



TUGAS AKHIR - SB -184830

KARAKTERISTIK MIKROPLASTIK PADA IKAN KONSUMSI DUNIA; Studi Literatur dan Komprehensif

Febri Zulaikha Woro Ayu Valentina
01311340000050

Dosen Pembimbing:
Aunurohim, S.Si., DEA

DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020



TUGAS AKHIR - SB - 184830

**KARAKTERISTIK MIKROPLASTIK PADA IKAN
KONSUMSI DUNIA; Studi Literatur dan Komprehensif**

**FEBRI ZULAIKHA WORO AYU VALENTINA
0131134000050**

**Dosen Pembimbing
Aunurohim, S.Si., DEA.**

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020**



FINAL PROJECT - SB - 184830

**MICROPLASTICS CHARACTERISTICS OF FISHES OF
WORLD; Literature and Comprehensive Studies**

**FEBRI ZULAIKHA WORO AYU VALENTINA
0131134000050**

**Supervisor :
Aunurohim, S.Si., DEA.**

**BIOLOGY DEPARTMENT
FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020**

LEMBAR PENGESAHAN

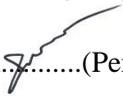
KARAKTERISTIK MIKROPLASTIK PADA IKAN KONSUMSI DUNIA; Studi Literatur dan Komprehensif

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada
Departemen Biologi
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh :

FEBRI ZULAIKHA WOROAYU VALENTINA
NRP. 0131134000050

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Aunurohim, S.Si., DEA. .....(Pembimbing 1)

Surabaya, 8 Agustus 2020

Mengetahui

Kepala Departemen Biologi



Dr. Dewi Hidayati, S.Si., M.Si

NIP. 19691121 199802 2 001

**KARAKTERISTIK MIKROPLASTIK PADA IKAN
KONSUMSI DUNIA; Studi Literatur dan Komprehensif**

Nama : Febri Zulaikha Woro Ayu V
NRP : 01311340000050
Departemen : Biologi
Dosen Pembimbing : Aunurohim, S.Si., DEA

Abstrak

Plastik berasal dari bahan sintesis dan zat additif dengan ini plastik memiliki sifat kuat, ringan serta tahan lama, sehingga penggunaan plastik terus meningkat dan selalu digunakan dalam kegiatan sehari-hari. Proses dekomposisi plastik berlangsung sangat lambat, diperlukan waktu hingga ratusan tahun agar terdegradasi menjadi mikroplastik melalui berbagai proses fisik, kimiawi maupun biologis. Ikan konsumsi Indonesia mempunyai nilai ekonomis tinggi, tetapi juga menyimpan bahaya yang tinggi terkait dengan mekanisme transport mikroplastik dan kesehatan manusia yang mengonsumsinya. Kegiatan ini meliputi studi literatur menggunakan jurnal penelitian tingkat nasional ataupun internasional terkait dengan mikroplastik pada ikan konsumsi, menekankan pada data karakteristik fisik dan kimiawi mikroplastik. Hasil kompilasi studi literature terdiri dari 100 ikan. Warna mikroplastik yang ditemukan yaitu warna merah, hitam, hijau, dan biru; bentuk mikroplastik fiber, fragmen, dan film; ukuran mikroplastik yaitu 150 – 5000 μm . Tipe polimer penyusun mikroplastik adalah PET, PE, EPDM, PVC & PES.

