikan yang merusak yang mengarah pada ketimpangan dan ketidakseimbangan yang telah Allah atur sedemikian rupa. Namun, dengan sengaja manusia berbuat dosa dengan melanggar keseimbangan tersebut sehingga kerusakan terjadi dimana-mana baik di daratan maupun di lautan. Di sisi lain, tanpa mereka sadari ketidakseimbangan tersebut membawa penderitaan bagi umat manusia. Inilah yang menjadi pesan dari Firman Allah di atas, bahwa semakin banyak dan semakin besar dosa dilakukan manusia, maka semakin besar kerusakan lingkungan yang terjadi, sehingga dampak negatif yang dirasakan manusia akibat perbuatannya sendiripun juga akan semakin banyak (Shihab, 2002).

Dampak negatif dari plastik ini lah yang kemudian mendorong para ahli agama dalam memperbaharui suatu hukum seperti hukum penggunaan plastik. Pada zaman Rasulullah tidak pernah ada dalil yang menjelaskan tentang hukum penggunaan plastik. Namun seiring berjalannya waktu, dunia semakin modern dan

banyak bermunculan barang-barang yang dinilai sangat efektif dan efisien dan tidak ada pada zaman Rasulullah seperti plastik tanpa mengetahui bahwa dampak negatif dari plastik ternyata lebih mendominasi. Dalam islam sendiri, kemashlahatan juga sangat diperhatikan dengan cara mengurangi bahkan menghilangkan segala sesuatu yang dinilai akan menimbulkan keburukan atau bahaya (*dharar*). Oleh karena itu, banyak bermunculan fatwa-fatwa tentang penggunaan plastik bahkan sempat diadakan forum *bahtsul masail* terkait permasalahan tersebut. Dikarenakan masih belum ditemukan alternatif untuk menghindari penggunaan plastik yang dinilai sekiranya memudahkan masyarakat, hukum dari penggunaan plastik masih makruh. Namun, tetap pada hukum terkait menjaga lingkungan, membuang sampah plastik sembarangan dihukumi haram dengan alasan segala sesuatu yang menimbulkan bahaya atau ancaman terhadap kemaslahatan ummat dan keseimbangan lingkungan harus dihilangkan karena termasuk perbuatan kriminal (LBM PBNU& LPBI PBNU, 2019). Hal ini berpegang kepada sabda Rasulullah HR. Ibnu Majah dalam Ibnu Majah (1998) sebagai berikut:

لَا ضَرَرَ وَلَا ضِرَارَ (رواه ابن ماجة)

Artinya: “Tidak (diperbolehkan) menyengsarakan diri sendiri dan tidak (diperbolehkan) menimbulkan kesengsaraan terhadap orang lain (HR. Ibnu Majah)

Fatwa Imam Jalaluddin As-Suyuthi juga menguatkan, yang berbunyi:

الضَّرُّ يُزَالُ

Artinya: *Bahaya itu (harus) dihilangkan* (As-Suyuthi, 1403 H).

## 2.4 Mikroplastik

Mikroplastik merupakan istilah umum yang biasa digunakan untuk polimer sintetik dan memiliki ukuran maksimal 5 mm (Ramadan & Emenda, 2019 dalam Harahap, 2021). Ukuran minimal partikel dalam kelompok mikroplastik masih belum ditentukan secara pasti, tetapi sebagian besar penelitian telah mengambil objek setidaknya memiliki ukuran 300  $\mu\text{m}$  atau 0,3 mm (Syachbudi, 2020). Mikroplastik dapat mengkontaminasi di berbagai ekosistem seperti udara, air baik tawar maupun laut, tanah, sedimen, bahkan biota yang hidup di dalamnya. Mikroplastik sendiri berasal dari produk plastik, tekstil, industri, pertanian dan limbah yang terdegradasi (Handerson and Green, 2020).

Degradasi adalah proses berubahnya fisik dan atau kimia pada suatu polimer akibat adanya beberapa faktor fisika, kimia, dan aktivitas biologis yang merubah polimer tersebut (Tarr, 2003 dalam Fachrul & Astri, 2018). Menurut Chiellini (2001) dalam Widianarko & Inneke (2018); Harahap (2021) faktor-faktor yang diyakini berkontribusi dalam proses degradasi polimer plastik adalah faktor kimia, faktor fisika atau mekanis, dan faktor biologi. Contoh faktor kimia adalah pada proses hidrolisis dan oksidasi. Faktor fisik atau mekanis yang menjadi penyebab terdegradasinya polimer plastik adalah pencucian, iklim, sinar matahari, dan tekanan mekanis. Sedangkan pada faktor biologi, mikroorganisme seperti bakteri predator dan jamur maupun organisme yang lebih tinggi menjadi pemeran dalam proses degradasi polimer plastik. Menurut Anggiani (2020) proses degradasi terjadi dengan bantuan mikroorganisme remediasi yaitu mikroorganisme penghasil enzim pemecah mikroplastik. Namun, faktor lingkungan lain seperti suhu, berat, pH, dan ukuran partikel substarnya juga tidak kalah penting dalam membantu enzim yang

dihasilkan bakteri tersebut untuk memecah mikroplastik. Fachrul & Astri (2018); Anggiani (2020) menyebutkan bahwa untuk memecah mikroplastik, dibutuhkan mikroorganisme yang berbeda, misalnya jika mikroorganisme satu berfungsi untuk memecah polimer menjadi monomer, maka mikroorganisme yang lain mengekskresikan senyawa monomer menjadi senyawa yang lebih sederhana lagi.

#### 2.4.1 Sumber Mikroplastik

Mikroplastik primer dan sekunder merupakan klasifikasi mikroplastik berdasarkan sumbernya. Jika mikroplastik primer merupakan plastik yang memang sengaja diproduksi dalam ukuran mikro seperti scrub yang terdapat dalam produk kebersihan maupun kecantikan, maka mikroplastik sekunder merupakan sebaliknya. Mikroplastik sekunder didefinisikan sebagai mikroplastik yang berasal dari potongan produk makroplastik (Zhang *et al.*, 2017).



**Gambar 2.2. Sumber mikroplastik (A) sekunder, (B) primer (scrub) pada detergent)**

Mikroplastik primer adalah mikroplastik yang memang diproduksi dalam bentuk mikroskopis. Segala komponen plastik yang terdapat dalam produk kecantikan maupun kebersihan merupakan sumber utama dari mikroplastik ini. Selain itu, mikroplastik primer juga bersumber dari komponen plastik yang terdapat pelet plastik (Zhao *et al.*, 2015 dalam Pratama & Wahyu, 2021). Sedangkan

mikroplastik sekunder merupakan plastik yang sebelumnya berukuran besar, kemudian terfragmentasi dan terjadi proses pemutusan rantai polimer plastik, sehingga berakhir masuk ke lingkungan. Contoh dari mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder sebagaimana tertera dalam Gambar 2.2.

#### 2.4.1 Jenis Mikroplastik

Jenis mikroplastik diyakini dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu fiber, film, fragmen, granul (Kuasa, 2018). Pada saat yang sama, Lusher *et al.* (2017) menyebutkan bahwa jenis mikroplastik berdasarkan bentuknya meliputi serat/fiber, fragmen, film, foam, dan granul:

##### a. Fiber

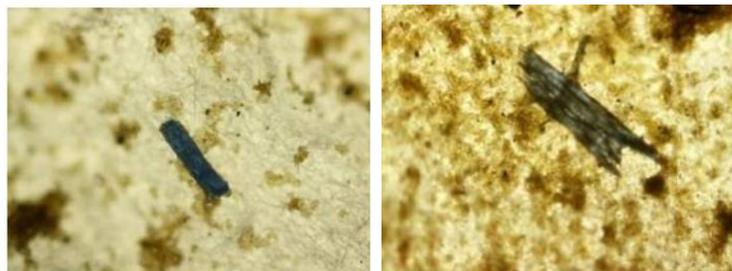
Pencucian pakaian yang menyebabkan serat kain terfragmentasi. Gesekan antar kain yang terjadi pada saat pencucian baju berlangsung akan menyebabkan serat kain pada pakaian tersebut terurai menjadi partikel kecil. Hal inilah yang menjadi sumber dari mikroplastik jenis fiber. Selain itu, jenis ini juga bersumber dari tali pancing dan jaring (Zhao *et al.*, 2018). Ramadhani (2019) menambahkan bahwa berbagai jenis tali seperti pancing, jala, dan jaring merupakan sumber mikroplastik jenis fiber yang paling banyak umum diketahui berbentuk memanjang dan silinder sebagaimana pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3. Mikroplastik jenis fiber (100x)**  
Sumber: Widinarko & Inneke (2018).

### **b. Fragmen**

Plastik dengan bahan polimer sintetik yang kuat seperti botol plastik merupakan bentuk asal dari mikroplastik jenis fragmen ini. Sejumlah besar mikroplastik fragmen berasal dari bagian plastik yang lebih besar yang kemudian terfragmentasi seperti kemasan gelas minuman dan botol plastik (Cole *et al.*, 2011; Dewi dkk., 2015; Mauludy dkk., 2019). Karena berasal dari plastik dengan polimer sintetik yang kuat, mikroplastik jenis fragmen mempunyai karakteristik dengan tepi tidak beraturan atau bergerigi serta lebih keras jika dibandingkan dengan jenis mikroplastik yang lain (Zhou *et al.*, 2018 dalam Prasetyo, 2020). Sedangkan Yolla dkk. (2020) menyebutkan bahwa fragmen bersifat keras, kaku, susunan partikelnya lebih padat karena mempunyai densitas yang lebih tinggi, dan lebih berwarna. Contoh dari mikroplastik jenis fragmen dapat dilihat pada Gambar 2.4. Kekerasan dari fragmen ini bisa dirasakan menggunakan jarum ose ketika proses identifikasi.



**Gambar 2.4. Mikroplastik jenis fragmen (100x)**

Sumber: Widinarko & Inneke (2018)

### **c. Film**

Mikroplastik jenis film merupakan mikroplastik sekunder dengan densitas yang lebih rendah daripada fragmen. Bentuk asal dari mikroplastik jenis ini adalah kantong plastik atau kemasan yang plastik lain yang sangat

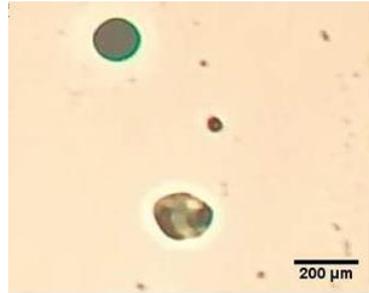
tipis dan juga sedikit elastis. Oleh karena itu, jika dibandingkan dengan jenis mikroplastik lainnya, densitas dari mikroplastik film lebih rendah dan cenderung tidak bervolume (Prasetyo, 2020). Mikroplastik jenis film mempunyai lapisan yang sangat tipis dengan bentuknya yang lembaran dan densitas rendah (Mauludy dkk., 2019). Sebagaimana terlampir dalam Gambar 2.5, Zhou *et al.* (2018) dalam Prasetyo (2020) menambahkan bahwa mikroplastik jenis ini lebih transparan, lembut dan lebih tipis.



**Gambar 2.5. Mikroplastik jenis film (100x)**  
Sumber: Widinarko & Inneke (2018)

#### **d. Granul/Pellet**

Menurut Karami dkk. (2017); So *et al.* (2018); Sarasita dkk. (2019) mikroplastik jenis granul mempunyai bentuk bulat menyerupai butiran, ovoid maupun silindris dengan tepi yang teratur sebagaimana yang terlihat di Gambar 2.6. Selain itu, mikroplastik granul juga mempunyai warna yang transparan. Lebih jelasnya, mikroplastik jenis ini mempunyai bentuk yang sama dengan *scrub* yang terdapat dalam beberapa produk pembersih dan *skincare*. Hal ini dikarenakan, scrub pada beberapa produk tersebut memang didesign dalam ukuran mikro. Mikroplastik inilah yang kemudian tergolong dalam klasifikasi mikroplastik primer (Purnama dkk., 2021).



**Gambar 2.6. Mikroplastik jenis granul/pellet (400x)**  
Sumber: Fadilah (2021)

#### e. Foam

*Styrofoam* dan busa merupakan bentuk awal dari mikroplastik jenis foam sebelum akhirnya terdegradasi menjadi mikroplastik jenis ini (Zhou *et al.*, 2018) dalam Prasetyo (2020). Foam sebagian besar memiliki bentuk bulat, putih atau kuning muda, serta memiliki tekstur yang lembut dan lunak. Kemudian Faruqi (2019) mengatakan bahwa, dibandingkan dengan jenis mikroplastik lainnya, foam memiliki densitas lebih rendah yang disebabkan kerapatan penyusun foam ini juga rendah. Contoh dari mikroplastik dari jenis foam ini tertera dalam Gambar 2.7.



**Gambar 2.7 Mikroplastik jenis foam (100x)**  
Sumber: Harahap (2021)

### 2.4.2 Dampak Mikroplastik

Adanya mikroplastik dalam air dapat berdampak pada lingkungan perairan, bahkan terhadap manusia. Partikel mikroplastik, baik pada permukaan air, kolom

air, atau bahkan mengendap pada sedimen atau substrat dalam air. Hal ini tentu saja didasarkan berat jenis dari partikel mikroplastik tersebut. Partikel mikroplastik yang ringan, maka akan mengapung di permukaan air. Berbeda lagi dengan partikel mikroplastik dengan berat jenis yang cukup besar, maka akan tenggelam dan menempel di sedimen air. Ukurannya yang kecil sering dilihat sebagai makanan oleh hewan seperti ikan dan bivalvia (Wahdani *et al.*, 2020). Kandungan racun berbahaya yang terdapat dalam mikroplastik mempunyai dampak negatif terhadap sungai dan ekosistemnya. Salah satu efek negatif yang ditimbulkan adalah kematian biota di dalam air seperti ikan akibat tertelannya mikroplastik dan kemudian masuk ke dalam organ pencernaannya. Hal ini dikarenakan karakteristik warna dan ukuran dari mikroplastik ini sangat mudah dicerna oleh organisme (Wijaya dan Yulinah, 2019).

Rochman (2013) dalam Putra (2019) juga menyebutkan bahwa masuknya mikroplastik ke dalam tubuh akan menyebabkan zat-zat beracun yang terkandung dalam mikroplastik sudah pasti menembus jaringan bahkan sel dalam darah ikan sehingga respon inflamasi tidak dapat dihindari dan berakhir menurunnya stabilitas membran sel dalam sistem pencernaan. Selain itu, partikel mikroplastik yang sudah terlanjur berada di saluran pencernaan, tidak menutup kemungkinan akan ditransfer ke dalam sistem peredaran darah. Di dalam peredaran darah inilah mikroplastik dapat bertahan dalam kurun waktu 48 hari atau bahkan lebih. Sebagai contoh, ditemukan adanya bioakumulasi, berbagai penyakit hati seperti menipisnya glikogen dan nekrosis tunggal, serta pembentukan tumor usia dini pada medaka Jepang (*Oryzia latipes*) yang mengkonsumsi fragmen polietilen. Fossi (2014); Wagner & Lambert (2018) menambahkan bahwa Tertelannya mikroplastik secara

tidak sengaja oleh biota air dapat menimbulkan efek negatif. Efek ini mungkin termasuk stres patologis, komplikasi sistem reproduksi, penghambatan produksi enzim, dan tingkat pertumbuhan yang rendah. Selain itu menurut Wijaya dan Yulinah (2019) partikel mikroplastik yang masuk ke saluran pencernaan hewan air berpotensi membawa partikel ini ke tingkat trofik tertinggi dari piramida makanan.

Mikroplastik yang mengkontaminasi rantai makanan akan termakan oleh biota laut dan pada akhirnya akan dimakan oleh manusia. Hal tersebut dibuktikan dengan penelitian Budiarti dkk. (2021) yang menyebutkan bahwa ditemukan mikroplastik pada feses manusia. Kandungan berbahaya yang terdapat pada partikel mikroplastik dapat menyebabkan beberapa hal diantaranya penurunan nafsu makan, penurunan bobot tubuh, pertumbuhan terhambat, gangguan sistem reproduksi, berkurangnya mobilitas, dan bahkan menyebabkan kematian (Wang *et al.*, 2019). Carbery *et al.* (2018) dalam Prasetyo (2020) menambahkan bahwa partikel mikroplastik dapat menyebabkan biomagnifikasi dan terjadi bioakumulasi di tubuh manusia yang dapat berpotensi besar dalam mengganggu kesehatan manusia diantaranya dapat menyebabkan iritasi pada kulit, masalah pada pernapasan, timbul penyakit sistem peredaran darah, dan masalah pada pencernaan.

## **2.5 Ikan Wader Cakul (*Barbodes binotatus*)**

### **2.5.1 Morfologi dan Klasifikasi Wader Cakul (*Barbodes binotatus*)**

*Barbodes binotatus* merupakan jenis ikan tawar yang tubuhnya mempunyai panjang rata-rata 10 cm ketika dewasa. Terdapat 4 sungut di bagian mulutnya dan memiliki bentuk garis yang sempurna. Ruas terakhir pada sirip punggungnya lebih keras dan sedikit bergerigi. Antara sirip lateral dengan awal sirip terdapat 4 buah sisik. Ada bintik bulat di depan sirip punggung dan satu di tengah bagian ekor. 2-4

bintik bulat hingga lonjong bisa ditemukan di bagian tengah tubuh anakan dan beberapa ikan dewasa. Beberapa daerah di Indonesia menyebut ikan ini bunter, binter, bilak, klemar, wader cakul (Jawa); sepalak, tanah, bada putih (Sumatera); puyan, temarung (Kalimantan) (Iqbal dkk., 2018). Nelson (2006) dan Wiranegara (2019) menambahkan tentang karakteristik lain yang dimiliki *Barbodes binotatus*, warna tubuh yang dimiliki adalah abu-abu mendekati hijau hingga keperakan. Ukuran ikan berkisar dari kecil hingga sedang, namun mayoritas ikan *Barbodes binotatus* yang ditemukan memiliki panjang kurang lebih 10 cm. Meskipun demikian, panjang dari beberapa ikan jenis ini bisa mencapai 17 cm. Bagian kepala memiliki ukuran 3,3-4,5 kali dari ukuran mata, sedangkan tinggi batang ekor sama dengan 1/3-1/2 panjang kepala. Selain itu, terdapat bintik hitam pada bagian tertentu dari ikan dan seluruh tubuhnya dipenuhi sisik. Visualisasi dari *Barbodes binotatus* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9 *Barbodes binotatus***  
Sumber: Iqbal dkk. (2018)

Klasifikasi dari *Barbodes binotatus* menurut Saanin (1984) adalah sebagai berikut:

Kelas : Pisces

Sub Kelas : Teleostei

Ordo : Cypriniformes  
Famili : Cyprinidae  
Genus : Barbodes  
Spesies : *Barbodes binotatus*

#### **2.4.2 Habitat dan Kebiasaan Makan *Barbodes binotatus***

Nelson (1984) menyebutkan bahwa wader merupakan jenis ikan yang biasanya berhabitat di perairan yang arusnya tidak cukup deras dan jernih sehingga mayoritas aktivitas yang dilakukan oleh ikan wader berada di kondisi perairan tersebut. Selain itu, ikan wader akan bersembunyi di balik tumbuhan air pada siang hari. Ikan wader termasuk ikan yang hidup berkelompok, diurnal, tidak buas dan pemakan detritus, tetapi biasanya omnivora. Sedangkan menurut Sentosa dan Djumanto (2010) dalam Subekti (2021) meskipun ikan wader omnivora, makanan yang paling umum dikonsumsi oleh ikan jenis ini adalah dari kelompok fitoplankton dan zooplankton. Sedangkan dalam segi reproduksinya, *Barbodes binotatus* termasuk organisme ovipar dan biasanya melakukan pemijahan atau produktif pada awal musim hujan. mempunyai kebiasaan mencari mangsa di permukaan air. Ikan wader bersifat ovipar, memijah atau produktif pada awal musim hujan.

Habitat jenis *Barbodes* adalah di perairan yang memiliki kondisi perairan dasar berupa bebatuan, kerikil atau pasir. Kondisi substrat yang seperti ini biasanya mengindikasikan kondisi perairan yang tidak terlalu keruh sampai jernih. Arus yang cukup deras juga menjadi karakteristik dari habitat ikan *Barbodes binotatus* ini. Suhu yang cocok sebagai habitatnya relatif rendah berkisar 22 sampai 25°C (Haryono, 2017). Ikan ini lebih aktif saat berenang, sehingga ikan memiliki

jangkauan gerak yang lebih luas dan lebih leluasa dalam mencari makan. Menurut Effendie (2002) mengenai pakan yang biasa dimangsa oleh *Barbodes binotatus* sangatlah relatif. Hal ini dikarenakan adanya beberapa faktor yang dinilai mempengaruhi kesukaan ikan terhadap makanannya. Diantaranya adalah distribusi organisme yang akan dimangsa, ketersediaan jenis makanannya, pilihan ikannya sendiri terhadap makanan apa yang ingin dimangsa, juga faktor lain seperti faktor fisik yang memungkinkan mempengaruhi kondisi perairan sebagai habitatnya.

*Barbodes binotatus* banyak ditemukan dengan spesies wader lainnya di daerah tropis, pH netral mendekati asam dengan kisaran nilai 6-6,5 dan suhu air mencapai 24 hingga 26°C. Kondisi sungai maupun danau yang tidak terlalu dalam serta memiliki air yang jernih sangat disukai oleh *Barbodes binotatus* (Nelson, 2006). Jenkins *et al.* (2015) menambahkan *B. binotatus* dapat ditemui pada segala perairan tawar seperti sungai, danau, parit bahkan rawa yang mempunyai tinggi sekitar 2000 meter dari permukaan laut. Menurut Robert (1989) dalam Wiranegara (2019) karakteristik dari perairan Indonesia sangat cocok dengan habitat dari ikan ini sehingga distribusi *B. binotatus* sangat luas di berbagai pulau yang ada di Indonesia, diantaranya pulau Bali, Jawa, Sumatera, Kalimantan, Bangkabelitung, bahkan di Selat Sunda.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini termasuk penelitian jenis quasi eksperimental dengan pendekatan eksploratif. Penggunaan jenis penelitian quasi eksperimental dikarenakan pada penelitian ini terdapat perbedaan kondisi lingkungan antara stasiun hulu, tengah dan hilir. Perbedaan kondisi pada stasiun ini diqiyaskan dengan perbedaan perlakuan pada penelitian *true eksperimen*. Pendekatan eksploratif digunakan untuk mengamati secara langsung tipe mikroplastik pada air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus* Sungai Pekalen. Data yang dihasilkan kemudian disajikan secara kuantitatif dalam bentuk angka meliputi jumlah dan kelimpahan mikroplastik. Data kelimpahan yang dihasilkan kemudian diuji statistik berupa perbedaan kelimpahan dan uji korelasi antara mikroplastik pada air permukaan dengan mikroplastik yang ditemukan pada pencernaan *Barbodes binotatus* pada masing-masing stasiun. Selain itu, uji FTIR juga dilakukan dengan tujuan mengetahui polimer plastik apa saja yang mencemari air dan pencernaan *Barbodes binotatus* yang terdapat di Sungai Pekalen.

#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian tentang identifikasi jenis dan kelimpahan mikroplastik pada air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus* dilakukan pada tanggal 20 April-22 Mei 2022, di Sungai Pekalen, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Proses identifikasi jenis dan kelimpahan mikroplastik dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Sedangkan uji FTIR dilakukan di Universitas Airlangga Surabaya.

### **3.3 Alat dan Bahan**

#### **3.3.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah panci *stainless* yang digunakan dalam pengambilan sampel air sungai, LST (*Long Stick Taliban*), kain screen 420 Mesh, wadah sampel, taliban, jala dan jaring, penggaris, botol jar, timbangan digital, *sectio set*, talenan, botol jar, gelas ukur, cawan petri, mikropipet, jarum ose, pipet tetes, *stir glass*, corong kaca, botol spray, GPS *essential*, alat penangas air, mikroskop stereo, alat tulis, lateks/sarung tangan, jas laboratorium, masker.

#### **3.3.2 Bahan**

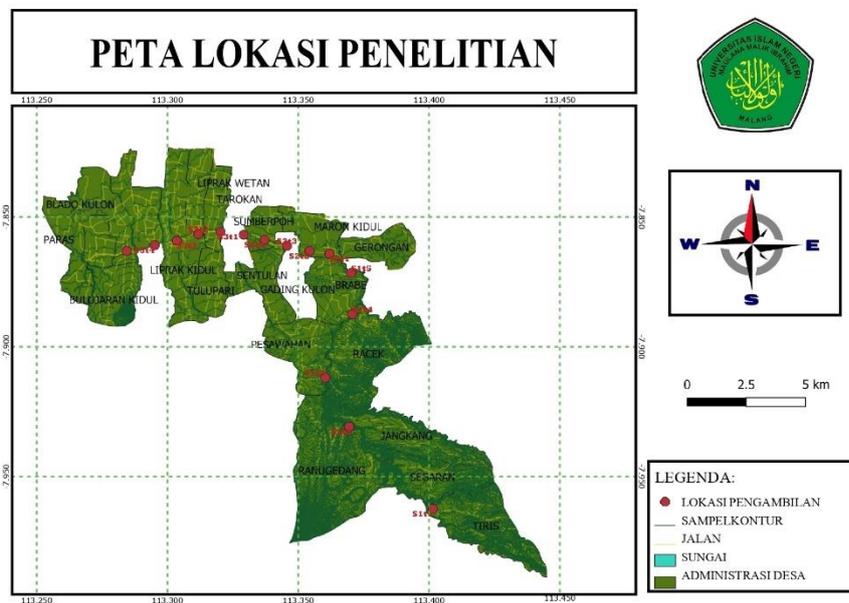
Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sampel air dan ikan wader cakul, alkohol 70%, NaCl dengan konsentrasi 0,9%, larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dengan konsentrasi 30%, larutan Fe(II) 0,05 M, kertas label, wadah sampel air.

### **3.4 Prosedur Penelitian**

#### **3.4.1 Penentuan Lokasi Sampling**

Metode yang digunakan dalam penentuan lokasi pengambilan sampel adalah *Purposive Sampling*. Metode *Purposive Sampling* merupakan teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu. Terdapat 3 stasiun pengambilan sampel air maupun ikan, yaitu stasiun 1 di sungai bagian hulu, sedangkan stasiun 2 dan stasiun 3 berada di sungai bagian tengah. Jarak antara stasiun 1 dan stasiun 2 adalah 6 km, sedangkan stasiun 2 dan stasiun 3 berjarak sekitar 5 km. Stasiun 1 merupakan daerah dimana kondisi sungai masih alami meskipun di daerah tertentu dimanfaatkan sebagai ekowisata sehingga tidak mengherankan apabila ditemukan beberapa sampah akibat aktivitas manusia tersebut. Stasiun 2 dipresentasikan dengan kondisi sungai yang telah melewati beberapa pemukiman warga dan

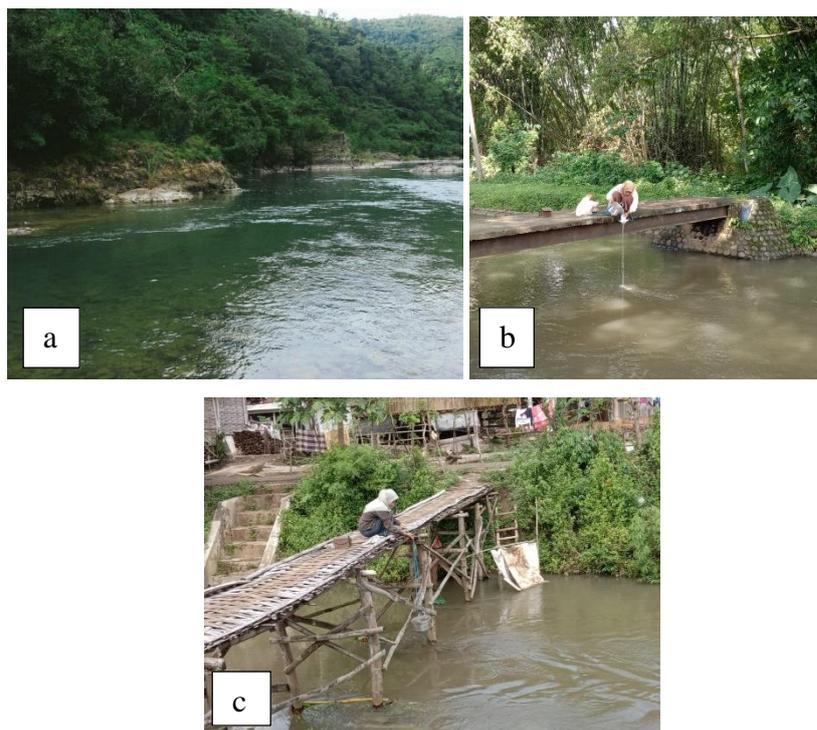
pedagang jalanan meskipun tidak sebanyak di stasiun 3. Sedangkan stasiun 3, meskipun tetap berada di sungai bagian tengah, stasiun 3 ini sudah melewati pemukiman warga yang padat serta beberapa pasar tradisional. Di setiap stasiun terdapat 3 titik pengambilan sampel dengan pengulangan setiap minggu sebanyak 3 kali. Peta lokasi titik pengambilan sampel digambarkan pada Gambar 3.1 dengan titik koordinatnya yang tertera pada Tabel 3.1. Sedangkan visualisasi stasiun 1, stasiun 2, maupun 3 dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Peta titik lokasi pengambilan sampel (Dokumentasi pribadi)

Tabel 3.1 Koordinat lokasi pengambilan sampel

Stasiun	Lokasi	Titik Koordinat	
		Garis Lintang	Garis Bujur
S1T1	Desa Tiris	S07°55'50.8"	E113°22'09.7"
S1T2	Desa Pesawahan	S07°54'42.4"	E113°21'37.0"
S1T3	Desa Angin-angin	S07°53'14.6"	E113°22'14.1"
S2T1	Desa Maron	S07°51'39.7"	E113°20'44.3"
S2T2	Desa Sumber Dawe	S07°51'31.4"	E113°20'30.5"
S2T3	Desa Sumber Poh	S07°51'24.3"	E113°19'44.7"
S3T1	Desa Liprak Kulon	S07°51'32.6"	E113°18'12.5"
S3T2	Desa Banyuanyar Kidul	S07°51'38.9"	E113°17'42.2"
S3T3	Desa Oleran	S07°51'46.8"	E113°17'03.7"



**Gambar 3.2 Stasiun pengambilan sampel a. stasiun 1, b. stasiun 2, stasiun 3  
(Dokumentasi pribadi)**

#### **4.4.2 Pengambilan Sampel**

##### **3.4.2.1 Pengambilan Sampel Air**

Sampel air yang diambil di setiap titik lokasi adalah sebanyak 20 liter dengan menggunakan panci ukuran 5 liter. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari. Air yang diambil merupakan air permukaan dengan kedalaman sekitar 0-30 cm. Air yang sudah diambil kemudian disaring menggunakan kain screen sablon dengan ukuran 420 Mesh yang sudah diikat di alat LST. Hasil yang tersaring di kain screen kemudian diambil dengan cara melepas ikatan kain screen tersebut dari alat LST. Kain screen yang berisi sampel kemudian diletakkan di wadah sampel serta tidak lupa diberi nama menggunakan kertas label sesuai dengan titik lokasi pengambilan sampel.

### **3.4.2.2 Pengambilan Sampel Ikan**

Sampel ikan wader diambil dengan menggunakan jaring ikan di lokasi yang sama dengan lokasi pengambilan sampel air. Ikan yang diambil di setiap titik lokasi pengambilan sebanyak 2 ekor dengan panjang rata-rata 10 cm. Ikan yang sudah didapatkan kemudian diukur panjang total dari tubuh ikan tersebut serta ditimbang menggunakan timbangan digital. Selanjutnya ikan dibedah menggunakan *sectio set* dan diambil pencernaan dari ikan tersebut. Sampel pencernaan ikan selanjutnya dimasukkan ke dalam botol jar dan kemudian diberi alkohol 70% sampai sampel tenggelam. Langkah selanjutnya adalah pengujian sampel.

### **3.4.3 Pengujian Sampel**

Sampel air maupun ikan diuji menggunakan metode modifikasi dari NOAA (*National Oceanic Atmosphere Administration*). Menurut Masura *et al.* (2019) metode NOAA dilakukan dalam beberapa tahap, yang diantaranya adalah proses penyaringan sampel, sampel dikeringkan, pemisahan zat organik, baru kemudian proses identifikasi mikroplastik.

#### **4.4.3.1 Pengujian Sampel Air**

Sampel mikroplastik air disiram menggunakan  $H_2O_2$  dengan konsentrasi 30% sebanyak 20 ml dan ditadahkan ke dalam botol jar yang sebelumnya sudah disterilkan. Setelah pemberian  $H_2O_2$  selesai, sampel kemudian ditetesi larutan Fe (II) 0,05 M sebanyak 5 tetes yang berfungsi sebagai katalisator. Sampel didiamkan sejenak dalam keadaan botol terbuka yang bertujuan membiarkan sampel bereaksi dengan larutan  $H_2O_2$  serta Fe (II) yang baru saja diberikan. Sampel kemudian ditutup dan diinkubasikan di suhu ruang selama 24 jam. Setelah proses inkubasi selesai, sampel dipanaskan selama 30 menit. Proses pemanasan sampel ini

berfungsi untuk menguraikan atau mendekomposisi menjadi senyawa yang lebih sederhana. Sampel yang sudah dipanaskan selanjutnya disaring kembali menggunakan kain screen. Hasil yang didapatkan pada kain saring kemudian dibilas menggunakan NaCl 0,9% secukupnya dan ditampung di cawan petri untuk diidentifikasi.

#### **4.4.3.2 Pengujian Sampel Ikan**

Alkohol yang terdapat pada sampel pencernaan ikan kemudian dibuang. Sampel kemudian ditambahkan 20 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dengan konsentrasi 30% dan juga Fe (II) dengan konsentrasi 0,05 M sebanyak 5 tetes. Sampel kemudian didiamkan dan dibiarkan bereaksi dengan adanya larutan tambahan di atas sebelum akhirnya ditutup menggunakan tutup botol jar. Sampel didiamkan selama 24 jam dengan suhu ruang sehingga proses penguraian bahan organik lebih mudah. Setelah melunak, sisa organ pencernaan yang belum hancur, dihancurkan kembali dengan cara menekannya menggunakan *stir glass*. Proses selanjutnya adalah pemanasan sampel dengan menggunakan sistem *steam bath* selama 30 menit menggunakan kompor. Setelah pemanasan selesai, dilakukan pendinginan dengan cara sampel didiamkan sebelum akhirnya disaring menggunakan kain saring dengan ukuran 420 Mesh. Sampel mikroplastik yang tertampung di kain saring dibilas dengan larutan NaCl 0,9% secukupnya menggunakan pipet tetes dan ditampung ke dalam cawan petri. Pemberian H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 50%, Fe (II), dan NaCl berguna untuk penghancuran dan pemisahan bahan pencemar lainnya.

#### **3.4.4 Identifikasi jenis dan kelimpahan mikroplastik**

Identifikasi jenis mikroplastik pada air dan sampel pencernaan ikan menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran 40x dan 100x. Identifikasi jenis

mikroplastik berdasarkan 5 jenis mikroplastik itu sendiri, yaitu fiber, fragmen, film, granul, dan foam. Penentuan jenis mikroplastik, dan benar tidaknya suatu benda dinamakan mikroplastik mengikuti dasar yang dinyatakan oleh MERI (2015) bahwa mayoritas dari mikroplastik memiliki karakteristik yang cukup fleksibel dan tidak mudah hancur ketika ditekan dengan jarum ose atau pinset. Sehingga apabila terdapat benda yang diduga sebagai mikroplastik namun hancur ketika ditekan dengan piset, maka benda tersebut tidak tergolong salah satu dari jenis mikroplastik. Jenis mikroplastik yang didapatkan kemudian dihitung untuk dilakukan analisis selanjutnya. Data jenis mikroplastik yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan deskriptif kuantitatif yaitu data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis selanjutnya adalah menghitung kelimpahan mikroplastik dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{Volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

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

## 4.5 Analisis Data

### 3.5.1 Analisis Perbandingan Kelimpahan

Analisis perbandingan kelimpahan mikroplastik yang didapatkan dari sampel air dan sampel pencernaan *Barbodes binotatus* di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo menggunakan statistik parametrik uji *One-Way* ANOVA dari aplikasi SPSS versi 26. Penggunaan uji ini bertujuan untuk menguji perbedaan kelimpahan mikroplastik yang diperoleh di setiap lokasi dengan melihat nilai signifikan pada hasil pengujian. Namun sebelum dilakukan uji *One Way* ANOVA ini, normalitas dan homogenitas dari data diuji terlebih dahulu. ANOVA satu arah dapat dilakukan

jika data yang diperoleh berdistribusi normal dan memiliki varian yang homogen. Namun jika data tidak berdistribusi normal serta varian yang dimiliki tidak homogen, analisis yang harus digunakan selanjutnya dalam hal pengujian perbedaan kelimpahan adalah uji nonparametrik Kruskal Wallis. Asumsi yang diuji dengan analisis ini adalah sebagai berikut:

H0: Tidak ada perbedaan antara kelimpahan rata-rata mikroplastik pada sampel air dengan sampel mikroplastik pada pencernaan *Barbodes binotatus*.

H1: Adanya perbedaan antara kelimpahan rata-rata mikroplastik pada sampel air dengan mikroplasti pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus*.

### **3.5.2 Analisis Hubungan Kelimpahan Mikroplastik Air dan Ikan**

Hubungan antara kelimpahan mikroplastik pada sampel air dengan sampel pada pencernaan *Barbodes binotatus* di Sungai Pekalen juga dianalisis menggunakan aplikasi SPSS versi 25 yaitu uji korelasi Pearson. Korelasi Pearson sendiri merupakan suatu uji dalam statistik yang digunakan dengan tujuan mengetahui ada tidaknya hubungan antara dua variabel atau lebih dengan melihat nilai signifikansi yang dihasilkan. Ketika kedua variabel yang diuji mempunyai nilai signifikansi  $<0,05$ , maka kedua variabel tersebut dapat dikatakan mempunyai korelasi yang cukup signifikan. Namun sebaliknya, apabila kedua variabel memiliki nilai signifikansi  $>0,05$ , kedua variabel tersebut dinyatakan tidak berkorelasi. Selain itu, dalam pengujian ini, derajat korelasi antara kedua variabel juga dapat diketahui melalui nilai koefisien yang dilambangkan dengan  $r$  yang juga didapatkan dari hasil korelasi Pearson. Nilai yang menjadi dasar dalam koefisien korelasi adalah  $-1 < 0 < 1$ . Kedua variabel dinyatakan berkorelasi negatif dengan artian memiliki korelasi yang sangat lemah apabila mempunyai nilai  $r = -1$ . Namun, apabila kedua variabel memiliki nilai koefisien korelasi  $=1$ , maka kedua variabel tersebut mempunyai

korelasi yang positif dengan artian variabel dependent sangat mempengaruhi variabel independent (Sudjana, 2005). Hipotesis sebagai berikut:

H0: Tidak adanya korelasi antara kelimpahan mikroplastik pada sampel air dengan mikroplastik pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus*.

H1: Adanya korelasi antara kelimpahan mikroplastik pada sampel air dengan sampel mikroplastik pada pencernaan *Barbodes binotatus*

### **3.5.3 Analisis Uji FTIR**

*Fourier Transform Infra Red* (FTIR) adalah suatu alat yang memanfaatkan prinsip-prinsip spektroskopi yang memiliki transformasi fourier untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrum dari sampel yang diuji (Anam, 2007). Sedangkan menurut Putri (2021) FTIR merupakan alat yang dimanfaatkan dalam proses mengidentifikasi struktur molekul dari suatu senyawa. Sehingga, FTIR sangat populer dalam penelitian mengenai mikroplastik dan biasa digunakan untuk mengidentifikasi jenis polimer mikroplastik. Hal ini didukung oleh Aspi dan Boni (2013) yang mengatakan bahwa untuk mengetahui jenis polimer apa yang terdapat pada suatu mikroplastik, maka salah satu teknik yang dapat digunakan adalah uji FTIR. Dasar dari pengujian FTIR ini adalah pengukuran panjang gelombang serta intensitas inframerah. Sifat vibrasi gugus fungsi senyawa pada suatu sampel juga dapat dideteksi melalui FTIR. Informasi lainnya yang dapat diketahui melalui uji FTIR diantaranya adalah struktur molekul polimer, senyawa apa saja yang terikat secara kovalen, serta kemurnian bahan dan gugus fungsi molekul. Sedangkan pada penelitian ini, penggunaan uji FTIR bertujuan memanfaatkan salah satu fungsi dari uji tersebut yaitu mengetahui tipe polimer plastik apa saja yang terkandung dalam

mikroplastik dan mencemari Sungai Pekalen baik pada sampel air permukaan dan pencernaan ikan wader cakul (*Barbodes binotatus*).

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Wader Cakul (*Barbodes binotatus*)

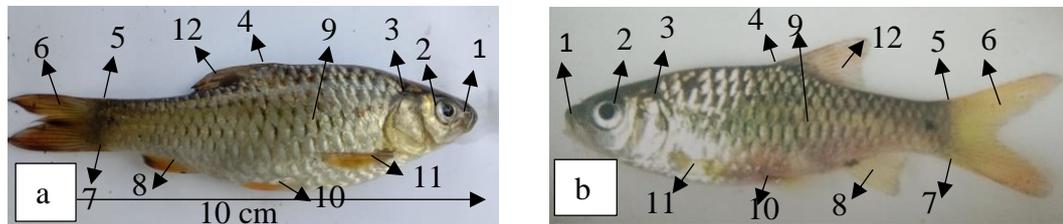
Ikan nyalian atau yang umum dikenal wader cakul atau yang dikenal dengan nama latin *Barbodes binotatus* tergolong ikan dari perairan tawar yang berasal dari famili Cyprinidae. Berdasarkan literatur ilmiah, *Systomus binotatus*, *Puntius binotatus*, *Capoeta binotatus*, dan *Barbus maculatus* merupakan beberapa nama lain atau sinonim dari *Barbodes binotatus* (Kottelat, 2013 dalam Putri dkk., 2021). Menurut Astuti *et al.* (2020) ada beberapa penyebutan nama lokal dari *B. binotatus* sesuai dengan daerah masing-masing. Ada yang menyebut klemar, wader bintik dua, sepadak, bunter, wader cakul, bunteur, dan beberapa penyebutan lainnya. Spesies ini tersebar luas di Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi, dan Sumbawa. Berdasarkan sampel ikan wader hasil tangkapan di Sungai Pekalen, karakteristik dari *Barbodes binotatus* ini adalah memiliki tekstur tubuh yang licin, 2 pasang sungut di bagian mulut, sirip dorsal sedikit mengeras, dan bintik hitam yang terdapat pada pangkal anterior sirip dorsal serta di tengah pangkal ekor. Bintik hitam ini kebanyakan terdapat pada individu yang masih kecil. Semakin dewasa *Barbodes binotatus*, bintik hitam tersebut semakin cepat menghilang kecuali bintik hitam pada tengah pangkal ekor. warna pada tubuh *Barbodes binotatus* abu-abu, keperakan sampai kehijauan.

Sepakat dengan pendapat di atas, Astuti *et al.* (2020) menyebutkan bahwa *B. binotatus* memiliki ciri-ciri deskripsi dengan 2 atau lebih bintik hitam di tubuh, 4½ sisik antara gurat sisi dan awal sirip punggung, 4 total duri punggung, 8 total jari lunak punggung, jari lunak anal 5, gurat sisi lengkap, empat sungut, bintik hitam di tengah pangkal ekor, satu bintik besar di pangkal anterior sirip punggung. Ciri

lainnya adalah palang di belakang operculum dan tanda tubuh (spot atau band). Ikan ini memiliki panjang maksimal 17 cm dengan panjang umum 10 cm. Bagian punggung berwarna hijau tua dan memiliki tambalan berbentuk batang pada penutup insang. IUCN (2019) menyebutkan bahwa warna spesies ini berkisar dari abu-abu perak hingga abu-abu hijau. Menurut Saanin (1984) sirip punggung *Barbodes binotatus* memiliki beberapa duri yang lemah, bagian belakangnya bergerigi; terdapat beberapa jari yang mengeras dan 5 jari yang bercabang di bagian sirip dubur; jari-jarinya lemah dan keras, dan punggungnya tidak bergerigi. Ikan ini memiliki perut membulat, 2 pasang tentakel, mulut menyembul, rahang bawah tidak bergigi, pangkal sirip punggung di depan pangkal sirip perut, dan sirip perut jauh di belakang (di depan dari anus). Ikan ini memiliki beberapa bintik hitam, dan seluruh tubuhnya berbentuk bersisik. Ukuran kepala ikan ini 3,3-4,5 kali lebar matanya

Kottelat *et al.* (1993) mengatakan bahwa *Barbodes binotatus* mempunyai bibir halus, mulut kecil dengan tidak terdapat tonjolan di ujung rahang, serta tidak ada duri di bagian tubuh manapun. *Barbodes binotatus* mempunyai linea lateralis yang lengkap. Sepanjang linea lateralis pada ikan ini terdapat <40 sisik dan tidak ada pori tambahan. Terdapat 7 sisik antara linea lateralis dengan sirip dorsal. Sedangkan di sekitar batang ekor, terdapat 12 sisik. Menurut Roberts (1989), ikan wader cakul bervariasi dalam warna dari abu perak hingga kehijauan dengan punggung sedikit lebih gelap atau lebih hitam, dan ikan kecil dengan bintik-bintik atau garis-garis yang hilang ketika ikan dewasa atau menjadi besar. Beberapa individu dari ikan jenis ini memiliki panjang mencapai 20 cm. Namun, sebagian besar hanya mencapai 10 cm. Sebagaimana Gambar 4.1 yang menunjukkan panjang

total serta bagian-bagian dari tubuh *Barbodes binotatus*. Keterangan dari tiap bagian tubuh tersebut tertera dalam Tabel 4.1.



**Gambar 4.1** Morfologi *Barbodes binotatus* a. Hasil penelitian, b. Literatur (Iqbal dkk., 2018)

**Tabel 4.1** Keterangan morfologi *Barbodes binotatus*

Nomor	Keterangan
1	Cavum oris
2	Organum vicus
3	Ujung posterior nuchal spine
4	Sisipan anterior pinnae dorsalis
5	Sisipan dorsal pinnae caudalis
6	Pinnae caudalis
7	Sisipan ventral sirip ekor
8	Pinnae analis
9	Linea lateralis
10	Pinnae abdominalis
11	Pinnae pectoralis
12	Pinnae dorsalis

Sehubungan dengan gambar di atas, ikan yang dijadikan objek pada penelitian ini merupakan salah satu makhluk Allah yang di dalamnya terdapat banyak sekali pelajaran yang dapat diambil, dengan cara membaca dan diiringi dengan bertafakkur, mencoba memikrikan dan memahami pelajaran apa yang ingin



disampaikan oleh penulis melalui tulisan yang dibaca. Dalam proses membaca sendiri tentunya membutuhkan objek. Objek membaca tidak harus berupa buku atau tulisan. Segala sesuatu yang terdapat di dalam alam semesta ini baik makhluk hidup maupun benda mati, bersifat mikroskopis maupun makroskopis patut dijadikan sebagai pusat dari segala ilmu pengetahuan. Oleh karena itu, sebagai makhluk yang dianugrahi akal pikiran oleh Allah SWT, ketika mempunyai kesempatan melihat suatu kejadian yang terjadi di alam semesta, sudah seharusnya memikirkan dan merenungi pelajaran apa yang ingin Allah ajarkan kepada manusia melalui kejadian tersebut. Jika tidak demikian, maka tentu dapat dikatakan menyia-nyaiakan ilmu pengetahuan yang jelas-jelas telah Allah berikan. Seperti contoh pada makhluk Allah (ikan) terdapat banyak sekali pelajaran yang dapat diambil baik bentuknya yang makro seperti organ-organ ikan maupun mikro seperti mikroplastik yang tertelan oleh ikan.

Allah kembali berfirman dalam Qur'an surah Adz-Dzariyat [51]: 20-21 tentang penegasan kembali untuk lebih memperhatikan segala sesuatu yang Allah ciptakan. Ayat tersebut berbunyi:

وَفِي الْأَرْضِ آيَاتٌ لِّلْمُؤْمِنِينَ ﴿٢٠﴾ وَفِي أَنفُسِكُمْ أَفَلَا تُبْصِرُونَ ﴿٢١﴾

Artinya: *Dan di bumi itu terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang yakin. Dan (juga) pada dirimu sendiri. Maka apakah kamu tidak memperhatikan?* (Q.S. Adz-Dzariyat [51]: 20-21).