Kata kunci : Mikroplastik, Ikan di Dunia, Studi Literatur

*MICROPLASTICS CHARACTERISTICS OF FISHES OF
WORLD; Literature and Comprehensive Studies*

Name : Febri Zulaikha Woro Ayu V

NRP : 01311340000050

Supervisor : Aunurohim, S.Si., DEA

Abstract

Plastic comes from synthetic materials and additives with this plastic has strong, lightweight and durable properties, so that the use of plastic continues to increase and is always used in daily activities. The plastic decomposition process takes place very slowly, it takes hundreds of years to be degraded into microplastics through various physical, chemical and biological processes. Indonesian fish consumption has high economic value, but also holds a high danger associated with microplastic transport mechanisms and human health that consume them. This activity includes a literature study using national or international research journals related to microplastic consumption of fish, emphasizing microplastic physical and chemical characteristics data. The compilation of literature studies consisted of 100 fish. Microplastic colors found are red, black, green, and blue; microplastic forms of fiber, fragments, and films; microplastic size that is 150 - 5000 μm . Microplastic constituent polymer types are PET, PE, EPDM, PVC & PES.

Keywords: Microplastic, Fish in the World, Literature Study

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala karunia dan ridho-Nya dan juga utusan-Nya, yaitu Rasulullah SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir dengan judul “Karakteristik Mikroplastik pada Ikan Konsumsi Indonesia; Studi Literatur dan Komprehensif”. Penyusunan Proposal Tugas Akhir ini tidak terlepas dari partisipasi dan bimbingan dari semua pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Aunurohim, S.Si., DEA., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas ilmu dan proses bimbingan kepada penulis.
2. Bapak Farid Kamal Muzaki, S.Si, M.Si dan Ibu Nova Maulidina Ashuri, S.Si, M.Si selaku tim penguji.
3. Ibu Dr. Dewi Hidayati, S.Si, M.Si, selaku Kepala Departemen Biologi ITS dan Ibu Nur Hidayatul Alami, S.Si, M.Si, selaku dosen wali.
4. Keluarga tercinta terutama kedua orangtua penulis yang telah memberikan motivasi, semangat, biaya dan doa.
5. Rekan-rekan angkatan 2013-2017 Departemen Biologi ITS yang telah membantu selama ini sampai pada saat penyusunan Proposal Tugas Akhir.
6. Kelompok bimbingan Tugas Akhir Mikroplastik 2019-2020 yang telah membantu dan memberikan motivasi selama penyusunan Proposal Tugas Akhir.

Penyusunan Proposal Tugas Akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun tentunya masih terdapat kekurangan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis.

Surabaya, 31 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman	
HALAMAN SAMPUL.....	i	
HALAMAN SAMPUL.....	ii	
COVER PAGE.....	iv	
LEMBAR PENGESAHAN.....	vi	
ABSTRAK.....	vii	
ABSTRACT.....	x	
KATA PENGANTAR.....	xii	
DAFTAR ISI.....	xiv	
DAFTAR GAMBAR.....	xvii	
DAFTAR TABEL.....	xviii	
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix	
BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Rumusan Masalah.....	2
1.3	Batasan Masalah.....	2
1.4	Tujuan.....	3
1.5	Manfaat.....	4
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
2.1	Mikroplastik.....	5
2.1.1	Sumber Mikroplastik.....	6
2.1.2	Karakteristik dan Komponen Mikroplastik.....	7
2.1.2.1	Ukuran Mikroplastik.....	7
2.1.2.2	Bentuk Mikroplastik.....	8
2.1.2.3	Warna Mikroplastik.....	10
2.1.2.4	Tipe Polimer Penyusun.....	11
2.1.2.5	Densitas Jenis Polimer Plastik.....	14
2.2	Mikroplastik di Perairan.....	16
2.2.1	Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Mikroplastik di Lingkungan.....	16
2.2.2	Faktor Penyebaran Mikroplastik.....	17
2.3	Perilaku Fisik dan Kimia Mikroplastik	19
2.4	Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan.....	22
2.5	Kontaminasi Mikroplastik di Lingkungan Air Tawar dan Laut..... ^{xiv}	23
2.6	Penyerapan Mikroplastik oleh Ikan di Lingkungan Alami.....	25
2.7	Efek Ekotoksikologis Mikroplastik pada Ikan.....	26
2.8	Jalur Masuk Mikroplastik pada Ikan.....	28