Al-Qurthubi (2008) menafsirkan bahwa pada *وَفِي الْأَرْضِ آيَاتٌ لِّلْمُؤْمِنِينَ* “Dan di bumi itu terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang yakin”. Setelah pada ayat-ayat sebelumnya Allah menyebutkan tentang tempat yang akan dituju oleh masing-masing dari kedua golongan, maka pada ayat ini Allah

menjelaskan tentang segala tanda kekuasaan-Nya yang terdapat di bumi dalam menghidupkan kembali serta membangkitkan seluruh makhluk hidup yang terdapat di muka bumi setelah adanya kematian. Beberapa tanda kekuasaan yang dimaksud pada ayat ini diantaranya buah-buah yang telah dipetik sebelumnya akan ditumbuhkan kembali, hewan bahkan manusia yang telah mati akan dihidupkan kembali, menentukan jenis makanan yang dapat dimakan oleh kelompok hewan tertentu agar mampu bertahan hidup, dan sisa-sisa kehancuran umat terdahulu yang Allah perlihatkan kepada manusia akibat mendustai Nya. Sedangkan lafadz **لِلْمُؤْتَفِينَ** memiliki makna “*bagi orang-orang yang yakin*”. Maksud dari orang-orang yakin disini adalah mereka yang mengetahui, kemudian mempelajari sampai faham, hingga akhirnya yakin akan kekuasaan Allah yang telah disebutkan pada lafadz sebelumnya. Penggunaan kata mereka pada ayat ini juga berarti mereka yang tidak menyia-nyaiakan atau mau mengambil manfaat dari kekuasaan Allah yang terdapat di bumi dengan cara mempelajari dan merenunginya.

Ayat selanjutnya yakni ada ayat ke-21, lafadz, **وَفِي أَنْفُسِكُمْ جَافَلَا تُبْصِرُونَ** “*Dan (juga) pada dirimu sendiri. Maka apakah kamu tiada memperhatikan?*”. sebagian ulama berpendapat bahwa penggalan pertama pada ayat ini (yaitu **وَفِي أَنْفُسِكُمْ**) masih terkait dengan ayat sebelumnya. Perkiraan makna yang di maksud adalah **وَفِي الْأَرْضِ** yakni: Dan di bumi, dan (juga) pada dirimu sendiri, itu terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang yakin). Sehingga apabila disimpulkan, terdapat tanda kekuasaan Allah pada segala sesuatu yang Ia ciptakan di muka bumi.

## **4.2 Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada Air Permukaan dan Pencernaan *Barbodes binotatus***

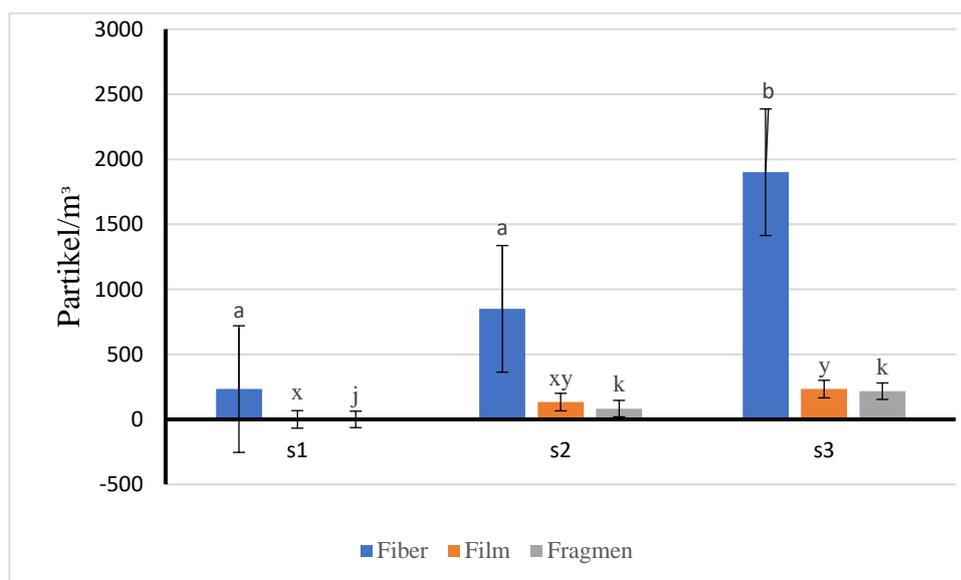
Hasil identifikasi mikroplastik dari sampel air permukaan Sungai Pekalen di 3 stasiun menggunakan mikroskop mendapatkan 3 jenis mikroplastik, diantaranya fiber, fragmen, dan film. Hal ini dijelaskan oleh Rijal dkk. (2021) yang mengatakan bahwa jenis kontaminasi mikroplastik yang paling umum tercatat dalam beberapa penelitian adalah mikroplastik jenis fiber, fragmen dan film. Keberadaan mikroplastik tersebut disebabkan oleh hasil fragmentasi sampah plastik ataupun uraian tali temali dan serat kain yang sebelumnya sengaja atau tidak sengaja dibuang di sekitar sungai sehingga mencemari perairan Sungai Pekalen. Menurut Swift (2001) fragmentasi plastik sendiri disebabkan adanya faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik umumnya disebabkan oleh mikroorganisme pengurai di lingkungan yang dapat mempercepat dekomposisi. Sedangkan faktor abiotik bisa dari tekanan atmosfer, paparan sinar ultraviolet, dan suhu.

Pernyataan di atas diperkuat oleh Fachrul & Rinanti (2018) dalam Fachrul dkk. (2021) yang mengatakan bahwa terdapat faktor biotik dan abiotik yang dapat mempengaruhi fragmentasi plastik. Faktor abiotik yang dimaksud adalah suhu, radiasi UV, dan tekanan atmosfer. Faktor lain seperti mikroorganisme tergolong dalam faktor biotik yang berfungsi sebagai pengurai serta dapat mempercepat proses penguraian yang terjadi di lingkungan. Di samping itu, baik faktor biotik dan faktor abiotik ini membutuhkan waktu yang cukup lama sekitar ratusan sampai ribuan tahun dalam memecah sampah plastik hingga menjadi mikroplastik.

### **4.2.1 Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada Air Permukaan.**

Kelimpahan rata-rata jenis mikroplastik tertinggi yang didapatkan dari sampel permukaan air adalah jenis fiber, disusul jenis film, dan kelimpahan

terendah adalah mikroplastik jenis fragmen. Perbedaan nilai perolehan jenis mikroplastik disebabkan oleh beberapa faktor yang salah satunya sumber dari jenis itu sendiri seperti fiber yang bersumber dari serat pakaian yang terfragmentasi akibat gesekan antar kain ketika mencuci, yang mana kegiatan ini merupakan kegiatan yang sangat lumrah terjadi di Sungai Pekalen mengingat pemanfaatan yang dilakukan masyarakat sekitar terhadap sungai tersebut. Faktor lain adalah tempat pengambilan sampel yang terindikasi banyaknya sumber mikroplastik yang ditemukan. Perbedaan perolehan nilai kelimpahan rata-rata jenis mikroplastik ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2 Nilai kelimpahan jenis mikroplastik antar stasiun pada sampel permukaan air**

#### 4.2.1.1 Kelimpahan Jenis Fiber

Fiber merupakan salah satu jenis mikroplastik yang memiliki ciri spesifik seperti serabut tali (Azizah dkk., 2020). Ramadhani (2019) menambahkan bahwa berbagai jenis tali seperti pancing, jala, dan jaring merupakan sumber mikroplastik

jenis fiber yang paling banyak umum diketahui berbentuk memanjang dan silinder. Hal ini sebagaimana tertera dalam Gambar 4.3.



**Gambar 4.3 Mikroplastik jenis fiber air permukaan a. Hasil penelitian b. Literatur (Widinarko & Inneke, 2018)**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan rata-rata mikroplastik fiber yang ditemukan pada sampel air permukaan adalah sebanyak 233 partikel/ $m^3$  pada stasiun 1; 850 partikel/ $m^3$  pada stasiun 2; dan 1900 partikel/ $m^3$  pada stasiun 3. Tingginya nilai kelimpahan rata-rata jenis fiber tersebut dikarenakan aktivitas masyarakat sekitar yang mencuci pakaiannya di sungai juga karena para pemancing yang memancing ikan di Sungai Pekalen. Menurut Kapo dkk. (2020) mengatakan bahwa kemungkinan besar masuknya mikroplastik fiber ke laut ialah berasal dari wilayah sungai atau muara akibat pengaruh aktivitas manusia di sekitar sungai. Pernyataan Kapo tersebut secara tidak langsung mengatakan bahwa ditemukannya mikroplastik jenis fiber dengan jumlah lebih banyak dibandingkan dengan jenis mikroplastik yang lain pada sungai merupakan hal yang sudah biasa terjadi bahkan menjadi salah satu penyebab masuknya mikroplastik jenis fiber tersebut ke arah laut akibat aktivitas manusia yang dilakukan di sekitar sungai. Pernyataan lain dikemukakan oleh Baldwin *et al.* (2016) pada hasil penelitiannya bahwa sebanyak 71% mikroplastik fiber ditemukan di perairan Great Lakes River di Amerika Utara

dan penemuan lain yang dilakukan oleh Zhao *et al.* (2014) bahwa pada Sungai Yangtze ditemukan mikroplastik jenis fiber sebanyak 79%.

Perbedaan kelimpahan rata-rata jenis fiber yang didapatkan antar stasiun pada sampel air permukaan dengan perhitungan manual tidak memastikan bahwa kelimpahan rata-rata fiber antar stasiun tersebut memang berbeda. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji ANOVA *One Way*. Menurut Kennedy & Bush (1985) dalam Setiawan (2019) analisis Varians (ANAVA) atau ANOVA (*analysis of variance*) merupakan suatu uji yang diperkenalkan pertama kali oleh Sir R. A Fisher. Fungsi dari penggunaan ANOVA adalah untuk mengetahui perbedaan suatu kelompok dengan kelompok lainnya dengan cara melihat dan membandingkan variansinya dengan syarat normalnya distribusi data serta memiliki varian yang homogen. Disebabkan data kelimpahan jenis mikroplastik fiber memenuhi syarat pengujian ANOVA, maka uji *One Way* ANOVA dapat dilakukan. Tabel hasil uji analisis ANOVA kelimpahan fiber pada air permukaan ditunjukkan pada lampiran 7.

Hasil uji ANOVA kelimpahan jenis fiber air permukaan menunjukkan bahwa hasil uji *One Way* ANOVA memiliki nilai signifikansi  $0,006 < 0,05$ . Nilai ini menunjukkan bahwa antara rata-rata kelimpahan mikroplastik fiber pada stasiun 1, 2 maupun 3 memiliki perbedaan yang signifikan. Untuk mempelajari lebih lanjut tentang stasiun mana saja yang berbeda secara signifikan apabila dipasangkan dengan stasiun yang lain, maka tes lebih lanjut dari ANOVA perlu dilakukan. Pada penelitian ini, ANOVA diuji lebih lanjut menggunakan uji Post Hoc Tukey HSD. Usmani (2015) berpendapat bahwa uji Tukey sering disebut Uji Beda Nyata Jujur atau HSD (*Honestly Significant Difference*). Pada tahun 1953, Tukey memperkenalkan uji ini pertama kali dan menjelaskan bahwa tujuan dari uji Post

Hoc Tukey yang dilakukan setelah *One Way ANOVA* adalah untuk mengetahui perbedaan antara semua pasangan perlakuan. Perlakuan yang dimaksud pada penelitian ini adalah perbedaan stasiun lokasi pengambilan sampel, sehingga hasil yang diharapkan dari uji Post Hoc adalah mengetahui perbedaan kelimpahan mikroplastik fiber antara stasiun 1 dengan stasiun 2, stasiun 1 dengan stasiun 3, dan stasiun 2 dengan stasiun 3. Hasil uji HSD dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini.

**Tabel 4.2 Kelimpahan fiber pada air permukaan**

	Rata-rata	Notasi
Stasiun 1	233,33	a
Stasiun 2	850	a
Stasiun 3	1900	b

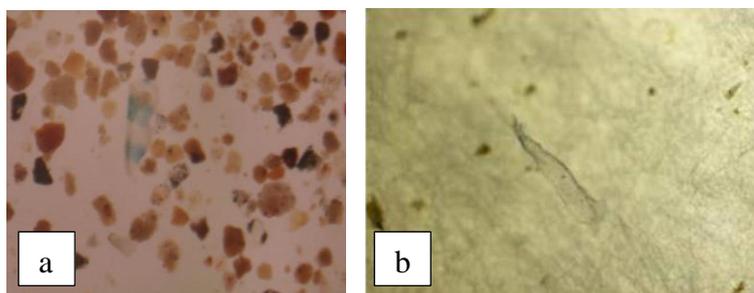
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji HSD  $\alpha$  5%

Hasil uji HSD menunjukkan bahwa antara stasiun 1 dan stasiun 2 memiliki nilai signifikan sebesar 0,913, stasiun 1 dan stasiun 3 memiliki nilai signifikan 0,005, dan stasiun 2 dengan stasiun 3 memiliki signifikan sebesar 0,049. Berdasarkan hasil dari uji HSD tersebut dapat disimpulkan bahwa stasiun yang memiliki perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fiber pada sampel air permukaan secara signifikan antar satu sama lain adalah stasiun 1 dengan stasiun 3 dan stasiun 2 dengan stasiun 3. Hal ini dikarenakan kedua hubungan stasiun tersebut memiliki nilai signifikansi  $<0,05$ .

#### 4.2.1.2 Kelimpahan Jenis Film

Film merupakan mikroplastik yang berbetuk lembaran dan memiliki sifat lentur (Virsek *et al.*, 2016) sebagaimana dilampirkan dalam Gambar 4.4. Mikroplastik ini terbentuk dari fragmentasi kantong plastik (Lassen *et al.*, 2015).

Berdasarkan data hasil kelimpahan, mikroplastik jenis film yang ditemukan di sampel air permukaan Sungai Pekalen stasiun 1 dengan nilai kelimpahan rata-rata 0 partikel/m<sup>3</sup> dengan artian tidak ditemukan mikroplastik film sama sekali pada stasiun ini. Pada stasiun 2, kelimpahan rata-rata mikroplastik film sebesar 133 partikel/m<sup>3</sup>. Sedangkan kelimpahan rata-rata mikroplastik film pada stasiun 3 adalah 233 partikel/m<sup>3</sup>.



**Gambar 4.4 Mikroplastik jenis film air permukaan a. Hasil penelitian b. Literatur (Widinarko & Inneke, 2018)**

Tingginya nilai kelimpahan film di stasiun 3 diduga karena banyaknya tumpukan sampah plastik berupa kantong plastik yang merupakan salah satu sumber dari mikroplastik jenis ini akibat perbuatan masyarakat yang membuang sampahnya di bantaran sungai. Selain itu karena densitas film yang sangat rendah sehingga mikroplastik jenis ini mudah terdistribusi di air yang alirannya menuju arah hilir (stasiun 3). Hal ini sependapat dengan pendapat Dewi dkk. (2015); Di & Wang (2018) yang mengatakan bahwa film adalah jenis mikroplastik yang berbentuk lembaran, lapisannya yang sangat tipis, dan mempunyai kepadatan yang sangat rendah. Asal dari mikroplastik jenis film ini sebagian besar dari kantong plastik yang mengalami fragmentasi. Hastuti dkk. (2014) menambahkan bahwa densitas dari mikroplastik jenis ini lebih rendah dari fragmen dan pellet sehingga dengan demikian dapat dengan mudah terdistribusi melalui media air

Perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film pada sampel air permukaan diuji menggunakan statistik nonparametrik Kruskal Wallis. Hal ini dikarenakan data kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film pada sampel air permukaan yang dihasilkan tidak berdistribusi normal. Menurut Junaidi (2015) data yang tidak berdistribusi normal dan variansinya tidak homogen dapat diuji menggunakan Kruskal Wallis sebagai alternatif dari uji ANOVA. Kruskal Wallis sendiri termasuk salah satu alat statistik nonparametrik dalam kelompok program *Independent Samples*. Kruskal Wallis ini digunakan apabila terdapat 2 variabel dari sampel yang tidak sama dan kemudian ingin dibandingkan, sedangkan kelompok yang diperbandingkan harus melebihi dua kelompok. Hasil dari uji Kruskal Wallis terhadap kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film pada sampel air permukaan dilampirkan pada lampiran 7, tabel uji Kruskal Wallis film air permukaan.

Hasil uji Kruskal Wallis kelimpahan mikroplastik jenis film pada sampel air permukaan memiliki nilai Asymp. Sig. sebesar  $0,101 > 0,05$ . Hal ini berarti kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film antar stasiun pada sampel air permukaan tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Namun hal tersebut belum bisa diyakini kepastiannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji lanjut sebagai penguat dari uji Kruskal Wallis tersebut. Pada penelitian ini, uji lanjut yang digunakan adalah uji Mann-Whitney. Dalam hal ini, Norfai (2018) analisis Post Hoc menggunakan uji Tukey perlu dilakukan agar perbedaan signifikan antar kelompok satu dengan kelompok yang lain dapat diketahui. Sedangkan dalam uji Kruskal Wallis, analisis Post Hoc yang tepat adalah menggunakan uji Mann-Whitney. Berdasarkan uji Mann-Whitney yang dilakukan, data yang diperoleh tertera pada Tabel 4.3.

Hasil uji Mann-Whitney di atas menunjukkan bahwa antara stasiun 1 dan stasiun 2 memiliki nilai Asymp. Sig sebesar 0,121 sehingga diketahui bahwa kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film antara stasiun 1 dan stasiun 2 tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Sedangkan antara stasiun 1 dengan stasiun 3 memiliki nilai Asymp. Sig. sebesar  $0,037 < 0,05$  yang berarti terdapat perbedaan kelimpahan mikroplastik jenis film. Sedangkan perbedaan kelimpahan antara stasiun 2 dan stasiun 3 memiliki nilai Asymp. Sig sebesar  $0,513 > 0,05$  yang berarti tidak terdapat perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film yang signifikan. Sehingga apabila disimpulkan, perbedaan signifikan kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film hanya terdapat pada hubungan antara stasiun 1 dengan stasiun 3 yang disebabkan oleh sedikitnya mikroplastik jenis film di stasiun 1 yang berbanding terbalik dengan stasiun 3 yang mana banyak ditemukan mikroplastik jenis tersebut. Hal ini dikarenakan sifat dari mikroplastik jenis film ini densitasnya sangat rendah sehingga mudah terdistribusi melalui media air sungai yang mengalir ke arah hilir (Stasiun 3).

**Tabel 4.3 Kelimpahan film pada air permukaan**

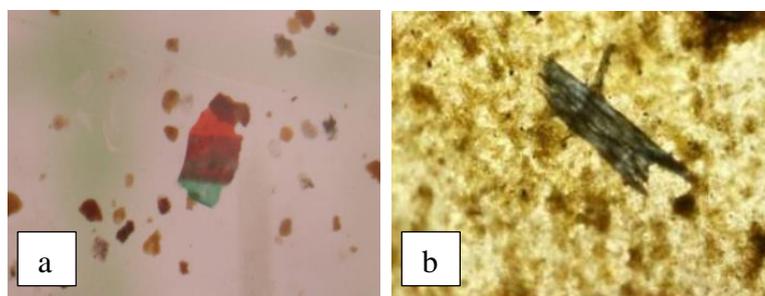
	Rata-rata	Notasi
Stasiun 1	0	x
Stasiun 2	133,33	xy
Stasiun 3	233,33	y

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Mann Whitney  $\alpha$  5%.

#### 4.2.1.3 Kelimpahan Jenis Fragmen

Fragmen merupakan salah satu jenis mikroplastik yang memiliki bentuk seperti potongan plastik yang lebih padat densitasnya, berbeda dengan fiber yang

berbentuk seperti serat memanjang silindris dan film yang berbentuk lembaran dan sedikit bervolume apabila ditekan menggunakan jarum ose. Sebagian besar mikroplastik jenis ini memiliki bentuk asal dari produk plastik yang keras seperti toples plastik, tabung paralon, botol plastik, dan map mika yang terpotong, sehingga densitas yang dimiliki oleh fragmen sangat tinggi (Lestari dkk., 2021). Prasetyo (2020) menambahkan tentang ciri-ciri mikroplastik fragmen adalah bergerigi, keras, dan tidak teratur sebagaimana tertera pada Gambar 4.5. Berdasarkan hasil perhitungan kelimpahan rata-rata mikroplastik pada sampel air permukaan, kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fragmen pada stasiun 1 adalah sebesar 0 partikel/m<sup>3</sup>, pada stasiun 2 dengan kelimpahan jenis fragmen sebesar 83 partikel/m<sup>3</sup>, dan pada stasiun 3 dengan kelimpahan mikroplastik jenis fragmen sebesar 217 partikel/m<sup>3</sup>.



**Gambar 4.5 Mikroplastik jenis fragmen air permukaan a. Hasil penelitian b. Literatur (Widinarko & Inneke, 2018)**

Kelimpahan mikroplastik jenis fragmen tertinggi terdapat pada stasiun 3. Hal ini dikarenakan fragmen merupakan mikroplastik yang berasal dari pecahan produk plastik yang mempunyai polimer sintesis yang kuat dan banyak bersumber dari sampah plastik di bantaran sungai. Di samping itu, pada stasiun 3 ini juga sudah dipadati dengan penduduk sehingga tumpukan sampah di bantaran sungai juga banyak ditemukan. Menurut Cole *et al.* (2011); Dewi dkk. (2015) produk plastik

dengan polimer sintetik kuat merupakan asal dari mikroplastik jenis fragmen sehingga banyak dikatakan bahwa mayoritas sumber dari mikroplastik fragmen adalah fragmentasi plastik yang mempunyai ketebalan yang lebih jika dibandingkan dengan plastik sumber film. Namun pada hasil penelitian ini, nilai kelimpahan fragmen yang ditemukan tergolong rendah jika dibandingkan dengan 2 jenis mikroplastik lainnya yang ditemukan. Hal ini dikarenakan pada sampel air permukaan terdapat fragmen yang ukurannya kurang dari 0,3 mm sehingga tidak memenuhi ukuran minimal mikroplastik. Alasan lain terkait sedikitnya mikroplastik fragmen yang ditemukan adalah dikarenakan sampel air yang diambil untuk diuji merupakan air permukaan, sedangkan fragmen merupakan jenis mikroplastik dengan densitas yang tinggi sehingga mikroplastik jenis fragmen lebih banyak ditemukan di badan air maupun di dasar air.

Perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fragmen yang ditemukan pada sampel air permukaan diuji menggunakan uji Kruskal Wallis. Penggunaan uji ini dikarenakan tidak normalnya distribusi data kelimpahan mikroplastik jenis fragmen meskipun variansinya tetap homogen sehingga menjadikan uji ini sebagai alternatif dari ANOVA. Nilai Asymp. Sig sebesar 0,027 dihasilkan dari uji ini yang berarti  $<0,05$  sehingga dapat diketahui bahwa kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fragmen antar stasiun pada sampel air permukaan mempunyai perbedaan yang signifikan. Hasil dari uji tersebut disajikan ke dalam lampiran 7, pada tabel uji Kruskal Wallis fragmen air permukaan.

Data yang diuji Kruskal Wallis membutuhkan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antar stasiun satu sama lain. Uji lanjut dari Kruskal Wallis pada penelitian ini menggunakan Mann Whitney. Nilai Asymp. Sig. yang didapatkan

dari hasil uji Man Whitney pada perbandingan antara stasiun 1 dengan stasiun 2 maupun antara stasiun 1 dengan stasiun 3 sama sama memiliki nilai sebesar 0,034 yang berarti  $<0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa pada kedua hubungan tersebut terdapat perbedaan kelimpahan mikroplastik jenis fragmen yang signifikan. Sedangkan antara antara stasiun 2 dengan stasiun 3 diperoleh nilai Asymp. Sig sebesar  $0,068 > 0,05$  yang berarti kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fragmen yang ditemukan pada stasiun 2 dan stasiun 3 tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Rincian dari perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fragmen tersebut terlampir pada Tabel 4.4.

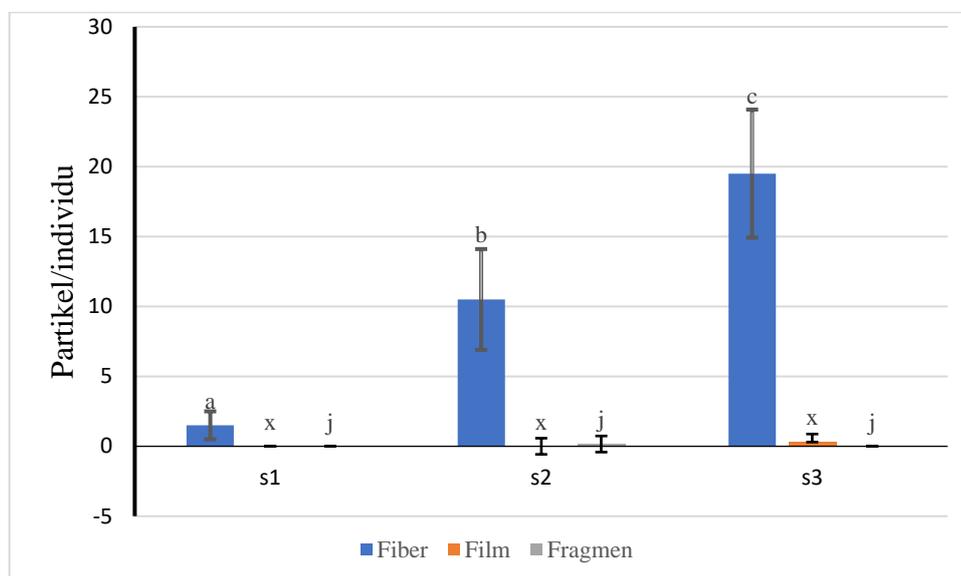
**Tabel 4.4 Kelimpahan mikroplastik fragmen pada air permukaan**

	Rata-rata	Notasi
Stasiun 1	0	j
Stasiun 2	83,33	k
Stasiun 3	216,67	k

#### 4.2.2 Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada Pencernaan *Barbodes binotatus*

Kelimpahan jenis mikroplastik yang diperoleh dari sampel pencernaan *Barbodes binotatus*, dari kelimpahan tertinggi hingga kelimpahan terendah adalah jenis fiber, kemudian jenis film, dan fragmen dengan kelimpahan terendah. Tinggi rendahnya nilai kelimpahan yang diperoleh, sama halnya dengan nilai perolehan kelimpahan jenis mikroplastik pada air permukaan. Hal ini kemungkinan besar disebabkan adanya korelasi antara mikroplastik yang mencemari air dengan mikroplastik yang tertelan oleh ikan. Gambaran tentang perolehan nilai kelimpahan

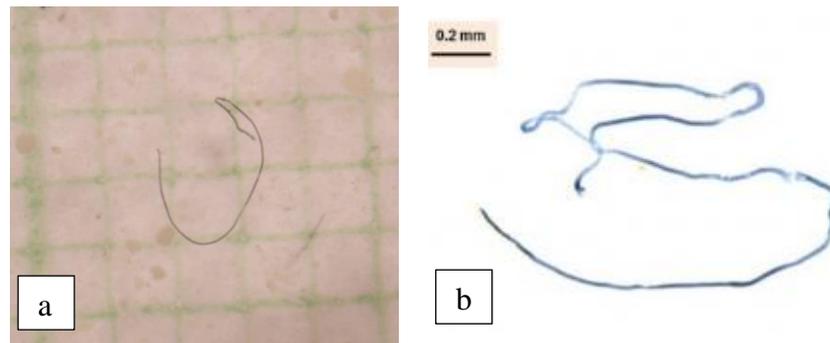
rata-rata jenis mikroplastik yang ditemukan pada pencernaan *Barbodes binotatus* tertera dalam Gambar 4.6.



**Gambar 4.6 Nilai kelimpahan jenis mikroplastik antar stasiun pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus***

#### 4.2.2.1 Kelimpahan Jenis Fiber

Hasil perhitungan nilai kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fiber pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus* stasiun 1 adalah sebesar 1,5 partikel/individu, stasiun 2 dengan kelimpahan rata-rata fiber sebesar 10,5 partikel/individu. Sedangkan pada stasiun 3, nilai kelimpahan mikroplastik jenis fiber mencapai 19,5 partikel/individu. Tingginya nilai kelimpahan mikroplastik jenis fiber di stasiun 3 daripada kedua stasiun lainnya, dikarenakan stasiun 3 ini merupakan daerah dimana Sungai Pekalen banyak dimanfaatkan sebagai tempat mencuci pakaian masyarakat. Selain itu, masyarakat juga mencari ikan di bagian sungai ini baik menggunakan pancing maupun jala. Mengingat sumber fiber adalah dari serat pakaian dan tali temali seperti tali pancing ataupun jala ikan sebagaimana pada Gambar 4.7, maka tidak heran apabila fiber banyak ditemukan di stasiun 3 ini.



**Gambar 4.7 Mikroplastik jenis fiber *B.binotatus* a. Hasil penelitian b. Literatur (Vendel *et al.*, 2017)**

Yudhantari dkk. (2019) menyatakan bahwa jenis mikroplastik yang dominan dan seringkali ditemukan pada pencernaan ikan adalah fiber. Banyaknya jenis fiber yang ditemukan kemungkinan besar bersumber dari aktivitas masyarakat yang mencuci pakaian di habitat ikan. Crawford & Quinn (2017) juga yang mengatakan bahwa sumber mikroplastik jenis fiber dapat berasal dari air hasil cucian, yaitu pergesekan antar kain pada proses pencucian pakaian yang dapat menyebabkan terurainya serat kain dari pakaian tersebut. Berbagai jenis tali temali yang terdegradasi juga merupakan sumber mikroplastik fiber. Menurut Subekti (2019), pakaian yang dicuci akan terurai menjadi mikroplastik karena gesekan antar kain sehingga serat-serat kain tersebutlah yang akan terurai dan menjadi mikroplastik jenis fiber. Faktor lain tingginya mikroplastik jenis fiber adalah bersumber dari jala dan tali pancing yang digunakan masyarakat sekitar untuk menangkap ikan.

Kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fiber yang ditemukan pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus* juga diuji menggunakan Kruskal Wallis untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fiber antar stasiun. Hasil dari uji Kruskal Wallis terlampir pada lampiran 8 yang menunjukkan nilai Asymp. Sig sebesar  $0,027 < 0,05$ . Dari nilai Asymp. Sig ini diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan kelimpahan rata-rata

mikroplastik jenis fiber antar stasiun yang ditemukan dalam pencernaan *Barbodes binotatus*.

**Tabel 4.5 Uji Mann Whitney kelimpahan mikroplastik fiber pada pencernaan *Barbodes binotatus***

	Rata-rata	Notasi
Stasiun 1	1,5	a
Stasiun 2	10,5	b
Stasiun 3	19,5	c

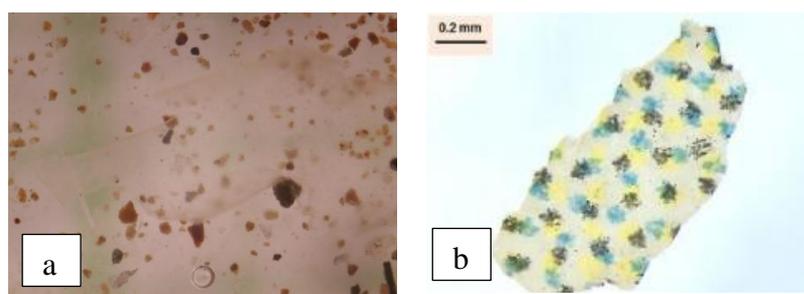
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Mann Whitney  $\alpha$  5%.

Uji lanjut Mann Whitney kemudian dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fiber antara stasiun 1 dengan stasiun lainnya pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus*. Hasil dari uji Mann Whitney ini memperlihatkan bahwa semua hubungan perbandingan antar stasiun baik stasiun 1 dengan stasiun 2; stasiun 1 dengan stasiun 3; maupun stasiun 2 dengan stasiun 3 sama sama memiliki nilai Asymp. Sig sebesar 0,05= standar signifikan. Hal ini menyakan bahwa antara kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fiber pada stasiun 1 dengan stasiun 2; stasiun 1 dengan stasiun 3; maupun stasiun 2 dengan stasiun 3 memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini dikarenakan, memang dalam segi jumlah mikroplastik jenis fiber yang ditemukan pada setiap stasiun cukup berbeda. Rincian hasil uji Mann Whitney terhadap kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fiber dapat dilihat pada Tabel 4.5.

#### 4.2.2.2 Kelimpahan Jenis Film

Nilai kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film yang didapatkan pada stasiun 1 dan stasiun 2 sampel pencernaan *Barbodes binotatus* adalah sebesar 0

partikel/individu. Hal ini berarti tidak ditemukan mikroplastik dengan jenis film baik pada stasiun 1 maupun pada stasiun 2, sedangkan pada stasiun 3 didapatkan mikroplastik film dengan nilai kelimpahan 0,3 partikel/individu. Kapo dkk. (2020) menjelaskan bahwa kantong plastik serta beberapa kemasan plastik lain yang memiliki karakteristik tipis dan cenderung transparan merupakan bentuk awal dari mikroplastik film sebelum akhirnya terdegradasi oleh alam. Jika dilihat dari densitas yang dimiliki, film merupakan jenis mikroplastik dengan densitas paling rendah dibandingkan jenis mikroplastik yang lain. Film berbentuk seperti potongan kaca yang sangat tipis seperti yang tertadapat pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8 Mikroplastik jenis film *B.binotatus* a. Hasil penelitian b. Literatur (Vendel *et al.*, 2017)**

Rendahnya nilai kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus* diduga karena sifat dari jenis mikroplastik ini yang mempunyai densitas yang rendah. Rendahnya densitas film ini menyebabkan mudahnya film terdistribusi di perairan melalui media air sehingga kemungkinan peluang dikonsumsi oleh ikan kecil. Sesuai dengan pernyataan Yudhantari (2019) dalam penelitiannya yang hanya menemukan mikroplastik jenis film sebanyak 2 partikel di perairan Selat Bali. Menurutnya, rendahnya perolehan mikroplastik jenis film pada di perairan Selat Bali dikarenakan densitas dari film ini sangat rendah sehingga distribusi dan transportasi oleh air sangat mudah.

Kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film ini kemudian juga diuji menggunakan *statistic parametric* uji Kruskal Wallis. Nilai Asymp. Sig. yang dihasilkan dari uji ini adalah  $0,558 > 0,05$  sehingga dapat diketahui bahwa kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film antar stasiun pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus* tidak berbeda nyata. Hasil uji Kruskal Wallis terhadap kelimpahan rata-rata mikroplastik film pada pencernaan *Barbodes binotatus* dapat dilihat pada lampiran 8. Sama halnya dengan kelimpahan jenis lain pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus*, pada kelimpahan jenis ini juga dilakukan uji Mann Whitney. Hasil dari uji Mann Whitney tersaji pada Tabel 4.6 yang menunjukkan bahwa antara stasiun 1 dengan stasiun 2 juga stasiun 1 dengan stasiun 3 sama-sama memiliki nilai Asymp. Sig. sebesar  $0,317 > 0,05$  yang berarti pada hubungan antar stasiun tersebut memiliki perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film tidak signifikan. Sedangkan antara stasiun 2 dengan stasiun 3 memiliki nilai Asymp.sig. sebesar  $0,796$  yang juga  $> 0,05$  sehingga dapat diketahui bahwa kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis film antar stasiun 2 dengan stasiun 3 juga tidak berbeda secara signifikan.

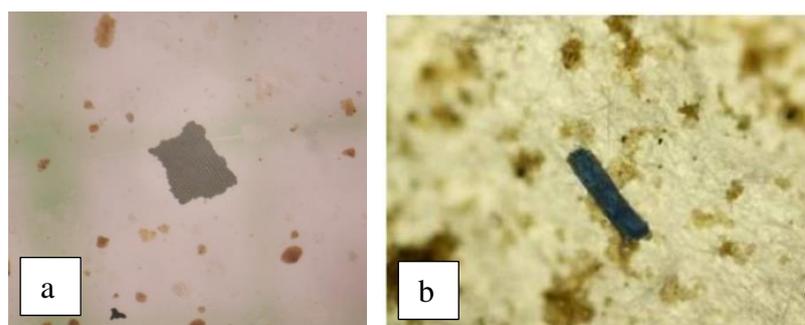
**Tabel 4.6 Uji Mann Whitney kelimpahan mikroplastik film pada pencernaan *Barbodes binotatus***

	Rata-rata	Notasi
Stasiun 1	0	x
Stasiun 3	0	x
Stasiun 2	0,16	x

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Mann Whitney  $\alpha$  5%.

#### 4.2.2.3 Kelimpahan Jenis Fragmen

Kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fragmen yang didapatkan pada pencernaan *Barbodes binotatus* stasiun 1 sebesar 0 partikel/individu, stasiun 2 terdapat mikroplastik jenis fragmen dengan nilai kelimpahan rata-rata sebesar 0,16 partikel/individu. Sedangkan pada stasiun 3, sama halnya dengan stasiun 1 yakni tidak ditemukan mikroplastik jenis film pada pencernaan *Barbodes binotatus*. Fragmentasi produk plastik dengan kepadatan tinggi merupakan sumber dari mikroplastik jenis fragmen (Browne *et al.*, 2011; Cole *et al.*, 2011) seperti map mika, galon, kemasan makanan cepat saji, botol minuman, paralon dan buangan sampah perkantoran (Dewi dkk., 2015 dalam Dalimunthe dkk., 2021). Zhou *et al.* (2018) dalam Prasetyo (2020) menyebutkan bahwa mikroplastik jenis fragmen mempunyai karakteristik dengan tepi tidak beraturan atau bergerigi serta lebih keras jika dibandingkan dengan jenis mikroplastik yang lain seperti yang terlampir pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9 Mikroplastik jenis fragmen *B.binotatus* a. Hasil penelitian b. Literatur (Widinarko & Inneke, 2018)**

Kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fragmen ini kemudian diuji menggunakan statistik uji Kruskal Wallis. Hal ini dikarenakan distribusi data kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fragmen tidak normal serta variansi yang

dimiliki tidak homogen. Faktor inilah yang kemudian menjadi pengganti uji *One Way ANOVA* dengan uji Kruskal Wallis. Pernyataan ini sesuai dengan tulisan Junaidi (2015) bahwa dalam statistik parametrik, analisis varians (ANOVA) dapat digunakan bila terdapat lebih dari dua kelompok untuk perbandingan. Sedangkan pendekatan lain dengan statistik nonparametrik adalah menggunakan prosedur Kruskal-Wallis.

Hasil dari uji Kruskal Wallis terlampir dalam lampiran 8, yaitu pada tabel uji Kruskal Wallis fragmen pencernaan *B.binotatus*. Hasil dari uji tersebut menunjukkan bahwa nilai Asymp.Sig. sebesar 1,000. Hal ini berarti nilai Asymp. Sig melebihi standar signifikansi (0,05) sehingga disimpulkan bahwa kelimpahan rata-rata mikroplastik jenis fragmen antar stasiun pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus* tidak memiliki perbedaan yang nyata.

**Tabel 4.7 Uji Mann Whitney kelimpahan mikroplastik fragmen pada pencernaan *Barbodes binotatus***

	Rata-rata	Notasi
Stasiun 1	0	j
Stasiun 2	0	j
Stasiun 3	0,3	j

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Mann Whitney  $\alpha$  5%.

Setelah dilakukan uji Kruskal Wallis, dilakukan uji Mann Whitney sebagai uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antar stasiun 1 dengan stasiun lainnya. Hasil dari uji Mann Whitney ini dilampirkan dalam Tabel 4.7 yang menunjukkan bahwa perbedaan kelimpahan antar stasiun 1 dengan stasiun 2, stasiun 1 dengan stasiun 3, dan stasiun 2 dengan stasiun 3 sama-sama memiliki nilai kelimpahan sebesar 1,000.

Hal ini disimpulkan dengan hubungan ketiga stasiun tersebut tidak berindikasi memiliki perbedaan yang signifikan.

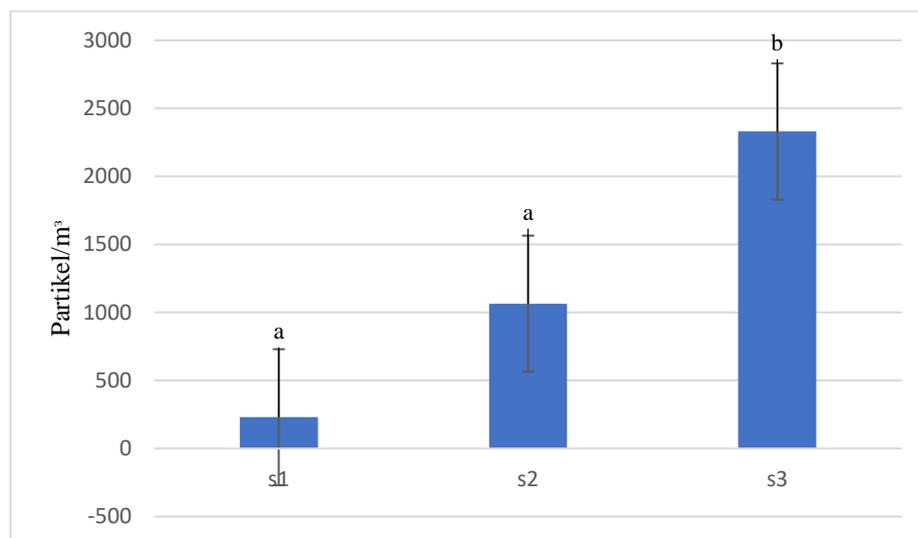
### **4.3 Kelimpahan Total Mikroplastik pada Air Permukaan dan Pencernaan *Barbodes binotatus***

#### **4.3.1 Kelimpahan Total Mikroplastik pada Air Permukaan**

Kelimpahan total mikroplastik pada sampel air permukaan didapatkan nilai kelimpahan pada stasiun 1 sebanyak 230 partikel/m<sup>3</sup>, pada stasiun 2 sebanyak 1.605 partikel/m<sup>3</sup>, dan pada stasiun 3 dengan kelimpahan rata-rata total mikroplastik sebanyak 2.330 partikel/m<sup>3</sup>. Gambaran perolehan kelimpahan total mikroplastik antar stasiun pada sampel air permukaan terlampir dalam Gambar 4.10. Tingginya nilai kelimpahan mikroplastik di Stasiun 3 ini dikarenakan stasiun 3 merupakan daerah dimana kondisi lingkungan sudah mulai dipenuhi dengan rumah penduduk sehingga pencemaran sampah plastik akibat pembuangan sampah yang sembarang juga semakin besar. Selain itu pada stasiun ini terdapat pasar tradisional yang juga tak jarang sampah sisa perdagangan dari pasar tersebut dibuang di bantaran sungai. Alasan lain tingginya nilai kelimpahan pada stasiun 3 ini dikarenakan mikroplastik yang terdapat pada stasiun sebelumnya kemungkinan telah terakumulasi di stasiun 3.

Maulida (2018) yang mengatakan bahwa distribusi mikroplastik di sedimen dan air sungai meningkat dari hulu ke hilir. Hal ini dikarenakan jumlah kandungan plastik dan mikroplastik pada sumber pembuangan sampah semakin banyak, akibatnya hilir sungai semakin ditumpuki oleh mikroplastik. Utami dkk. (2022) memperkuat pendapat tersebut dengan mengatakan bahwa daerah hilir sungai merupakan merupakan daerah akhir pada masing-masing aliran sungai yang berpotensi ditemukan banyak mikroplastik hasil akumulasi dari daerah aliran

sebelumnya. Selain itu, bagian hilir sungai biasa diindikasikan dengan lingkungan yang bahan pencemarnya tinggi dari berbagai sumber pencemar, umumnya dari sampah hasil rumah tangga, ataupun kegiatan domestik lain seperti pasar tradisional.



**Gambar 4.10** Kelimpahan total mikroplastik pada air permukaan antar stasiun

Analisis perbedaan kelimpahan rata-rata total mikroplastik air permukaan Sungai Pekalen menggunakan uji *statistic parametrik One Way ANOVA*. Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa nilai *Asymp.sig* sebesar 0,006 dengan artian  $<0,05$ . Hal ini membuktikan bahwa pada sampel air permukaan Sungai Pekalen antara stasiun 1, 2 dan 3 memiliki perbedaan kelimpahan total mikroplastik. Perbedaan kelimpahan antar stasiun ini dikarenakan oleh berbagai faktor, diantaranya karena aktivitas manusia di sekitar sungai. Jiang *et al.* (2019) mengatakan dalam karya tulisnya bahwa sejumlah besar mikroplastik dikaitkan dengan populasi dan aktivitas manusia yang relatif padat. Hasil dari uji *One Way ANOVA* pada kelimpahan total mikroplastik air permukaan Sungai Pekalen

ditunjukkan pada lampiran 9, yaitu tabel uji *One Way* ANOVA kelimpahan total mikroplastik sampel air permukaan.

**Tabel 4.8 Kelimpahan total mikroplastik air permukaan**

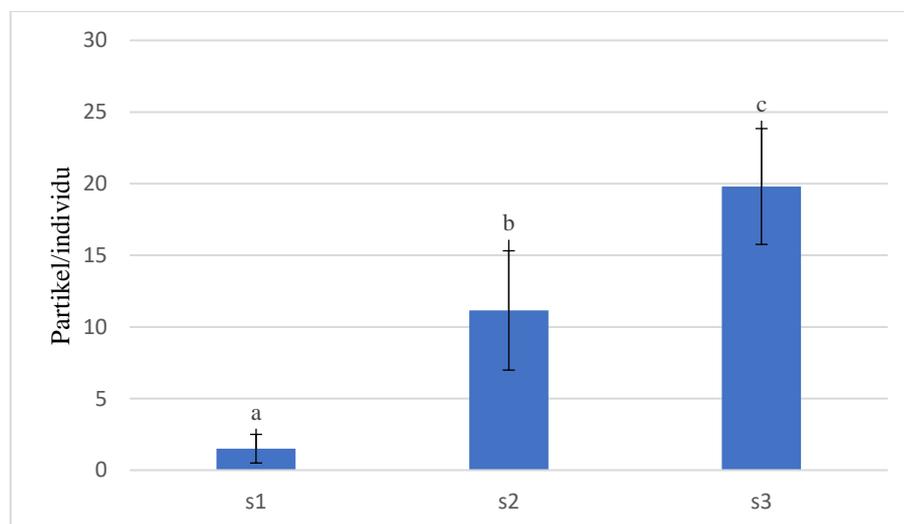
	Rata-rata	Notasi
Stasiun 1	230	a
Stasiun 2	1065	a
Stasiun 3	2330	b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji HSD  $\alpha$  5%.

Uji lanjut dari ANOVA adalah uji Post Hoc Tukey HSD, yang digunakan untuk melihat perbedaan kelimpahan antara stasiun 1 dengan stasiun lainnya. Berdasarkan hasil uji HSD, didapatkan hasil bahwa perbedaan kelimpahan mikroplastik pada air permukaan antara stasiun 1 dengan stasiun 2 sebesar -278,000. Sementara itu, nilai signifikansi dari kedua stasiun ini adalah  $0,192 > 0,05$ . Sehingga diketahui bahwa perbedaan kelimpahan mikroplastik air permukaan di stasiun 1 dan stasiun 2 tidak signifikan. Untuk perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik antara stasiun 1 dan 3 dihasilkan perbedaan sekitar -705,667 dengan nilai signifikansi 0,005 dengan demikian diartikan bahwa mikroplastik pada air permukaan antara stasiun 1 dan stasiun 3 memiliki perbedaan kelimpahan rata-rata yang signifikan. Pada air permukaan antara stasiun 2 dan 3, perbedaan kelimpahan mikroplastik bernilai -427.667 dengan nilai signifikansi  $0,049 < 0,05$ . Sehingga dikatakan bahwa stasiun 2 dan stasiun 3 memiliki perbedaan kelimpahan mikroplastik yang signifikan. Hasil dari uji HSD ini dapat dilihat pada Tabel 4.8.

#### 4.3.2 Kelimpahan Total Mikroplastik pada Pencernaan *Barbodes binotatus*

Kelimpahan total mikroplastik pada pencernaan *Barbodes binotatus* pada setiap stasiun diperoleh nilai kelimpahan diantaranya, stasiun 1 mempunyai nilai kelimpahan total 1,5 partikel/individu. Stasiun 2 dengan nilai kelimpahan total mikroplastik 11,15 partikel/individu. Sedangkan stasiun 3 diperoleh kelimpahan total mikroplastik sebanyak 19,8 partikel/individu. Rincian hasil kelimpahan total mikroplastik pada pencernaan *Barbodes binotatus* disajikan pada Gambar 4.11. Rendahnya nilai kelimpahan total mikroplastik pada pencernaan *Barbodes binotatus* di stasiun 1 dikarenakan stasiun 1 merupakan daerah hulu sungai sehingga hampir tidak ada aktivitas masyarakat di sekitar sungai. Didukung oleh pernyataan Wijaya & Trihadiningrum (2019) dalam penelitiannya tentang pencemaran meso dan mikroplastik di Kali Surabaya.