2.9	Identifikasi Mikroplastik dengan Spektroskopi FT-IR.....	29
BAB III	METODE PENELITIAN	32
3.1	Waktu dan Teknis Penelitian.....	32
3.2	Metode Penelitian.....	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Kansungan Mikroplastik pada Ikan Konsumsi di Dunia.....	33
4.2	Habitat dan Kebiasaan Makan Ikan Konsumsi.....	38
4.2.1	Habitat Ikan.....	38
4.2.2	Karakter Kebiasaan Makan Ikan.....	41
4.3	Karakteristik Visual Mikroplastik pada Ikan Konsumsi di Dunia.....	44
4.3.1	Warna Mikroplastik.....	44
4.3.2	Bentuk Mikroplastik.....	48
4.3.3	Ukuran Mikroplastik.....	56
4.4	Tipe Polimer Mikroplastik dari Data Kompilasi Studi literatur.....	59
4.5	Kebijakan dalam Pengelolaan Plastik.....	62
BAB V	KESIMPULAN	67
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	68
	DAFTAR PUSTAKA.....	70
	LAMPIRAN.....	89
	BIODATA PENULIS.....	102

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar2.1 Jenis-jenis dan ukuran mikroplastik.....	8
Gambar2.2 Jenis Mikroplastik.....	10
Gambar 2.3 Struktur molekul monomer propilen.....	12
Gambar 2.4 Struktur monomer propilen menjadi polypropylene.....	12
Gambar 2.5 Proses polimerisasi.....	20
Gambar 2.6 Skema alat spektroskopi FTIR.....	30
Gambar 4.1 Mikroplastik yang ditemukan pada ikan dengan tipe fiber.....	58

DAFTAR TABEL

	Halaman	
Tabel 2.1	Tabel Klasifikasi Mikroplastik berdasarkan Bentuk.....	9
Tabel 2.2	Densitas Jenis Polimer Plastik Matrix.....	15
Tabel 4.1	Jumlah Total Mikroplastik pada Ikan Konsumsi di Dunia.....	34
Tabel 4.2	Feeding Habit pada Ikan Konsumsi Dunia.....	41
Tabel 4.3	Ragam Warna Mikroplastik yang Ditemukan dari Hasil Kompilasi Literatur.....	44
Tabel 4.4	Ragam Bentuk Mikroplastik dari Kompilasi Studi Literatur.....	48
Tabel 4.5	Ragam Ukuran Mikroplastik yang Ditemukan dari Hasil Kompilasi Literatur.....	44
Tabel 4.6	Polimer Dominan Mikroplastikdari Data Kompilasi Studi Literatur.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I	
Data Hasil Studi Literatur Karakteristik Mikroplastik Pada Ikan Konsumsi Dunia	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Produksi plastik dunia mengalami peningkatan setiap tahunnya dan mencapai 322 juta ton pada tahun 2015 (Plastics Europe, 2016). Diperkirakan bahwa jumlah produksi ini akan meningkat 100 kali lipat pada tahun 2050 mendatang (Seltenrich, 2015). Polusi plastik di lingkungan saat ini telah menjadi permasalahan yang serius. Plastik meskipun bersifat persisten, seiring dengan waktu dapat terdegradasi menjadi partikel yang lebih kecil. Sampah plastik dapat terdegradasi oleh sinar ultraviolet, panas, mikroba dan abrasi fisik menjadi serpihan plastik (Singh, 2008).

Fragmentasi plastik yang terdegradasi sering disebut dengan mikroplastik yang memiliki ukuran partikel $<5\text{mm}$. Mikroplastik dapat terakumulasi dalam jumlah yang tinggi pada air laut dan sedimen (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012).