**Gambar 4.11** Kelimpahan total mikroplastik pada pencernaan *Barbodes binotatus* antar stasiun

Hasil penelitian ini menunjukkan tidak ditemukannya partikel meso dan mikroplastik di lokasi Arboretum, dimana lokasi ini mengindikasikan belum adanya aktivitas bahkan pemukiman manusia. Sedangkan sebab tingginya

kelimpahan mikroplastik di stasiun 3, dikarenakan pada stasiun ini dipadati dengan pemukiman warga ditambah dengan adanya beberapa pasar tradisional. Hal ini menyebabkan potensi tercemarnya sungai oleh sampah khususnya sampah plastik semakin besar. Mani *et al.* (2015) berpendapat bahwa pembuangan kumulatif, populasi penduduk sekitar, dan pusat perbelanjaan adalah faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan mikroplastik. Diperkuat lagi oleh Wen *et al.* (2018) dengan pernyataannya bahwa sumber utama mikroplastik dalam jumlah besar di suatu daerah kemungkinan besar berasal dari sampah yang dibuang sembarangan oleh warga di sekitarnya. Beberapa penelitian mengatakan bahwa aktivitas manusia menjadi salah satu penyebab banyaknya pencemaran mikroplastik. Selain itu, penyebab utama tingginya kelimpahan mikroplastik di daerah hilir menurut Deriano dkk. (2021) adalah kondisi perairan sungai yang mengalir dari hulu menuju hilir sehingga bagian hilir sungai menjadi tempat terakumulasinya mikroplastik.

Yona dkk. (2020) menambahkan bahwa adanya mikroplastik di dalam tubuh ikan disebabkan karena mikroplastik yang mengkontaminasi perairan secara tidak langsung dimakan oleh biota air seperti ikan. Hal ini dikarenakan bentuk mikroplastik serupa dengan jenis makanannya sehingga biota air sulit membedakan. Penyebab yang kemungkinan besar juga terjadi adalah, mangsa dari ikan tersebut telah terkontaminasi mikroplastik sehingga ikan tersebut ikut terkontaminasi.

Kelimpahan total mikroplastik tertinggi pada pencernaan *Barbodes binotatus* berada di stasiun 3 yang kondisi lingkungan sungainya sangat tercemar oleh adanya sampah plastik baik sampah rumah tangga maupun sampah pasar tradisional terdekat dengan titik lokasi pengambilan sampel. Selain itu, mikroplastik yang

kemungkinan terdapat pada stasiun sebelumnya telah terakumulasi di stasiun terakhir ini. Pernyataan tersebut didukung oleh Jiang *et al.* (2019) yang mengatakan bahwa mikroplastik dari arah hulu, limbah domestik dan limbah padat merupakan sumber potensial mikroplastik di daerah air tawar. Selain itu, plastik merupakan produk utama yang dihasilkan oleh aktivitas manusia.

Analisis perbedaan kelimpahan rata-rata total mikroplastik pencernaan *Barbodes binotatus* Sungai Pekalen menggunakan uji statistic parametrik *One Way ANOVA*. Hasil dari uji *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa nilai *Asymp.sig* sebesar  $0,000 < 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa pada kelimpahan rata-rata total mikroplastik pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus* memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil dari uji *One Way ANOVA* dilampirkan dalam lampiran 10, pada tabel Uji ANOVA kelimpahan total mikroplastik pada sampel *B.binotatus*. Uji Tukey HSD kemudian dilakukan sebagai uji lanjut dari ANOVA.

Hasil uji Mann Whitney menunjukkan bahwa perbedaan kelimpahan total mikroplastik pada pencernaan *Barbodes binotatus* antara stasiun 1 dengan stasiun 2 sebesar -3,067 dengan nilai signifikansi  $0,006 < 0,05$ . Selanjutnya perbedaan kelimpahan total mikroplastik antara stasiun 1 dengan stasiun 3 adalah -6,100 dengan signifikansi  $0,000 < 0,05$ . Sedangkan perbedaan kelimpahan total mikroplastik pada stasiun 2 dan stasiun 3 mempunyai nilai sebesar -3,033 dengan signifikansi  $0,007 < 0,05$  sehingga apabila disimpulkan bahwa kelimpahan mikroplastik pada ketiga hubungan stasiun tersebut, baik stasiun 1 dengan stasiun 2, stasiun 1 dengan stasiun 3, maupun stasiun 2 dengan stasiun 3 memiliki perbedaan kelimpahan total mikroplastik yang signifikan. Hasil uji Post Hoc Tukey dapat dilihat pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9 Kelimpahan total mikroplastik pencernaan *Barbodes binotatus***

	<b>Rata-rata</b>	<b>Notasi</b>
Stasiun 1	1,5	a
Stasiun 2	11,15	b
Stasiun 3	19,8	c

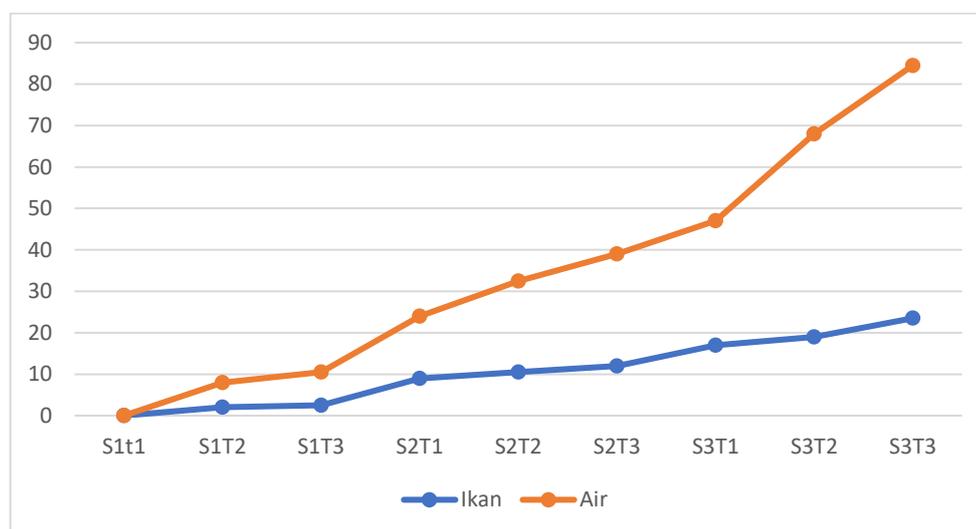
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji HSD  $\alpha$  5%.

#### **4.4 Korelasi Kelimpahan Mikroplastik Air Permukaan dan Pencernaan *Barbodes binotatus***

Analisis korelasi kelimpahan mikroplastik air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus* menggunakan uji korelasi pearson. Menurut Michael (2018) korelasi Pearson tergolong korelasi sederhana yang mana variabel yang dilibatkan hanya 1 dari variabel terikat dan 1 dari variabel bebas. Hasil dari korelasi Pearson adalah koefisien korelasi yang menentukan kekuatan pada hubungan linear antara kedua variabel yang diuji. Sedangkan korelasi Pearson menurut Conover (1971) dalam Miftahuddin dkk. (2021) digunakan dengan tujuan mengetahui kedekatan hubungan karakteristik objek atau kedua variabel yang diuji. Hasil uji korelasi pearson terhadap kelimpahan mikroplastik air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus* terlampir dalam lampiran 11, tabel uji korelasi pearson.

Hasil data uji korelasi Pearson yang tertera pada lampiran 11, tabel uji korelasi pearson tersebut memiliki nilai signifikansi 0,000 dengan artian  $<0,05$ . Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa antara kelimpahan total mikroplastik pada air permukaan dengan kelimpahan total mikroplastik pada pencernaan *Barbodes binotatus* memiliki korelasi yang cukup signifikan. Pada tabel hasil uji korelasi Pearson juga ada nilai *Pearson correlation*, dimana nilai *Pearson correlation* ini

menjadi acuan apakah data pada data tersebut berkorelasi, berkorelasi lemah, berkorelasi sedang, berkorelasi kuat, atau berkorelasi sempurna. Sedangkan korelasi antara kelimpahan mikroplastik air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus* mempunyai nilai Pearson correlation sebesar 0,908 (mendekati 1) sehingga diketahui bahwa antara kelimpahan total mikroplastik air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus* mempunyai korelasi yang sempurna. Grafik korelasi perolehan kelimpahan rata-rata total mikroplastik pada sampel air dan pencernaan *Barbodes binotatus* dilampirkan pada Gambar 4.12



**Gambar 4.12 Korelasi kelimpahan total mikroplastik pada air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus***

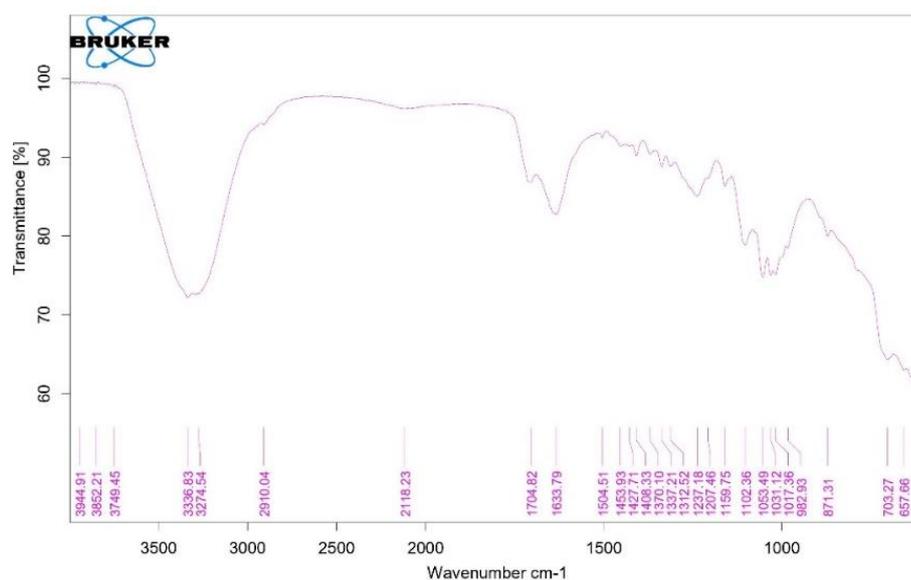
Adanya korelasi yang sempurna antara kelimpahan mikroplastik air permukaan dan pencernaan *Barbodes binotatus* disebabkan karena kebiasaan makan ikan yang tidak dapat membedakan antara mikroplastik dan makanannya karena mikroplastik sendiri mempunyai ukuran sangat kecil. Ditambah dengan fakta bahwa *Barbodes binotatus* merupakan spesies ikan yang omnivora (pemakan segala) sehingga ketika ada mikroplastik yang terjangkau oleh penglihatan ikan, maka ikan tersebut dapat memakannya karena dikira makanannya sendiri.

Yudhantari dkk. (2019) dalam Bahri (2022) mengatakan bahwa ukuran mikroplastik yang kecil membuat mikroplastik ini terlihat seperti plankton baik zooplankton maupun fitoplankton, sehingga memungkinkan biota air secara tidak sengaja menelan mikroplastik.

#### 4.5 Analisis Jenis Polimer Plastik

##### 4.5.1 Analisis Jenis Polimer Plastik Sampel Mikroplastik Air Permukaan

Panjang gelombang polimer yang tertera pada hasil uji FT-IR kemudian dicocokkan dengan panjang gelombang polimer yang terdapat pada literatur sehingga jenis polimer dapat diketahui. Berdasarkan analisis panjang puncak gelombang yang terdapat pada hasil FT-IR, mikroplastik pada air permukaan mengandung sebanyak 27 polimer dan 12 diantaranya merupakan polimer plastik sebagaimana pada Gambar 4.13. Setiap polimer plastik memiliki lebih dari satu gugus fungsi sehingga panjang gelombang dari satu polimer bisa berbeda-beda sebagaimana tertera pada Tabel 4.10.



**Gambar 4.13** Spektrum FTIR pada sampel air permukaan

**Tabel 4.10 Analisis Panjang Gelombang Dan Jenis Polimer Plastik pada Mikroplastik Air Permukaan**

No	Panjang Gelombang	Gugus Fungsi	Literatur (Jung <i>et al.</i> , 2021)	Jenis Polimer Plastik
1	2910.04 cm <sup>-1</sup>	C-H stretching	2915 cm <sup>-1</sup>	<i>Polypropylene</i>
2	1704.82 cm <sup>-1</sup>	C = O stretching	1713 cm <sup>-1</sup>	<i>Polyethylene Terephthalate</i>
3	1633.79 cm <sup>-1</sup>	C = O stretching	1634 cm <sup>-1</sup>	<i>Nylon Polyamides</i>
4	1370.10 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>2</sub> bending	1372 cm <sup>-1</sup>	
5	1453.93 cm <sup>-1</sup> (*)	CH <sub>2</sub> bending	1452 cm <sup>-1</sup>	<i>Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)</i>
6	1427.71 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>2</sub> bend	1427 cm <sup>-1</sup>	<i>Polyvinyl chloride (PVC)</i>
7	1237.18 cm <sup>-1</sup>	C–O stretching	1238 cm <sup>-1</sup>	<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>
8	982.93 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>3</sub> rocking	985 cm <sup>-1</sup>	
9	1207.46 cm <sup>-1</sup> (*)	CF <sub>2</sub> stretching	1201 cm <sup>-1</sup>	<i>Polytetrafluorethylene (PTFE)</i>
10	1159.75 cm <sup>-1</sup>	C–O stretching	1158 cm <sup>-1</sup>	<i>Polycarbonate (PC)</i>
	1504.51 cm <sup>-1</sup>	Aromatic ring Stretch	1503 cm <sup>-1</sup>	
	1408.33 cm <sup>-1</sup>	Aromatic ring Stretch	1409 cm <sup>-1</sup>	
11	1017.36 cm <sup>-1</sup> (*)	C–O stretching	1020 cm <sup>-1</sup>	<i>Ethylene vinyl acetate (EVA)</i>
12	657.66 cm <sup>-1</sup> (*)	C–O stretching	650 cm <sup>-1</sup> - 1000 cm <sup>-1</sup>	<i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i>

Ket: (\*) Polimer yang hanya ditemukan pada sampel mikroplastik air

### **a. Polypropylene (PP)**

Jenis polimer plastik yang terkandung dalam mikroplastik pada sampel air permukaan salah satunya adalah *Polypropylene*. Menurut Nicko *et al.* (2011) dalam Khavilla dkk. (2021) mengatakan bahwa *Polypropylene* adalah salah polimer plastik yang dapat diaplikasikan dalam berbagai produk baik produk plastik maupun produk serat. *Polypropylene* menurut Safrudin dkk. (2021) memiliki karakteristik kuat, daya tembus uap kecil, ketahanan terhadap lemak sangat baik, tahan berada di suhu tinggi, dan ringan. Amalia dkk. (2014) menambahkan bahwa *Polypropylene* termasuk polimer plastik yang dapat didaur ulang karena mudah diproses dengan biaya yang relatif murah. Selain itu, polimer jenis ini tahan terhadap korosi dengan tingginya titik leleh. Dengan sifat yang seperti inilah, *Polypropylene* dengan sangat mudah ditemukan di pasaran sehingga digunakan di berbagai produk plastik peralatan rumah tangga seperti corong, carboy, timba, dan toples steril yang biasa digunakan dalam peralatan kesehatan.

### **b. Polyethylene Terephthalate (PET)**

Polimer plastik yang kedua adalah *Polyethylene Terephthalate* atau yang umum dikenal dengan PET dengan panjang gelombang spektrum  $1704.82 \text{ cm}^{-1}$ . PET adalah polyester termoplastik yang terdapat ikatan ester di sepanjang rantai utama polimer (Armidion & Rahayu, 2018). Pengaplikasian PET ini dapat ditemukan pada film, serat, dan tekstil (Spektrima, 2009). Tingginya ketahanan terhadap bahan kimia, kemampuan warna, kekuatan tarik yang sangat kuat, stabilitas termal, mudah diolah, dan clarity merupakan beberapa karakteristik yang dimiliki oleh plastik dengan polimer PET (Nuryati dkk., 2021). Karakteristik lain dari PET adalah jernih atau transparan, lunak. Pada suhu  $180^{\circ}\text{C}$ , PET dapat melunak melebihi tekstur aslinya dan pada suhu  $200^{\circ}\text{C}$  dapat mencair dengan sempurna

(Yahya & Siagian, 2021). Biasanya plastik dengan polimer PET ini dapat ditemukan pada botol kemasan minyak goreng, gelas wadah jus, botol kemasan air mineral dan sambal pedas, botol kosmetik, hingga botol pada pengemasan obat, (Rahmawati, 2018).

### **c. Nylon Polyamides**

Polimer plastik ketiga yang terkandung dalam mikroplastik yang ditemukan pada sampel air permukaan Sungai Pekalen adalah 2 *Nylon Polyamides* memiliki panjang gelombang spektrum  $1633.79\text{ cm}^{-1}$  dan  $1370.10\text{ cm}^{-1}$ . *Nylon* tergolong senyawa poliamida sintetis yang sangat memungkinkan menjadi membran apabila dilihat berdasarkan sifat kimia, fisik, dan strukturnya. Karakteristik dari *nylon* adalah mempunyai elastisitas yang tinggi, sebagian besar tidak tahan terhadap panas, larut dalam fenol dan berakhir mengerut apabila menggunakan fenol cair, kuat, tidak menyerap air, tahan terhadap garam juga alkali, tidak tahan klor, dan apabila dibakar akan meleleh dan menimbulkan warna coklat di bagian tepi dari *nylon* tersebut. Polimer *nylon* digunakan dalam produk pakaian dan tali temali yang berbahan dasar *nylon*, juga pada bulu sikat gigi (Apipah dkk., 2018).

### **d. Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)**

Polimer plastik keempat adalah *Acrylonitrile Butadiene Styrene* dengan panjang gelombang spektrum  $1453.93\text{ cm}^{-1}$ . Menurut Wicaksono dkk. (2019) istilah umum yang biasa digunakan untuk penyebutan *Acrylonitrile Butadiene Styrene* adalah plastik ABS, yaitu material *thermoplastic* yang di dalamnya terkandung Acrylonitrile, Butadiene dan Styrene dengan komposisi masing-masing jenis penyusunnya yang bervariasi. Kandungan akrilonitril bisa mencapai 15% - 35%, 5% - 30% dari penyusun butadiena, stirena dengan persentase 40% - 60%, dan tentunya dengan tambahan monomer atau polimer yang lain. Sifat dari masing-

masing jenis penyusun ABS diantaranya adalah, Akrilonitril yang mempunyai sifat tahan terhadap bahan kimia dan cukup stabil dalam panas, Butadiena dapat memberikan perbaikan dalam sifat ketahanan pukul dan liat, sedangkan Stirena dapat mengatur kelenturan dan kepadatan sehingga plastik yang terdapat kandungan ABS nya mudah diproses. ABS dapat ditemukan pada bahan dasar pada proses pembuatan pipa (Wicaksono dkk., 2019).

**e. *Polyvinyl chloride (PVC)***

Polimer plastik selanjutnya yang juga terdeteksi pada mikroplastik sampel air permukaan Sungai Pekalen saat uji FTIR adalah polimer *Polyvinyl chloride* atau PVC yang mempunyai panjang spektrum  $1427.71\text{ cm}^{-1}$ . Yuniari (2014) PVC merupakan bahan yang bersifat termoplastik sehingga dijadikan sebagai salah satu dari bahan baku pada pembuatan plastik. Sifat dari PVC ini adalah tidak mudah terbakar, namun mudah larut dalam suhu kamar, kaku dan keras, mempunyai bentuk serbuk putih sehingga mudah diolah dan diproses, mudah disintesis, dan mudah terdegradasi akibat interaksi langsung dengan cahaya dan panas. Sifat fleksibel dan kaku pada PVC dapat ditingkatkan dengan penambahan plasticizer. Umumnya, PVC digunakan sebagai bahan pipa, insulasi kabel listrik, dan atap.

**f. *Poly (methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)***

Polimer selanjutnya yang terkandung dalam mikroplastik sampel air permukaan Sungai Pekalen adalah 2 *Poly (methyl methacrylate)* atau akrilik yang masing-masing dari kedua polimer akrilik tersebut mempunyai panjang gelombang  $1237.18\text{ cm}^{-1}$  dan  $1237.18\text{ cm}^{-1}$ . Wahyuni & Dewi (2003) menyebutkan bahwa PMAA atau akrilik adalah rantai panjang yang tersusun dari beberapa monomer *methyl methacrylate* dan akhirnya terbentuk polimer *polymethyl methacrylate* yang termasuk derivat dari asam akrilat. PMAA sering digunakan pada bahan baku gigi

tiruan dan protesa tubuh. Polimer jenis ini juga bisa saja terkandung *microbead* yang terapat dalam produk *skincare*.

#### **g. *Polytetrafluorethylene* (PTFE)**

*Polytetrafluorethylene* dengan panjang spektrum  $1207.46\text{ cm}^{-1}$  juga ditemukan dalam mikroplastik pada air permukaan. *Polytetrafluoroethylene* atau PTFE menurut Nurhasanah (2019) mempunyai berat molekul senyawa yang seluruhnya terdiri dari fluor dan karbon mengingat bahan dasar dari PTFE ini adalah *fluorocarbon solid*. Istilah yang lebih umum dari PTFE ini adalah teflon dengan molekul rantai panjang yang di sekelilingnya terdapat atom fluor. Ikatan antara atom karbon dengan fluor sangat kuat. Irawan (2021) menambahkan bahwa PTFE sering digunakan dalam perlatan laboratorium karena sifatnya yang tahan korosif. PTFE juga tidak jarang digunakan sebagai lapisan pada peralatan masak memasak.

#### **h. *Polycarbonate* (PC)**

Sebanyak 3 polimer *Polycarbonate* juga ditemukan pada sampel mikroplastik air permukaan. Panjang dari masing-masing polimer PC yang ditemukan adalah  $1159.75\text{ cm}^{-1}$ ,  $1504.51\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1408.33\text{ cm}^{-1}$ . *Polycarbonate* adalah salah satu jenis polimer termoplastik yang mudah dibentuk dengan bantuan panas. Plastik dengan kandungan polimer PC ini secara luas telah digunakan oleh berbagai industry kimia. Karakteristik fisik dari PC adalah transparan dan bening dengan keunggulannya yang mampu tahan terhadap benturan juga termal. Namun, PC juga memiliki kekurangan berupa sulitnya untuk didaur ulang. *Polycarbonate* banyak digunakan pada beberapa produk botol plastik dan kemasan plastik lain yang berlapis-lapis seperti plastik sachet (Wicaksono dkk., 2019).

**i. Ethylene Vinyl Acetate (EVA)**

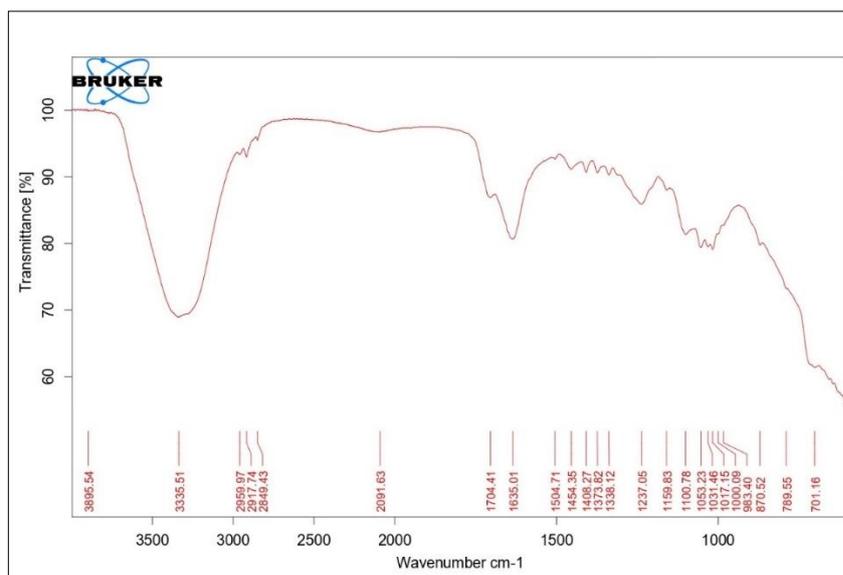
Polimer ke sembilan yang terdeteksi terkandung dalam mikroplastik pada air permukaan adalah *Ethylene-Vinyl Acetate* (EVA) dengan panjang gelombang  $1017.36 \text{ cm}^{-1}$ . EVA menurut Nurhajati *et al.* (2021) merupakan bentuk akhir dari susunan monomer *Ethylene* (E) dan *Vinyl-Acetate* (VA) sehingga menjadi kopolimer *Ethylene-Vinyl Acetate*. Monomer penyusun EVA berupa resin dan mempunyai sifat seperti karet sehingga mudah diaplikasikan pada produk tertentu. Sifat lain dari EVA adalah tahan terhadap crack, tahan suhu rendah, kedap air, dan dapat berfungsi sebagai lem apabila dilelehkan, elastis. Pengaplikasian kopolimer EVA ini biasanya terdapat pada sol sandal atau sepatu baik sol luar maupun sol dalam, matras yoga dan bela diri, bantalan *casing* hp, bahkan juga dalam sektor medis.

**j. Low Density Polyethylene (LDPE)**

Polimer dengan panjang gelombang  $657.66 \text{ cm}^{-1}$  juga ditemukan pada sampel mikroplastik air permukaan. Menurut Jung *et al.* (2018) polimer dengan panjang gelombang  $650 \text{ cm}^{-1} - 1000 \text{ cm}^{-1}$  termasuk ke dalam polimer LDPE. Gumulya dkk. (2020) mengatakan bahwa LDPE merupakan jenis termoplastik yang mampu secara berulang-ulang dibentuk dengan cara dipanaskan. Salah satu dari sifat LDPE adalah fleksibel. Hal ini dikarenakan penyusun dari polimer ini adalah monomer rantai cabang yang cukup banyak sehingga *Polyethylene* yang dihasilkan lebih lunak dan fleksibel. Sifat lain yang dimiliki LDPE adalah tahan terhadap cuaca, kuat, tahan bahan kimia, tahan retak, dan mudah didaur ulang. Kandungan LDPE dapat ditemukan pada kantong belanja supermarket, koran, bungkus makanan beku, laminasi karton kemasan susu, plastik wrap, dan plastik laundry.

#### 4.5.2 Analisis Jenis Polimer Plastik pada Mikroplastik Pencernaan *B. binotatus*

Uji FT-IR juga dilakukan pada mikroplastik sampel pencernaan *Barbodes binotatus*. Hasil uji yang didapatkan kemudian juga dianalisis berdasarkan panjang gelombang dari polimer yang didapatkan dengan tujuan mengetahui jenis dari polimer tersebut. Berdasarkan hasil analisis panjang gelombang pada hasil uji FT-IR, jenis polimer yang teridentifikasi yaitu sebanyak 24 polimer. Namun polimer plastik hanya berjumlah 8 polimer. Hal ini menunjukkan bahwa polimer plastik yang ditemukan pada sampel pencernaan ikan lebih sedikit, namun tidak jauh berbeda dengan polimer yang terkandung dalam mikroplastik pada sampel air permukaan.



**Gambar 4.14** Spektrum FTIR pada sampel pencernaan *B. binotatus*

Sebagaimana polimer plastik pada sampel sebelumnya, jenis polimer plastik pada sampel pencernaan *B. binotatus* juga memiliki lebih dari satu gugus fungsi sehingga panjang gelombang yang dimiliki oleh satu jenis polimer juga berbeda. Hasil uji FT-IR sampel pencernaan *Barbodes binotatus* yang menunjukkan panjang

gelombang dari masing-masing jenis polimer tersaji pada Gambar 4.14 dan Tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Analisis panjang gelombang dan jenis polimer plastik pada mikroplastik pencernaan *Barbodes binotatus***

No	Panjang Gelombang	Gugus Fungsi	Literatur (Jung <i>et al.</i> , 2021)	Jenis Polimer Plastik
1	1504.71 cm <sup>-1</sup>	Aromatic ring Stretch	1503 cm <sup>-1</sup>	<i>Polycarbonate</i> (PC)
	1408.27 cm <sup>-1</sup>	Aromatic ring stretching	1409 cm <sup>-1</sup>	
	1159.83 cm <sup>-1</sup>	C-O stretch	1158 cm <sup>-1</sup>	
2	1635.01 cm <sup>-1</sup>	C = O stretching	1634 cm <sup>-1</sup>	<i>Nylon</i>
	1373.82 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>2</sub> bending	1372 cm <sup>-1</sup>	<i>Polyamides</i>
3	1454.35 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>2</sub> bend	1455 cm <sup>-1</sup>	<i>Polypropylene</i> (PP)
4	1704.41 cm <sup>-1</sup>	C = O stretching	1713 cm <sup>-1</sup>	<i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET)
5	1017.15 cm <sup>-1</sup> (*)	Aromatic CH bending	1020 cm <sup>-1</sup>	Latex
6	1237.05 cm <sup>-1</sup>	C-O stretch	1238 cm <sup>-1</sup>	<i>Poly(methyl methacrylate)</i> (PMMA)
	983.40 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>3</sub> rocking	985 cm <sup>-1</sup>	
7	1031.46 cm <sup>-1</sup> (*)	Aromatic CH bending	1027 cm <sup>-1</sup>	<i>Polystyrene</i> (PS)
8	1100.78 cm <sup>-1</sup>	C–C stretching	1099 cm <sup>-1</sup>	<i>Polyvinyl chloride</i> (PVC)

Ket: (\*) Polimer yang hanya ditemukan pada sampel mikroplastik pencernaan ikan

### **a. Polycarbonate (PC)**

Salah satu polimer plastik yang ditemukan terkandung dalam mikroplastik sampel pencernaan *Barbodes binotatus* adalah *Polycarbonate* sebanyak 3 buah. Panjang gelombang dari masing-masing polimer tersebut adalah  $1504.71\text{ cm}^{-1}$ ,  $1408.27\text{ cm}^{-1}$ , dan  $1159.83\text{ cm}^{-1}$ . Irawan & Supeni (2013) berpendapat bahwa polikarbonat adalah satu dari sekian banyak jenis polimer termoplastik. Mudah dicetak, diolah, dan dibentuk dengan adanya panas adalah sifat dari polimer ini sehingga banyak digunakan pada industri kimia. Sifat lain dari polimer polikarbonat adalah kuat, transparan dan tahan akan panas. Namun, polimer ini dapat meleleh pada suhu  $2000^{\circ}\text{C}$ . Karena keistimewaan sifat dari polimer ini, polikarbonat banyak digunakan untuk jendela pesawat terbang, galon air minum, botol susu, dan produk plastik multilayer seperti kemasan sachet.

### **b. Nylon Polyamides**

Jenis polimer plastik kedua yang terkandung dalam mikroplastik yang mencemari pencernaan *Barbodes binotatus* adalah *nylon* sebanyak 2 buah yang mempunyai panjang gelombang spektrum  $1635.01\text{ cm}^{-1}$  dan  $1373.82\text{ cm}^{-1}$ . Menurut Putri & Wahyuni (2015) polimer termoplastik yang termasuk kedalam kelas poliamida memiliki nama generik *nylon*. Poliamida sendiri terbentuk dari *diamine* dan *dibasic acid* yang dikondensasikan sehingga menghasilkan sifat fisik dan kimia yang bervariasi dari poliamida tersebut dan didasarkan pada ikatan antara asam dan amida. Apipah dkk. (2018) menambahkan bahwa sifat yang dimiliki oleh polimer ini adalah kuat dalam artian tidak mudah patah, ringan, fleksibel, elastis, dan bebas dari monomer sisa. Polimer *nylon* digunakan dalam produk pakaian dan tali temali yang bahan bakunya berupa *nylon*, juga pada bulu sikat gigi.

### **c. Polypropylene (PP)**

Propylene merupakan polimer plastik yang juga terdeteksi pada mikroplastik sampel pencernaan *Barbodes binotatus*. Panjang gelombang spektrum *propylene* yang ditemukan adalah  $1454.35 \text{ cm}^{-1}$ . Pendapat Mutiah dan Surdia (2011) menyatakan bahwa propena merupakan suatu monomer yang apabila disusun secara berulang akan membentuk suatu polimer yang bernama *polypropylene*. Struktur molekul dari *polypropylene* mempunyai atom karbon dengan rantai utamanya berupa gugus metil dan atom *hydrogen* yang terikat dengan atom karbon tersebut yang mana mempunyai sifat sangat mudah bereaksi dengan atom karbon yang lain khususnya oksigen. Oleh karena itu, PP mempunyai sifat yang sedikit lebih keras dan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan HDPE, dan tahan retak. Karena sifatnya dari propilena inilah sehingga pengaplikasian polimer jenis ini banyak pada botol minum dan tempat bekal makanan.

### **d. Polyethylene Terephthalate (PET)**

Polimer selanjutnya yang juga ditemukan pada mikroplastik pencernaan *Barobodes binotatus* adalah *Polyethylene Terephthalate* atau lebih mudahnya PET dengan panjang gelombang yang dimiliki  $1704.41 \text{ cm}^{-1}$ . *Polyethylene Terephthalate* mempunyai banyak yang digunakan untuk mempermudah penyebutan dari polimer ini, diantaranya adalah PETE, PETP, PET, dan PET-P. PET merupakan suatu resin polimer plastik yang tergolong dalam kelompok poliestester. PET mempunyai sifat daya tahan kuat, kedap udara, transparan, tidak rapuh (kuat), tahan terhadap korosif, dan fleksibel. PET banyak diaplikasikan dalam gelas air mineral atau kemasan plastik gelas minuman yang lain, sebagian besar botol minuman kemasan, serat sintetis, dan thermoforming (Rahmawati, 2015).

#### **e. Lateks**

Polimer yang ikut terindikasi pada mikroplastik sampel pencernaan *B.binotatus* adalah polimer lateks. Menurut Moto dkk. (2004) lateks merupakan polimer yang terdiri dari beberapa monomer melalui proses kopolimerisasi seperti *Vinyl Acetate Monomer* (VAM) dan *Methacrylic Monomer* (MMA). Selain itu, katalis dan surfaktan juga dibutuhkan dalam pembuatan polimer lateks ini. Namun menurut Luftinor (2017) lateks adalah polimer yang termasuk dalam homopolimer yang tersusun dari monomer isoprene. Karakteristik yang dimiliki oleh polimer lateks adalah tidak mudah teroksidasi, mudah diproduksi, elastis, dan tahan terhadap air.

#### **e. Poly (methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)**

Polimer polimetil metakrilat juga merupakan polimer yang terindikasi berada pada kandungan mikroplastik sampel pencernaan *Barbodes binotatus*. Polimer PMMA pada sampel ini terdapat 2 buah dengan panjang gelombang spektrum yang dimiliki adalah  $1237.05\text{ cm}^{-1}$  dan  $983.40\text{ cm}^{-1}$ . Berdasarkan namanya, menurut Ginting (2019) asal dari polimer ini adalah monomer metal metakrilat yang bersifat *nonbiodegradable*. Pada tahun 1877, dua ahli yang berasal dari Jerman bernama Paul dan Fittig pertama kali menemukan proses polimerisasi dari monomer metal metakrilat menjadi polimetil metakrilat. Polimer termoplastik PMMA mempunyai sifat yang kaku, kuat namun rapuh pada suhu ruang, keras. Pengaplikasian PMMA dapat ditemui pada lensa kontak, kaca pesawat terbang, lampu belakang mobil.

#### **f. Polyvinyl chloride (PVC)**

*Polyvinyl chloride* dengan panjang gelombang spektrum  $1100.78\text{ cm}^{-1}$  merupakan polimer yang juga terdeteksi pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus*. Sri & Brotoningsih (2012) mengatakan bahwa monomer vinil klorida

merupakan monomer penyusun polimer bernama polivinil klorida atau PVC yang pembentukannya melalui suatu proses yang bernama polimerisasi adisi. Penyusunan monomer vinil klorida ini terjadi secara berulang melalui ikatan kovalen. PVC mempunyai sifat keras, tahan terhadap bahan kimia, dapat terlarut, kuat, tahan terhadap cuaca, dan memiliki titik leleh pada suhu 70°-140° C. Sangat banyak produk berupa benda yang di dalamnya terkandung PVC sebagai bentuk pengaplikasian dari polimer ini, diantaranya bingkai pada jendela, beberapa bahan bangunan, pelapis kawat dan kabel, selang, pipa, dashbord mobil, kemasan *junk food*, dan atap bangunan.

#### **g. Polystyrene (PS)**

Polimer yang selanjutnya terindikasi menjadi bahan dasar dari mikroplastik pada sampel pencernaan *Barbodes binotatus* adalah *polystyrene* dengan panjang gelombang spektrum yang dimiliki 1031.46 cm<sup>-1</sup>. Bahan baku polistirena menurut Nayomi (2016) adalah monomer *styrene* dengan bantuan pelarut Etil Benzena dan inisiator Benzoil Peroksida. Sedangkan menurut Ghosh *et al.* (2013) polistirena atau yang umum dikenal dengan nama *styrofoam* merupakan salah satu jenis termoplastik yang polimernya termasuk hidrofobik sintesis serta berat molekul yang tinggi. Jenis polimer termoplastik ini dapat didaur ulang namun sulit untuk biodegradasi. Bentuk PS saat berada di suhu ruang padat, namun bisa mencair ketika dipanaskan lalu memadat kembali ketika dilakukan pendinginan. Sifat lain dari PS ini adalah keras, tidak tembus cahaya, tahan panas, dan fleksibel. Kirk & Othmer (1982) menambahkan bahwa penggunaan polimer PS ini banyak terdapat pada peralatan rumah tangga, isolator, dan bahan pembungkus makanan.

Polimer plastik yang paling banyak diperoleh baik pada sampel mikroplastik air permukaan maupun sampel mikroplastik pencernaan *B.binotatus* adalah polimer

*Polycarbonate* sebanyak 3 buah pada masing-masing sampel. Hal ini dikarenakan menurut Fariha (2013) menyebutkan bahwa polimer *Polycarbonate* merupakan polimer yang banyak diaplikasikan pada produk plastik yang tersusun dari beberapa lapisan plastik (*multilayer*). Selaras dengan kondisi perairan Sungai Pekalen yang banyak ditemukan sampah plastik kemasan sachet. Selain itu, polimer plastik yang didapatkan pada sampel air permukaan dan sampel pencernaan *B.binotatus* juga memiliki perbedaan pada beberapa jenis, seperti polimer *Acrylonitril Butadiene Styrene* (ABS), *Polytetrafluorethylene* (PTFE), *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) yang hanya ditemukan pada sampel air permukaan. Sedangkan polimer plastik yang hanya terkandung pada sampel pencernaan *B.binotatus* adalah *polystyrene* (PS) dan latex.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kelimpahan jenis mikroplastik air permukaan tertinggi yaitu jenis fiber pada stasiun 3 dengan nilai kelimpahan 1900 partikel/m<sup>3</sup>, disusul dengan jenis film dengan kelimpahan 233 partikel/m<sup>3</sup> pada stasiun 3, lalu yang terakhir jenis fragmen dengan nilai kelimpahan 217 partikel/m<sup>3</sup>. Sedangkan mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada pencernaan *Barbodes binotatus* tertinggi adalah jenis fiber pada stasiun 3 dengan nilai kelimpahan sebesar 19,5 partikel/individu, dilanjutkan dengan jenis film pada stasiun 3 dengan nilai kelimpahan 0,3 partikel/individu, dan terendah jenis fragmen pada stasiun 2 dengan nilai kelimpahan 0,16 partikel/individu.
2. Kelimpahan total mikroplastik pada sampel air permukaan dengan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 3 dengan nilai kelimpahan 2330 partikel/m<sup>3</sup>, dilanjut stasiun 2 dengan 1065 partikel/m<sup>3</sup>, dan yang terakhir pada stasiun 1 dengan nilai kelimpahan total sebesar 230 partikel/m<sup>3</sup>. Sedangkan kelimpahan rata-rata total mikroplastik tertinggi pada pencernaan *Barbodes binotatus* terdapat pada stasiun 3 dengan nilai 19,8 partikel/individu, diikuti dengan stasiun 2 dengan nilai kelimpahan 11,15 partikel/individu, dan yang paling rendah pada stasiun 1 dengan nilai kelimpahan 1,5 partikel/individu.
3. Kelimpahan mikroplastik total pada sampel air permukaan dan kelimpahan total mikroplastik pada pencernaan *Barbodes binotatus* berkorelasi karena melebihi standar signifikan. Sedangkan nilai koefisien korelasinya menunjukkan 0,908 (mendekati +1) sehingga korelasi antara kelimpahan mikroplastik pada sampel

air permukaan dan kelimpahan mikroplastik pada sampel pencernaan merupakan korelasi positif yang sempurna dengan artian korelasi antar keduanya sangat kuat.

4. Polimer plastik yang teridentifikasi pada mikroplastik sampel air permukaan diantaranya *Polypropylene*, *Polyethylene terephthalate*, *Nylon*, *Acrylonitrile butadiene styrene*, *Polyvinyl chloride*, *Polymethyl metacrylate*, *Polytetrafluorethylene*, *Polycarbonate*, *Ethylene vinyl acetate*, dan *Low Density Polyethylene*. Sedangkan pada polimer yang terkandung dalam mikroplastik sampel pencernaan *Barbodes binotatus* adalah *Polycarbonate*, *Nylon*, *Polypropylene*, *Polyethylene terephthalate*, *latex*, *Poly methylmetacrylate*, dan *Polyvinyl chloride*. Polimer yang paling mendominasi pada masing-masing sampel mikroplastik adalah *Polycarbonate*.

## 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Melakukan penelitian identifikasi mikroplastik terhadap insang sekaligus daging *Barbodes binotatus*
2. Melakukan penelitian identifikasi mikroplastik pada sedimen Sungai Pekalen
3. Melakukan penelitian lanjutan terkait mengapa polimer tertentu hanya ditemukan pada salah satu sampel.
4. Melakukan penelitian identifikasi mikroplastik pada Sungai Pekalen sampai sungai bagian hilir

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmann, D dan Dorgan, J. R.. 2007. *Bioengineering for Pollution Prevention though Development of Biobased Energy and Materials State of Science Report*, EPA600R-07028.
- Al-Ashfahani Ar-Raghib. Al-Mufrodat fi Gharibil Qur'an. Riyadh: Maktabah Nazar Mushthofa Al-Baz.
- Alderton, D. 1997. *The International Encyclopedia of Tropical Freshwater Fish*. Hoowell Book House. International Books Ltd. New York: Milan.
- Al-Qurthubi, Syaikh Imam. 2008. *Tafsir Al-Qurthubi jilid 8*. Terjemahan. Budi Rosyadi dkk. Jakarta: Pustaka Azzam. Hal. 246-247.
- Amaliyah, S.R., Fajarwati, K., Fitriawan, M., Aji, M.P., Yulianto, A. 2014. Kuat Tarik Komposit Polipropilena (PP) dengan Penguji Silika (SiO<sub>2</sub>). *Seminar Nasional Mahasiswa Fisika*. Universitas Negeri Semarang.
- Anam, Choirul, Sirojudin. 2007. Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR. *Fisika*. 10(1).
- Anggiani, Mliani. 2020. Potensi Mikroorganisme Sebagai Agen Bioremediasi Mikroplastik di Laut. *Oseana*. 45(2).
- Apipah, E.R., Irmansyah., Juansyah, J. 2018. Sintesis dan Karakteristik Membran Nilon yang Berasal dari Limbah Benang. *Jurnal Biofisika*. 10(1).
- Armudion, R & Rahayu, T. 2018. Peningkatan Nilai Kuat Tarik Belah Beton degan Campuran Limbah Botol Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET). *Jurnal Konstruksia*. 10(1).
- Aspi, Mariana bara'allo Malino & Boni, Pahlanop Lapanporo. 2013. Analisis Data Spektrum Spektroskopi FT-IR untuk Menentukan Tingkat Oksidasi Polianilin. *Prima Fisika*. I (2).
- As-Suyuthi, Jalaluddin. 1403 H. *Al-Asybah wan Nadha`ir*. Beirut: Darul Kutub AlIlmiyyah.
- Astuti, Arieyanti Dwi. 2016. Penerapan Kantong Plastik Berbayar Sebagai Upaya Mereduksi Penggunaan Kantong Plastik. *Jurnal Litbang*. XII(1).
- Astuti, S.S., Hariati, A.M., Kusuma, W.E., Wiadnya, D.G.R. 2020. Morphometric Asymmetry of *Barbodes binotatus* (Cyprinidae) Collected from Three Different Rivers in Java. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*. 441.
- Aulia, Afifah, N. dan Luchman, H. 2017. Pengembangan Potensi Ekowisata Sungai Pekalen Atas, Desa Ranu Gedang, Kecamatan Tiris, Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*. 5(3).

- Ayuningtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S.H., Iranawati, F. 2019. Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 3(1).
- Azizah, P., Ridho, A., Suryono, C. A. 2020. Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. 9(3).
- Bagus, R. Utama. I. G. 2021. Uji Korelasi. *ResearchGate*.
- Bahri, D.A. 2022. Uji Kadar Mikroplastik pada Air dan Ikan di Perairan Sungai Desa Pabean, Kabupaten Sumenep. Skripsi. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Baldwin AK, Corsi SR, Mason SA. 2016. Plastic Debris in 29 Great Lakes Tributaries: Relations to Watershed Attributes and Hydrology. *Environ. Sci. Technol*. 500.
- Bergman, M., Gutow, L., Klages, M. 2015. *Marine Anthropogenic Litter*. Springer Cham. Heidelberg. New York.
- Browne, M.A., M.P. Crump, S.J. Niven, E. Teuten, A. Tonkin, T. Galloway & R. Thompson. 2011. Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environ. Sci. Technol*. 21: 9175–9179.
- Budiarti, E. C., Sofi, A. A., Andreas, K., Prigi, A. 2020. Identifikasi Mikroplastik Pada Feses Manusia. *Environmental Pollution Journal*.
- Carbery, M., O'Connor, W., & Palanisami, T. 2018. Trophic Transfer of Microplastics and Mixed Contaminants in the Marine Food Web and Implications for Human Health. *Environment International*. 115(March). 400–409.
- Chiellini, Emo. 2001. *Environmentally Degradable Polymers and Plastics (EDPs)-An Overview*. Italy: Dept of Chemistry and Industrial Chemistry, University of Pisa.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T.S. 2011. Microplastics as Contaminants in the Marine Environment: A review. *Mar. Pollut. Bull*. 62. 2588–2597.
- Conover, W. J. 1971. *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley & Sons, Inc.
- Crawford, C.B., Quinn, B., 2017b. Microplastic Identification Techniques, in: *Microplastic Pollutants*. Elsevier. 219–267.
- Cummings, H & Englyst, N. 2018. *Gastrointestinal. March*.
- Dalimunthe, A.M, Amin, B., Nasution, S. 2021. Microplastic in the Digestive Tract of Kurau (*Polydactylus octonemus*) in the Coastal Waters of Karimun

Besar Island, Riau Islands Province. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*. 2(2)

- Deriyano, A., Nurdin, E., Patria, M.P. 2021. Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan Sapu-Sapu *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnu, 1855), Air, dan Sedimen di Dua Daerah Ciliwung, Jakarta Selatan. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*. 4(2).
- Dewi, I. S., Budiarsa, A.A., Ritonga, I. R. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*. 4(3).
- Di, M., Wang, J., 2018. Microplastics in Surface Waters and Sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Sci. Total Environ*. 616–617.
- Fachrul, M.F. dan Rinanti, A. 2018. Remediasi pencemaran mikroplastik di perairan menggunakan bakteri indigenous. *Jurnal Penelitian dan Karya Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*. 1(1).
- Fachrul, M.F., Rinanti, A., Tazkiaturrizki., Agustria, A., Naswadi, D.A. 2021. Degradasi Mikroplastik pada Ekosistem Perairan Oleh Bakteri Kultur Campuran *Clostridium* sp. dan *Thiobacillus* sp. *Jurnal Penelitian dan Karya Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*. 6(2).
- Fadilah, I.R. 2021. Pencemaran Mikroplastik pada Gurita *Octopus* spp. di Perairan Pulau Pramuka Kepulauan Seribu. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Fariha, Nuril. 2013. The Effect of Recycled –Polycarbonate (PC) Mixing Ratio on the Tensile Strength of Polycarbonate Polymer. *Thesis*. Faculty of Manufacturing Engineering University Malaysia Pahang
- Faruqi, Habil M. 2019. Persebaran Komposisi dan Kelimpahan Mikroplastik di Kali Surabaya Segmen Kecamatan Diryorejo. *Skripsi*. Universitas Airlangga.
- Fossi. 2014. Large Filter Feeding Marine Organisms as Indicator of Microplastics in the Pelagic Environment the Case Studies of the Mediterranean Basking Shark (*Cetorhinus maximus*) And Fin Whale (*Balaenoptera physalus*). *Jurnal Marine Environmental Research*. Vol. Xxx:1-8.
- Ghosh, S.K., Pal, S. & Ray, S. 2013. Study of Microbes Having Potentially for Biodegradation of Plastics. *Environmental Science and Pollution Research International*. 20(7).
- Ghozali, Imam. 2005. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ginting, Jadigia. 2019. Polimer Komposit *Polimetilmetakrilat-Stiren Akrilonitril* (PMMA-SAN)-ZnS Sebagai Film Pendar untuk Pencitraan pada Sintilator. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 12(1).

- Gumulya, D., Febriyanti., 2020. Mendaur Ulang Sampah Kantong Plastik Low Density Polyethylene Menjadi Produk Fungsional. *Jurnal Desain Produk (Pengetahuan dan Perancangan Produk)*. 3(7).
- Hanafi, M.H & Yosanto, Y. 2018. Kajian Ketersediaan Air di Sungai Cimande untuk Kebutuhan Air bagi Masyarakat di Kecamatan Cimanggung Sumedang. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. 1(4).
- Handerson and Green. 2020. Handerson and Green, 2020. Making sense of microplastics? Public understandings of plastic pollution. *Marine Pollution Bulletin*. 152 (110908).
- Harahap, A.R. 2021. Kajian Distribusi dan Pemetaan Mikroplastik pada Air Sungai Sei Babura dan Sungai Sei Sikambing Kota Medan. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Haryono. 2017. Fauna Ikan Air Tawar di Perairan Kawasan Gunung Sawal, Jawa Barat, Indonesia. *Berita Biologi*. 16(2).
- Hasibuan, A. J., Mufti, P. P., Erwin, N. 2021. Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Air, Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Mujair *Oreochromis mossambicus*. (Peters, 1852) di Danau Kenanga Dan Danau Agathis, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*.
- Hasibuan, N. H., Suryati, E., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P., Addauwiyah, R. 2020. Analisa Jenis, Bentuk Dan Kelimpahan Mikroplastik Di Sungai Sei Sikambing Medan. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 20(2).
- Hastuti, A.R., Yulianda, F., Wardianto, Y. 2014. Distribusi spasial sampah laut di ekosistem mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*. 4(2).
- Ibnu Majah, Abu Abdullah Muhammad bin Yazid. 1998. *Sunan Ibnu Majah*. Kairo: Darul Hadits.
- Iqbal, M., Yustian, I., Setiawan, A., Setiawan, D. 2018. *Ikan-Ikan di Sungai Musi dan Pesisir Sumatera Selatan*. Palembang: Yayasan Kelompok Pengamat Burung Spirit of South Sumatera.
- Irawan, S & Supeni, G. 2013. Karakterisasi Migrasi Kemasan dan Peralatan Rumah Tangga Berbasis Polimer. *Jurnal Kimia Kemasan*. 35(2).
- Irawan, Yadi. 2021. Karakteristik PDIV Dan VBD Material Polycarbonate Dan Polytetrafluoroethylene yang diberi Perlakuan Pasca Pemulihan. *Skripsi*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Istijanto. 2006. *Riset Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- IUCN 2019 The IUCN Red List of Threatened Species *Barbodes binotatus*. (Rome: International Union of Conservation and Natural Resource).
- Jenkins A, Kullander FF, Tan HH. 2015. *Barbodes binotatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T169538 A70031333.
- Jiang C., Lingshi Y., Zhiwei Li., Xiaofeng W., Xin Luo., Shuping Hu., Hanyuan Y., Yuannan L., Bin Deng., Lingzhi H., Yizhuang L. 2019. Microplastic Pollution in the Rivers of the Tibet Plateau. *Elsevier*. Vol 249.
- Junaidi. 2015. Statistik Uji Kruskal-Wallis. Fakultas Ekonomi Universitas Jambi.
- Kamsiati, E., Herawati, H., Puwani, E.Y. 2017. Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 36(2).
- Kapo, F. A., Toruan, N. L. L., Paulus, C. A. 2020. Jenis Dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Kolom Permukaan Air Di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*. 1(1).
- Kapo, F. A., Toruan, N. L. L., Paulus, C. A. 2020. Jenis Dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Kolom Permukaan Air Di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*. 1(1).
- Kapo, F.A., Toruan, L.N.L., Paulus, C.A. 2020. Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Kolom Air Di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*. 1(1).
- Karami, A., Golieskardi, A., Choo, C. K., Larat, V., Galloway, T.S., Salamatinia, B. 2017. The Presence of Microplastics in Commercial Salts from Different Countries. *Scientific Reports*. 7(46173).
- Khavilla, V.P., Wahyuni, S., Riyanto, A. F., Jumaeri., Harjono. 2019. Preparasi dan Karakterisasi PP (*Polypropylene*) Termodifikasi LLDPE (*Linear LowDensity Polyethylene*) dengan Teknik Pencampuran Biasa. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 8(3).
- Kholidah, N., Faizal, M., Said, M. 2018. Polystyrene Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process Using Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as Catalyst. *Science & Technology Indonesia*. 3(2019).
- Kirk and Othmer. 1982. *Encyclopedia of Chemical Technology, Vol.17*. Canada: John Wiley and Sons.
- Kottelat *et al.* 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Hongkong: Periplus Edition.
- Kottelat, M. 2013. The Fishes of the inland Waters of Southeast Asia: a Catalogue and Core Bibliography of the Fishes Known to Occur in

- Freshwaters, Mangroves and Estuaries. *Raffles Bulletin of Zoology*. 27 (1).
- Kuasa S. 2018. Keberadaan Mikroplastik pada Hewan *Filter feeder* di Padang Lamun Kepulauan Spermonde Kota Makasar. *Skripsi*. Makasar. UHM.
- Labibah, W & Haryo, T. 2020. Keberadaan Mikroplastik pada Ikan Swanggi (*Priacanthus tayenus*), Sedimen dan Air Laut di Perairan Pesisir Brondong, Kabupaten Lamongan. *Juvenil*. 1(3).
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. 2009. *Tafsir Al-Qur'an Tematik, Pelestarian Lingkungan Hidup*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.
- Lassen, C., Hansen, S. F., Magnusson, K., Hartmann, N. B., Rehne Jensen, P., Nielsen, T. G., & Brinch, A. 2015. Microplastics Occurrence, Effects and Sources of Releases to the Environment Denmark. In *Danish Environmental Protection Agency*.
- Laut (*Pandanus tectorius*) dan Aplikasinya sebagai Bahan Baku Casing pada Produk Elektronik. *Buletin Profesi Insinyur*. 4(2).
- Lembaga Bahtsul Masail PBNU & Lembaga Penanggulangan Bencana dan Perubahan Iklim PBNU. 2019. *Fiqh Penanggulangan Sampah Plastik*. Jakarta.
- Lestari, K., Haeruddin, Jati, O.E. 2021. Karakterisasi Mikroplastik dari Sedimen Padang Lamun, Pulau Panjang, Jepara, Dengan FT-IR Infra Red. *Jurnal Saind dan Teknologi Lingkungan*. 13(2).
- Lestari, P., Trihadiningrum, Y., Firdaus, M., Warmadewanthi, I. D. A. 2020. Microplastic Pollution in Surabaya River Water and Aquatic Biota, Indonesia. *International Seminar in Chemical Engineering Soehadi Reksowardojo*. 1143(1-13).
- Luftinor. 2017. Penggunaan Lateks Alam Cair untuk Pembuatan Kain Interlining. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 28(2)
- Lusher A. 2015. Microplastics in the Marine Environment: Distribution, Interactions and Effects. *Mar Anthropol Litt June*. 2015. 245-307.
- Mani, Thomas., Armin Hauk., Ulrich Walter., Patricia Burkhardt-Holm. 2015. Microplastics profile along the Rhine River. *Scientific Reports*. 5.
- Marpaung, G.S dan Widiaji. 2013. *Raup Rupiah dari Sampah Plastik*. Jakarta: Pustaka Bina Swadaya.
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., 2015. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment Recommendations for*

*quantifying synthetic particles in waters and sediments*. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48.

- Maulida, N. 2018. Identifikasi Kandungan dan Distribusi Mikroplastik pada Air dan Sedimen Kali Krukut. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie Jakarta.
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., Yona, D. 2019. Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen Pantai Wisata Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Perikanan*. 21(2).
- MERI. 2015. *Guide to Microplastic Identification*. Marine and Environmental Research Institute. Blue Hill USA.
- Michael J de Smith. 2018. *Statistical Analysis Handbook Comprehensive Handbook of Statistical Concepts, Techniques and Software Tools*. Edinburgh: The Winchelsea Press.
- Miftahuddin., Pratama, A., dan Setiawan Ichsan. 2021. Analisis Hubungan Antara Kelembaban Relatif Dengan Beberapa Variabel Iklim Dengan Pendekatan Korelasi Pearson Di Samudera Hindia. *Jurnal Siger Matematika*. 2(1).
- Mohee, R & Unmar, G. 2007. Determining Biodegradability of Plastic materials under Controlled and natural Compositing Environments. *Waste Management*. 27(11).
- Moto, K., Julian, V., Syamsuddin, Wiradi, T.A., Wijaya, S.R. 2004. Pembuatan Polimer Lateks Emulsi untuk Peningkatan CBR Tanah *Sub-Grade* pada Kontruksi Jalan. *Makara Teknologi*. 8(2).
- Nasution, Reny silvia. 2015. Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik. *Journal of Islamic Science and Technology*. 1(1).
- Nayomi, Dela. 2016. Naskah Publikasi Prarancangan Pabrik Polistirena dengan Proses Polimerisasi Larutan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the World*. Fourth Edition. John Wiley and Sons. Inc., New York, USA. 601 p.
- Nicko, M., Setyabudi, A. and Chalid, M. 2011. *Karateristik Material Regrind Komposit PP/Talcum Hasil Proses Hot Melt Mixing Material*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Norfai, Abdullah. 2018. Efektifitas Penggunaan Sabun dalam Mencuci Tangan terhadap Jumlah Kuman. *Jurnal Publikasi Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 5(2).

- Nurhajati, D. W., Lestari, U.R., & Priambodo, G. 2021. Characterization of Ethylene–Vinyl Acetate (EVA)/Modified Starch Expanded Compounds for Outsole Material. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 37(1).
- Nurhasanah, Siti. 2019. Teflon / Polytetrafluoroethylene (PTFE). Skripsi. Program Studi Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Nuryati, Ningsih, Y., Huzairi., Irawan, C. 2021. Karakterisasi Fisik Komposit
- Oktama, I. 2016. Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. *Jurnal Teknik Mesin*. 5(3).
- Permatasari & Arlini. 2019. Kajian Keberadaan Mikroplastik Di Wilayah Perairan: Review. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*.
- Pertami & I Nyoman. 2021. Hubungan panjang bobot, faktor kondisi, dan persebaran ikan nyalian (*Barbodes binotatus Valenciennes 1842*) di Danau Tamblingan Bali. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 21(2).
- Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) Berbasis Serat Alam Daun Pandan
- Praputri, E., Mulyazmi, E., Sari, M., Martynis. 2016. Pengolahan Limbah Plastik Polypropylene Sebagai Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan Proses Pyrolysis. *Seminar Nasional Teknik Kimia Teknologi Oleo Petro Kimia Indonesia*. Pekanbaru.
- Prasetyo, Dimas. 2020. Karakterisasi Mikroplastik dari Sedimen Padang Lamun, Pulau Panjang, Jepara, dengan FT-IR InfraRed. *Skripsi*. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Prasetyo, Dimas. 2020. Pencemaran Mikroplastik Menggunakan Sepia pharaonis di Pasar Pelelangan Ikan Muara Angke. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Pravitasari, Anita. 2009. Simbol Daur Ulang pada Botol dan Kemasan Plastik.
- Purnama, D., Johan, Y., Wilopo, M. D., Renta, P. P., Sinaga, J. M., Yosefa, J. M., Helen, M. M., Pasaribu, A. S. H. M., Median, K. 2021. Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Hasil Tangkapan Nelayan Di Pelabuhan Perikanan Pulau Balai Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*. 6(1).
- Purwaningrum. 2016. Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *JTL*. 8(2).

- Putra, Hijrah. P dan Yebi. Y. 2010. Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 2(1).
- Putra, T.P. 2019. Studi Pencemaran Mikroplastik Pada Ikan, Air dan Sedimen di Kepulauan Bala-Balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
- Putri, A.C & Wahyuni, S. 2015. Pengaruh Penambahan Serat Kaca pada Nilon Termoplastik Daur Ulang Terhadap Kekuatan Impak. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah*. 7(1).
- Putri, N.M.S.A., Pertami, N.D., Kartika, G.R.A. 2021. Aspek Reproduksi Ikan Nyalian (*Barbodes binotatus Valenciennes, 1842*) di Danau Tamblingan. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 5(3).
- Putri, S.E. 2021. Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik pada Biota (Ikan) di Perairan Pantai Sendangbiru Malang. *Skripsi*. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Qodriyatun, Sri Nur. H. 2018. Sampah Plastik: Dampaknya Terhadap Pariwisata Dan Solusi. *Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI*. X(23).
- Rahmawati, A. 2015. Pengaruh Penggunaan Plastik *Polyethylene* (PE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE) pada Campuran Lataston-WC Terhadap Karakteristik Marshall. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*. 18(2).
- Rahmawati, Ita. 2018. Daur Ulang Limbah Botol Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) Menjadi *Carbon Nanodots* Untuk Pigmen Fluoresensi. *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Ramadan A.H & Emenda S. 2019. Occurrence of Microplastic in surface water of Jati luhur Reservoir. *ETMC and RC EnvE. E3S Web of Conferences* 148(2020).
- Ramadhani, Fitrah. 2019. Identifikasi Dan Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Ikan Pelagis Dan Demersal Serta Sedimen Dan Air Laut Di Perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang. *Skripsi*. Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Rijal, M. S., Annisa, N., Firda I. 2021. Kontaminasi Mikroplastik (Mps) pada Ikan di Indonesia. *Prosiding Semnas Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang*.
- Roberts, T. R. 1989. The Freshwater Fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia). *Memoirs of the California Academy of Sciences*. 14 (210).

- Rochman, C.M., Hoh, E., Hentschel, B.T., Kaye, S. 2013. Longterm Field Measurements of Sorption of Organic Contaminants to Five Types of Plastic Pellets: Implications for Plastic Marine Debris. *Environ. Sci. Technol.* 47(3).
- Saanin, H. 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Jakarta: Bina Cipta.
- Safrudin, A.L., Junaidi, A., Yunus, M. 2021. Studifisis dan Mekanis serta Penyusutan Plastik *Polypropylene* dipadukan dengan Plastik *Polyethylene*. *Machinery Jurnal Teknologi Terapan.* 2(1).
- Sarasita, D., Yunanto, A., dan Yona, D. 2019. Kandungan Mikroplastik pada Empat Jenis Ikan Ekonomis Penting di Perairan Selat Bali. *Jurnal Iktiologi Indonesia.* 20(1).
- Schwabl, P., Koppel, S., Konigshofer, P., Bucsics, T., Trauner, M., Reiberger, T., & Liebmann, B. 2019. Detection of Various Microplastics in Human Stool:A Prospective Case Series. *Annals of Internal Medicine.* 171(7).
- Setiawan, Kuku. 2019. Buku Ajar Metode Penelitian. Jurusan Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Shafiq, M. A. Q & C.M. Hussain. 2019. Microplastics as Contaminant in Freshwater Ecosystem: A modern Environmental Issue. *Handbook of Environmental Materials Management.*
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Mishbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M. Quraish. 2006. *Tafsir Al-Mishbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sirait. 2009. *Sulap Sampah Lunak Menjadi Jutaan Rupiah*. Yogyakarta: B-First.
- Situmorang, T. S., Barus, T. A., Wahyuningsih, H. 2013. Studi Komparasi Jenis Makanan Ikan Keperas (*Puntius binotatus*) di Sungai Aek Pahu Tombak, Aek Pahu Hutamosu dan Sungai Parbotikan Kecamatan Batang Toru Tapanuli Selatan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.* 18(2).
- So, W. K., Chan, K., and Not, C. 2018. Abundance of Plastic Microbeads in Hong Kong Coastal Water. *Mar Pol. Bull.* 133:500-505.
- Spektrima, T. (2009). Pemanfaatan Limbah Plastik Polietilena Tereftalat (PET) Sebagai Matrik Komposit dengan Bahan Penguat Kaca Serat. Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan.
- Sri, D. W. N & Brotoningsih, P.L. 2012. Pengaruh Nano-Precipitated Calcium Carbonate Terhadap Kualitas Komposit Polivinil Klorida. *Jurnal Riset Industri.* VI(2).

- Subekti, Wiwit. 2021. Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Lambung Ikan Wader Cakul (*Puntius binotatus*) di Waduk Selorejo, Kabupaten Malang, Jawa Timur. *Skripsi*. Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.
- Syachbudi, R.R. 2020. Identifikasi Keberadaan dan Bentuk Mikroplastik pada Air dan Ikan di Sungai Code, D.I Yogyakarta. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Syamsiro, M., Cheng, S., Hu, W., Saptoadi, H., Pratama, N. N., Trisunaryanti, W., Yoshikawa, K. 2013. Fuel Oil Production from Municipal Plastic Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors. *Energy Procedia*. 47 (2014).
- Tarr, M.A. 2003. *Chemical Degradation Methods for Wastes and Pollutants: Environmental and Industrial Applications (Environmental Science & Pollution)*. Amerika Serikat: CRC Press.
- Trisunaryanti. 2018. *Dari Sampah Plastik Menjadi Bensin dan Solar*. Yogyakarta:UGM Press.
- Ulum, A.B., Dwi, P., Anggara, W.W.S. 2015. Studi Pengendalian Banjir Kali Pekalen Kabupaten Probolinggo.
- United Nation Environment Programme (UNEP). 2009. *Resource Efficient and Cleaner Production*. <http://www.unep.fr/scp/cp/>. Tanggal akses: 16 Desember 2014.
- Usmadi. 2015. Uji Tukey dan Uji Shefee Uji Lanjut (*Post Hoc Test*). *Prosiding Semnas Mat-PMat STKIP PGRI Sumatera Barat*. 1(1).
- Usman, H dan P. S. Akbar. 2000. *Pengantar Statistika*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Utami, I., Resdianningsih, K., Rahawati, S. 2022. Temuan Mikroplastik pada Sedimen Sungai Progo dan Sungai Opak Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Daerah*. XXII (1).
- Vendel, A. L., Bessa, F., Alves, V. E. N., Amorim, A. L. A., Patricio, J., & Palma, A. R. T. 2017. Widespread Microplastic Ingestion by Fish Assemblages in Tropical Estuaries Subjected to Anthropogenic Pressures. *Marine Pollution Bulletin*. 117(1–2).
- Virsek, M. K., Palatinus, A., Koren, S., Peterlin, M., Horvat, P., & Krzan, A. 2016. Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments: JoVE*, 118(1–9).
- Wagner, M., & Lambert, S. 2018. *Freshwater microplastics*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing.

- Wahdani, A., K. Yaqin., N. Rukminasari., Suwarni., Nadiarti., D. F. Inaku dan L. Fahrudin. 2019. Konsentrasi Mikroplastik pada Kerang Manila venerupis philippinarum di Perairan Maccini Baji, Kecamatan Lakkabang, Kabupaten Pengkajen Kepulauan, Sulawesi Selatan. *Maspari Journal*. 12(2).
- Wahyudi, J., Hermain, T.P., Arieyanti, D. A. 2018. *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif*. Jurnal Litbang. XIV(1).
- Wahyuni, D & Dewi, S.R. 2003. Penelitian Pembuatan Polimetil Metakrilat (PMMA). *Jurnal Teknologi Dirgantara*. 1(2).
- Warsidah. 2020. Identifikasi dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 2(3).
- Wen Xiaofeng., Chunyan Dub., Piao Xua., Guangming Zenga., Danlian Huang, Lingshi Yin., Qide Yin., Liang Hu., Jia Wan., Jinfan Zhang., Shiyang Tan., Rui Deng. 2018. Microplastic pollution in surface sediments of urban water areas in Changsha, China: Abundance, composition, surface textures. *Elsevier*. Vol 136.
- Wicaksono, T. T., Budiantoro, C., Sosiati, H. 2019. Karakterisasi Sifat Mekanis dan Sifat Thermal Campuran Daur Ulang *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan *Polycarbonate* (PC). *Jurnal Material dan Proses Manufactur*. 1(1).
- Widinarko & Inneke. 2018. *Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa*. Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata.
- Wijaya, Bagas & Yulinah. T. 2019. Pencemaran Meso-dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Driyorejo hingga Karang Pilang. *Jurnal Teknik ITS*. 8(2).
- Wiranegara, A. D. A. 2019. Pengaruh Pemberian *Egg Stimulant* dengan Dosis yang Berbeda pada Pakan Komersil Terhadap Tingkat Kematangan Gonad Ikan Wader Cakul (*Barbodes Binotatus*). *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.
- Yahya, P.A & Siagian, M. C., 2021. Pengaplikasian Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) Sebagai Embellishment. *e-Proceeding of Art & Design*. 8(2).
- Yolla., Fauzi, M., Sumiarsih, E. 2020. Jenis dan Kepadatan Mikroplastik Di Sedimen Pantai Desa Naras Hilir Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat.
- Yona, D., M, D. Maharani., M, R. Cardova., Y, Elvania., I, W.E. Dharmawan. 2020. Analisis Mikroplastik di Insang dan Saluran Pencernaan Ikan Karang di

Tga Pulau Kecil dan Terluar Papua, Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12(2).

Yudhantari, C.I.A.S., I, G. Hendrawan., N, L.P.R. Pusphita. 2019. Kandungan Mikroplastik pada Saluran Ikan Lemuru Protolan (*Sardinella lemuru*) Hasil Tangkapan di Selat Bali. *Journal of Marine Research and Technology*. 2(1).

Yuniari, Arum. 2014. Sifat Elektrik dan Termal Nanokomposit *Poly(Vinyl Chloride)* (PVC)/*Low Density Polyethylene* (LDPE). *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 30(2).

Zhang W, Zhang S, Wang J, Wang Y, Mu J, Wang P, Lin X, Ma D. 2017. Microplastic Pollution in the Surface Waters of the Bohai Sea, China. *Environ Pollut*. 231 (541-548).

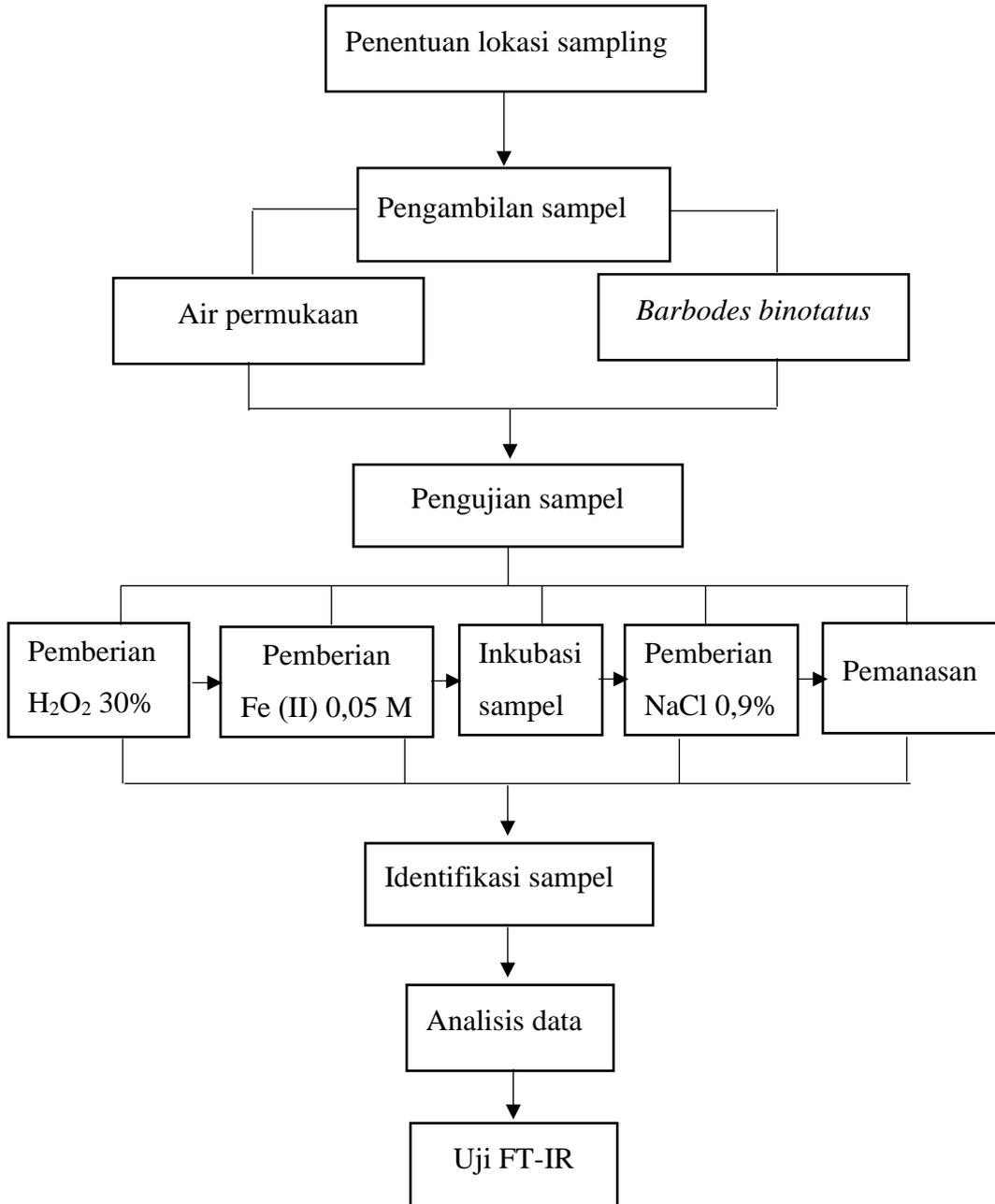
Zhao J, Wen R, Jia T, Yonglian L. 2018. Microplastics Pollution in Sediments from Bohai Sea and Yellow Sea, China. *Science of The Total Environment*. 640-641:637-645.

Zhao, S., L. Zhu, T. Wang, D. Li. 2014. Suspended Microplastic in The Surface Water of The Yangtze Estuary System, China: First Observations on Occurrence, Distribution. *Marine Pollution Bulletin* 86: 562-568.

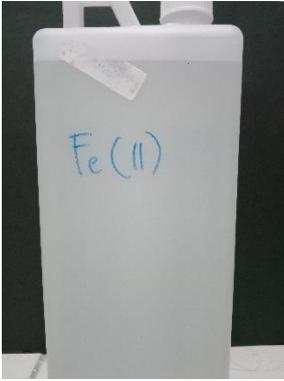


## LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian



## Lampiran 2. Alat dan Bahan Penelitian

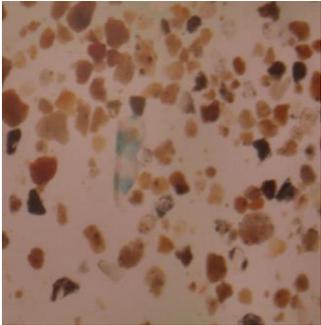
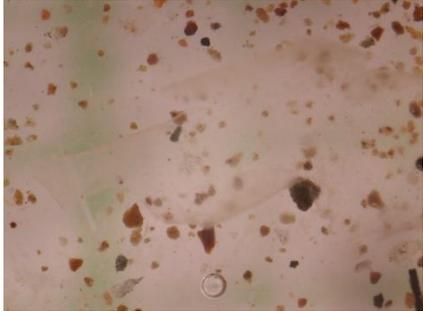
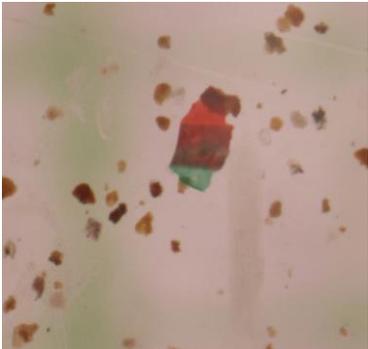
<p style="text-align: center;">LST</p> 	<p style="text-align: center;"><math>\text{H}_2\text{O}_2</math> 30%</p> 
<p style="text-align: center;">Panci 5 L</p> 	<p style="text-align: center;">Fe (II) 0,05 M</p> 
<p style="text-align: center;">Jala Ikan</p> 	<p style="text-align: center;">NaCl 0,9%</p> 
<p style="text-align: center;">Alat FTIR</p> 	<p style="text-align: center;">Kain screen</p> 

Sampel Air	Sampel Ikan
	

**Lampiran 3. Dokumentasi Prosedur Penelitian**

Pengambilan Sampel Air	Pengambilan Sampel Ikan
	
Pemberian $H_2O_2$ 30%	Pemberian Fe (II) 0,05 M
	
Inkubasi sampel	Pemanasan sampel
	
Pemberian NaCl 0,9%	Identifikasi sampel
	

**Lampiran 4. Mikroplastik Hasil Identifikasi**

Fiber sampel air permukaan	Fiber sampel <i>B.binotatus</i>
	
Film sampel air permukaan	Film sampel <i>B.binotatus</i>
	
Fragmen sampel air permukaan	Fragmen sampel <i>B.binotatus</i>
	

**Lampiran 5. Jumlah Perolehan Mikroplastik pada Sampel Air Permukaan**

Ulangan	Stasiun	Mikroplastik			Jumlah
		Fiber	Fragmen	Film	
1	S1T1	-	-	-	-
	S1T2	2	-	-	2
	S1T3	-	-	-	-
	S2T1	4	-	-	4
	S2T2	3		3	6
	S2T3	8	-	-	8
	S3T1	7	-	2	9
	S3T2	5	3	3	11
	S3T3	15	4		18
2	S1T1	-	-	-	-
	S1T2	1	-	-	1
	S1T3	3	-	-	3
	S2T1	3	1		4
	S2T2	5	2		7
	S2T3	6	1	2	9
	S3T1	6	2	2	10
	S3T2	16	1	-	17
	S3T3	20	-	-	20
3	S1T1	-	-	-	-
	S1T2	3	-	-	3
	S1T3	5	-	-	5
	S2T1	7	-	-	7
	S2T2	8	1	-	9
	S2T3	7	-	3	10
	S3T1	8	3		11
	S3T2	14	1	6	21
	S3T3	23	-	-	23

**Lampiran 6. Jumlah Perolehan Mikroplastik pada Sampel Pencernaan *B. binotatus***

Ulangan	Stasiun	Mikroplastik			Jumlah
		Fiber	Fragmen	Film	
1	S1T1	-	-	-	-
		-	-	-	-
	S1T2	-	-	-	-
		1	-	-	1
	S1T3	-	-	-	-
		1	-	-	1
	S2T1	1	-	-	1
		2	-	-	2
	S2T2	2	-	-	2
		4	-	-	4
	S2T3	4	-	-	4
		4	-	-	4
	S3T1	6	-	-	6
		7	-	-	7
	S3T2	6	-	-	6
		5	-	-	5
S3T3	5	-	-	5	
	9	-	1	10	
2	S1T1	-	-	-	-
		-	-	-	-
	S1T2	1	-	-	1
		1	-	-	1
	S1T3	2	-	-	2
			-	-	
	S2T1	3	-	-	3
		4	-	-	4
	S2T2	3	-	1	4
		4	-	-	4
	S2T3	3	-	-	3
		5	-	-	5
	S3T1	6	-	-	6
		5	-	-	5
	S3T2	6	-	-	6
		5	-	-	5
S3T3	6	-	1	7	
	7	1	-	7	
3	S1T1	-	-	-	-
		-	-	-	-
	S1T2	1	-	-	1
		-	-	-	-
	S1T3	1	-	-	1
		1	-	-	1

	S2T1	4	-	-	4
		4	-	-	4
	S2T2	3	-	-	3
		4	-	-	4
	S2T3	5	-	-	5
		4	-	-	4
	S3T1	5	-	-	5
		9	-	-	9
	S3T2	5	-	-	5
		7	-	-	7
	S3T3	8	-	-	8
		10	-	-	10

## Lampiran 7. SPSS sampel air permukaan

Normalitas fiber air permukaan

### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelimpahan	.212	9	.200*	.901	9	.258

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

a. Lilliefors Significance Correction

Homogenitas fiber air permukaan

### Test of Homogeneity of Variances

		Levene	df1	df2	Sig.
		Statistic			
Kelimpahan	Based on Mean	2.274	2	6	.184
	Based on Median	1.418	2	6	.313
	Based on Median and with adjusted df	1.418	2	2.973	.370
	Based on trimmed mean	2.217	2	6	.190

Uji *One Way* ANOVA fiber air permukaan

### ANOVA

Kelimpahan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	757938.593	2	378969.296	13.091	.006
Within Groups	173692.414	6	28948.736		
Total	931631.007	8			

Uji Post Hoc Tukey HSD sampel air permukaan

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kelimpahan

Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Stasiun 1	Stasiun 2	-277.7667	138.9214	.193	-704.016	148.482
	Stasiun 3	-705.5433*	138.9214	.005	-1131.792	-279.294
Stasiun 2	Stasiun 1	277.7667	138.9214	.193	-148.482	704.016

	Stasiun 3	-427.7767*	138.9214	.049	-854.026	-1.528
Stasiun 3	Stasiun 1	705.5433*	138.9214	.005	279.294	1131.792
	Stasiun 2	427.7767*	138.9214	.049	1.528	854.026

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Uji Kruskal Wallis film air permukaan

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

Kelimpahan	
Kruskal-Wallis	4.582
H	
Df	2
Asymp. Sig.	.101

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: stasiun

Uji Mann Whitney film air permukaan

Ranks					Test Statistics <sup>a</sup>	
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
Kelimpahan 1	1	3	2.50	7.50	Mann-Whitney U	1.500
	2	3	4.50	13.50	Wilcoxon W	7.500
	Total	6			Z	-1.549
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.121
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.200 <sup>b</sup>
a. Grouping Variable: stasiun						
b. Not corrected for ties.						

Ranks					Test Statistics <sup>a</sup>	
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 1	1	3	2.00	6.00	Mann-Whitney U	.000
	3	3	5.00	15.00	Wilcoxon W	6.000
	Total	6			Z	-2.087
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.037
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 <sup>b</sup>
a. Grouping Variable: stasiun						
b. Not corrected for ties.						

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>		
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 2		3	3.00	9.00	Mann-Whitney U	3.000
		3	4.00	12.00	Wilcoxon W	9.000
		Total	6		Z	-.655
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.513
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.700 <sup>b</sup>
					a. Grouping Variable: stasiun	
					b. Not corrected for ties.	

Uji Kruskal Wallis fragmen air permukaan

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

	kelimpahan
Kruskal-Wallis	7.245
H	
Df	2
Asymp. Sig.	.027

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: stasiun

Uji Mann Whitney fragmen air permukaan

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>		
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 1		3	2.00	6.00	Mann-Whitney U	.000
		3	5.00	15.00	Wilcoxon W	6.000
		Total	6		Z	-2.121
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.034
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 <sup>b</sup>
					a. Grouping Variable: stasiun	
					b. Not corrected for ties.	

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>		
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Kelimpahan	
kelimpahan 1		3	2.00	6.00	Mann-Whitney U	.000
		3	5.00	15.00	Wilcoxon W	6.000
		6			Z	-2.121
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.034
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 <sup>b</sup>
a. Grouping Variable: stasiun						
b. Not corrected for ties.						

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>		
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Kelimpahan	
kelimpahan 2		3	2.17	6.50	Mann-Whitney U	.500
		3	4.83	14.50	Wilcoxon W	6.500
		6			Z	-1.826
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.068
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 <sup>b</sup>
a. Grouping Variable: stasiun						
b. Not corrected for ties.						

### Lampiran 8. SPSS sampel pencernaan *B.binotatus*

Uji Kruskal Wallis fiber pencernaan *Barbodes binotatus*

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	Kelimpahan
Kruskal-Wallis	7.200
H	
Df	2
Asymp. Sig.	.027

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: stasiun

Uji Kruskal Mann Whitney pencernaan *Barbodes binotatus*

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>	
	stasiun N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 1	3	2.00	6.00	Mann-Whitney U	.000
2	3	5.00	15.00	Wilcoxon W	6.000
Total	6			Z	-1.964
				Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
				Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 <sup>b</sup>
				a. Grouping Variable: stasiun	
				b. Not corrected for ties.	

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>	
	stasiun N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 1	3	2.00	6.00	Mann-Whitney U	.000
3	3	5.00	15.00	Wilcoxon W	6.000
Total	6			Z	-1.964
				Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
				Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 <sup>b</sup>
				a. Grouping Variable: stasiun	
				b. Not corrected for ties.	

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>		
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 2		3	2.00	6.00	Mann-Whitney U	.000
		3	5.00	15.00	Wilcoxon W	6.000
	Total	6			Z	-1.964
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.050
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.100 <sup>b</sup>
					a. Grouping Variable: stasiun	
					b. Not corrected for ties.	

Uji Kruskal Wallis film pencernaan *Barbodes binotatus*

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

	Kelimpahan
Kruskal-Wallis	1.167
H	
Df	2
Asymp. Sig.	.558

a. Kruskal Wallis Test

Uji Mann Whitney film pencernaan *Barbodes binotatus*

Ranks				Test Statistics <sup>a</sup>		
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 1		3	3.00	9.00	Mann-Whitney U	3.000
		3	4.00	12.00	Wilcoxon W	9.000
	Total	6			Z	-1.000
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.317
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.700 <sup>b</sup>
					a. Grouping Variable: stasiun	
					b. Not corrected for ties.	

Ranks					Test Statistics <sup>a</sup>	
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 1		3	3.00	9.00	Mann-Whitney U	3.000
	3	3	4.00	12.00	Wilcoxon W	9.000
Total		6			Z	-1.000
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.317
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.700 <sup>b</sup>
					a. Grouping Variable: stasiun	
					b. Not corrected for ties.	

Ranks					Test Statistics <sup>a</sup>	
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 2		3	3.33	10.00	Mann-Whitney U	4.000
	3	3	3.67	11.00	Wilcoxon W	10.000
Total		6			Z	-.258
					Asymp. Sig. (2-tailed)	.796
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 <sup>b</sup>
					a. Grouping Variable: stasiun	
					b. Not corrected for ties.	

Uji Kruskal Wallis fragmen pencernaan *Barbodes binotatus*

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

	Kelimpahan
Kruskal-Wallis	.000
H	
Df	2
Asymp. Sig.	1.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: stasiun

Uji Mann Whitney fragmen *B.binotatus*

Ranks					Test Statistics <sup>a</sup>	
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 1		3	3.50	10.50	Mann-Whitney U	4.500
2		3	3.50	10.50	Wilcoxon W	10.500
Total		6			Z	.000
					Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 <sup>b</sup>
					a. Grouping Variable: stasiun	
					b. Not corrected for ties.	

Ranks					Test Statistics <sup>a</sup>	
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 1		3	3.50	10.50	Mann-Whitney U	4.500
3		3	3.50	10.50	Wilcoxon W	10.500
Total		6			Z	.000
					Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 <sup>b</sup>
					a. Grouping Variable: stasiun	
					b. Not corrected for ties.	

Ranks					Test Statistics <sup>a</sup>	
	stasiun	N	Mean Rank	Sum of Ranks	kelimpahan	
kelimpahan 2		3	3.50	10.50	Mann-Whitney U	4.500
3		3	3.50	10.50	Wilcoxon W	10.500
Total		6			Z	.000
					Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 <sup>b</sup>
					a. Grouping Variable: stasiun	
					b. Not corrected for ties.	

### Lampiran 9. SPSS kelimpahan total air permukaan

Uji normalitas kelimpahan total mikroplastik sampel air permukaan

#### Tests of Normality

	Stasiun	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Kelimpahan n	Stasiun 1	.293	3	.	.922	3	.459
	Stasiun 2	.212	3	.	.990	3	.813
	Stasiun 3	.217	3	.	.988	3	.792

a. Lilliefors Significance Correction

Uji homogenitas kelimpahan total mikroplastik sampel air permukaan

#### Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kelimpahan	Based on Mean	2.285	2	6	.183
	Based on Median	1.415	2	6	.314
	Based on Median and with adjusted df	1.415	2	2.975	.370
	Based on trimmed mean	2.227	2	6	.189

Uji *One Way* ANOVA kelimpahan total mikroplastik sampel air permukaan

#### ANOVA

Kelimpahan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	758148.222	2	379074.111	13.107	.006
Within Groups	173530.000	6	28921.667		
Total	931678.222	8			

Uji Post Hoc Tukey kelimpahan total mikroplastik sampel air permukaan

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Kelimpahan

Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Stasiun 1	Stasiun 2	-278.000	138.856	.192	-704.05	148.05
	Stasiun 3	-705.667*	138.856	.005	-1131.72	-279.62
Stasiun 2	Stasiun 1	278.000	138.856	.192	-148.05	704.05
	Stasiun 3	-427.667*	138.856	.049	-853.72	-1.62
Stasiun 3	Stasiun 1	705.667*	138.856	.005	279.62	1131.72
	Stasiun 2	427.667*	138.856	.049	1.62	853.72

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Lampiran 10. SPSS kelimpahan total pencernaan *B.binotatus*

Uji normalitas kelimpahan total mikroplastik pada sampel *B.binotatus*

#### Tests of Normality

	Stasiun	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelimpahan	Stasiun 1	.292	3	.	.923	3	.463
	Stasiun 2	.191	3	.	.997	3	.900
	Stasiun 3	.260	3	.	.958	3	.605

a. Lilliefors Significance Correction

Uji homogenitas kelimpahan total mikroplastik pada sampel *B.binotatus*

#### Test of Homogeneity of Variances

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Kelimpahan	Based on Mean	1.895	2	6	.230
	Based on Median	.715	2	6	.527
	Based on Median and with adjusted df	.715	2	3.431	.550
	Based on trimmed mean	1.794	2	6	.245

Uji *One Way* kelimpahan total mikroplastik pada sampel *B.binotatus*

#### ANOVA

Kelimpahan

	Sum of	df	Mean Square	F	Sig.
	Squares				
Between Groups	55.816	2	27.908	48.117	.000
Within Groups	3.480	6	.580		
Total	59.296	8			

Uji Post Hoc Tukey kelimpahan total mikroplastik pada sampel *B.binotatus*

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Kelimpahan

Tukey HSD

(I) Stasiun	(J) Stasiun	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Stasiun 1	Stasiun 2	-3.067*	.622	.006	-4.97	-1.16
	Stasiun 3	-6.100*	.622	.000	-8.01	-4.19
Stasiun 2	Stasiun 1	3.067*	.622	.006	1.16	4.97
	Stasiun 3	-3.033*	.622	.007	-4.94	-1.13
Stasiun 3	Stasiun 1	6.100*	.622	.000	4.19	8.01
	Stasiun 2	3.033*	.622	.007	1.13	4.94

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Lampiran 11. SPSS uji Korelasi Pearson**

**Correlations**

		air	ikan
Air	Pearson Correlation	1	.908**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	27	27
ikan	Pearson Correlation	.908**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	27	27

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Lampiran 12. Polimer plastik pada sampel air permukaan**

No	Panjang Gelombang	Gugus Fungsi	Literatur (Jung <i>et al.</i> , 2021)	Jenis Polimer Plastik
1	657.66 cm <sup>-1</sup> (*)	C–O stretching	650 cm <sup>-1</sup> - 1000 cm <sup>-1</sup>	LDPE
2	982.93 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>3</sub> rocking	985 cm <sup>-1</sup>	<i>Poly(methyl methacrylate)</i> (PMMA or <i>acrylic</i> )
3	1017.36 cm <sup>-1</sup> (*)	C–O stretching	1020 cm <sup>-1</sup>	<i>Ethylene vinyl acetate</i> (EVA)
4	1159.75 cm <sup>-1</sup>	C–O stretching	1158 cm <sup>-1</sup>	<i>Polycarbonate</i> (PC)
5	1207.46 cm <sup>-1</sup> (*)	CF <sub>2</sub> stretching	1201 cm <sup>-1</sup>	<i>Polytetrafluorethylene</i> (PTFE)
6	1237.18 cm <sup>-1</sup>	C–O stretching	1238 cm <sup>-1</sup>	<i>Poly(methyl methacrylate)</i> (PMMA or <i>acrylic</i> )
7	1370.10 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>2</sub> bending	1372 cm <sup>-1</sup>	<i>Nylon Polyamides</i>
8	1408.33 cm <sup>-1</sup>	Aromatic ring Stretch	1409 cm <sup>-1</sup>	<i>Polycarbonate</i> (PC)
9	1427.71 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>2</sub> bend	1427 cm <sup>-1</sup>	<i>Polyvinyl chloride</i> (PVC)
10	1453.93 cm <sup>-1</sup> *	CH <sub>2</sub> bending	1452 cm <sup>-1</sup>	<i>Acrylonitrile butadiene styrene</i> (ABS)
11	1504.51 cm <sup>-1</sup>	Aromatic ring Stretch	1503 cm <sup>-1</sup>	<i>Polycarbonate</i> (PC)
12	1633.79 cm <sup>-1</sup>	C = O stretching	1634 cm <sup>-1</sup>	<i>Nylon Polyamides</i>
13	1704.82 cm <sup>-1</sup>	C = O stretching	1713 cm <sup>-1</sup>	<i>Polyethylene Terephthalate</i>
14	2910.04 cm <sup>-1</sup>	C-H stretching	2915 cm <sup>-1</sup>	<i>Polypropylene</i>

Ket: (\*) polimer hanya ditemukan pada sampel air permukaan

**Lampiran 13. Polimer plastik pada sampel pencernaan *B.binotatus***

No	Panjang Gelombang	Gugus Fungsi	Literatur (Jung <i>et al.</i> , 2021)	Jenis Polimer Plastik
1	983.40 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>3</sub> rocking	985 cm <sup>-1</sup>	<i>Poly(methyl methacrylate)</i>
2	1017.15 cm <sup>-1</sup> (*)	Aromatic CH bending	1020 cm <sup>-1</sup>	Latex
3	1031.46 cm <sup>-1</sup> (*)	Aromatic CH bending	1027 cm <sup>-1</sup>	<i>Polystyrene</i>
4	1100.78 cm <sup>-1</sup>	C–C stretching	1099 cm <sup>-1</sup>	<i>Polyvinyl chloride</i>
5	1159.83 cm <sup>-1</sup>	C-O stretch	1158 cm <sup>-1</sup>	<i>Polycarbonate (PC)</i>
6	1237.05 cm <sup>-1</sup>	C-O stretch	1238 cm <sup>-1</sup>	<i>Poly(methyl methacrylate)</i>
7	1373.82 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>2</sub> bending	1372 cm <sup>-1</sup>	<i>Nylon Polyamides</i>
8	1408.27 cm <sup>-1</sup>	Aromatic ring stretching	1409 cm <sup>-1</sup>	<i>Polycarbonate (PC)</i>
9	1454.35 cm <sup>-1</sup>	CH <sub>2</sub> bend	1455 cm <sup>-1</sup>	<i>Polypropylene</i>
10	1504.71 cm <sup>-1</sup>	Aromatic ring Stretch	1503 cm <sup>-1</sup>	<i>Polycarbonate (PC)</i>
11	1635.01 cm <sup>-1</sup>	C = O stretching	1634 cm <sup>-1</sup>	<i>Nylon Polyamides</i>
12	1704.41 cm <sup>-1</sup>	C = O stretching	1713 cm <sup>-1</sup>	<i>Polyethylene Terephthalate</i>

Ket: (\*) polimer hanya ditemukan pada sampel *B.binotatus*



### KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Irsyadillah Faqih  
NIM : 18620035  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Ganjil TA 2021/2022  
Pembimbing : Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si  
Judul Skripsi : Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air Permukaan dan Pencernaan Ikan Wader Cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	27/08/2021	Konsultasi judul penelitian	
2.	06/10/2021	Pengumpulan dan konsultasi BAB I	
3.	13/10/2021	Pengumpulan BAB I (revisi ke-1)	
4.	20/10/2021	Persetujuan BAB I	
5.	03/11/2022	Pengumpulan dan Konsultasi BAB II	
6.	04/02/2022	Pengumpulan revisi BAB I dan BAB II	
7.	10/02/2022	Pengumpulan BAB III dan revisi BAB II	
8.	11/03/2022	Pengumpulan revisi BAB II ke-2 dan BAB III	
9.	14/03/2022	Pengumpulan revisi BAB III ke-3	
10.	15/03/2022	Pengumpulan revisi BAB III ke-4	
11.	15/03/2022	ACC Proposal Skripsi	
12.	30/05/2022	Konsultasi data penelitian	
13.	07/06/2022	Pengumpulan revisi data penelitian	
14.	14/06/2022	Konsultasi BAB IV hasil dan pembahasan	
15.	01/07/2022	Pengumpulan revisi BAB IV	
16.	23/08/2022	Konsultasi hasil dan pembahasan FT-IR	
17.	31/08/2022	Pengumpulan revisi FT-IR dan ACC skripsi	

Pembimbing Skripsi I

Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Sc  
NIP. 19671113 199402 2 001



31 Agustus 2022  
Program Studi,

Dr. Eka Sandi Savitri, M.P  
NIP.1974108 200312 2 002



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

PROGRAM STUDI BIOLOGI  
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

**KARTU KONSULTASI SKRIPSI**

Nama : Irsyadillah Faqih  
NIM : 18620035  
Program Studi : S1 Biologi  
Semester : Ganjil TA 2021/2022  
Pembimbing : Mujahidin Ahmad, M.Sc  
Judul Skripsi : Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan dan Pencernaan Ikan Wader Cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	09/03/2022	Konsultasi integrasi BAB 1 dan 2	
2.	10/03/2022	Konsultasi revisi proposal skripsi BAB 1 dan 2	
3.	12/02/2022	ACC proposal skripsi	
4.	12/08/2022	Konsultasi integrasi BAB 4	
5.	16/08/2022	Konsultasi revisi integrasi BAB 2 dan BAB 4	
6.	23/08/2022	ACC proposal skripsi	
7.			
8.			
9.			
10.			

Pembimbing Skripsi II

Mujahidin Ahmad, M.Sc

NIP. 19860512 201903 1 002

Malang, 24 Agustus 2022  
Revisi Program Studi,  
  
Sandi Savitri, M.P



NIP.19741018 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](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

**Form Checklist Plagiasi**

**Nama** : Irsyadillah Faqih  
**NIM** : 18620035  
**Judul** : Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air Permukaan dan Pencernaan Ikan Wader Cakul (*Barbodes binotatus*) di Sungai Pekalen Kabupaten Probolinggo

No	Tim Checkplagiasi	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	16%	



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Biologi

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