Mikroplastik secara luas digolongkan menurut karakter morfologi yaitu ukuran, bentuk dan warna. Ukuran menjadi faktor penting berkaitan dengan jangkauan efek yang terkena pada organisme. Luas permukaan yang besar dibandingkan dengan rasio volume dari sebuah partikel kecil membuat mikroplastik berpotensi melepas bahan kimia dengan cepat (Lusher & Peter, 2017). Keberadaan mikroplastik banyak terdapat pada kolom perairan dan sedimen. Akan tetapi, kelimpahan mikroplastik tidak jarang lebih banyak terdapat pada sedimen dibandingkan dengan perairan (Cauwenberghe, 2013). Kebanyakan mikroplastik mengendap di sedimen karena

transport mikroplastik lebih lambat dibandingkan di kolom perairan (Manaluet *et al.*, 2017).

Di Indonesia, Rochman *et al* (2015) menemukan mikroplastik pada ikan dari famili Carangidae. Mikroplastik yang ditemukan dalam saluran pencernaan ikan ini memiliki bentuk fragmen, filament dan monofilamen.

Selain di Indonesia, penelitian terkait mikroplastik pada ikan sudah banyak dilakukan, diantaranya penemuan mikroplastik pada ikan dari famili Callichthyidae, Centrarchidae, Characidae, Cichlidae, Clupeidae, Cyprinidae, Fundulidae, Ictaluridae, Percidae, dan Poeciliidae, serta dari berbagai negara, diantaranya Prancis, Amerika Serikat, dan juga China. Dari semua tipe plastik yang diteliti, serat atau *fibre* adalah yang paling banyak ditemukan. Dibandingkan dengan partikel plastik yang lebih besar, mikrofibre lebih fleksibel dan lebih kecil kemungkinannya tertelan secara tidak sengaja di melalui rantai trofik atau di dalam sedimen (Silva *et al.*, 2017).

Oleh karena begitu banyak kajian penelitian yang sudah dilakukan diberbagai belahan dunia, maka dibutuhkan suatu mekanisme kompilasi dengan mendasarkan pada beberapa faktor, diantaranya fisik dan kimia dengan parameter yang seragam, sehingga teretuslah ide penelitian berikut.

Penelitian ini bersifat studi literatur dan kajian komprehensif yang akan membahas mengenai data karakteristik fisik dan kimiawi mikroplastik pada ikan-ikan di Indonesia serta di dunia sebagai upaya awal pembentukan basis data serta kemungkinan mitigasi efek negatif pada manusia selaku konsumen tingkat tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan adalah, bagaimanakah karakteristik fisik dan kimiawi mikroplastik pada ikan-ikan konsumsi di Indonesia dan dunia berdasarkan studi literatur jurnal nasional dan internasional hingga saat ini.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian studi literatur ini diantaranya:

1. Bahan kajian diperoleh dari jurnal nasional dan internasional yang kredibel, dengan mencantumkan nama jurnal dan kelengkapannya sebagai bentuk pertanggungjawaban secara legalitas,
2. Kajian komprehensif akan meliputi kompilasi basis data yang lengkap meliputi karakter fisik, biologi, dan kimiawi mikroplastik pada ikan,
3. Basis data karakter fisik, biologi, dan kimiawi dapat meliputi bentuk, warna, ukuran, dan juga jenis polimer mikroplastik yang diperoleh, dengan tidak tertutup kemungkinan pada organ tubuh yang berbeda pada ikan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian berbasis studi literatur ini adalah mengompilasi hasil penelitian melalui jurnal nasional dan internasional terkait mikroplastik pada ikan di Indonesia dan juga di dunia sehingga diperoleh data karakteristik fisik, biologi, dan kimiawi secara lebih komprehensif yang dapat digunakan sebagai dasar dalam mitigasi pengelolaan mikroplastik secara umum.

1.5 Manfaat

Manfaat utama dari studi literatur ini adalah menginformasikan secara lebih detail basis data menurut klasifikasi sifat fisik, biologi, dan kimiawinya secara seragam sehingga dapat digunakan untuk kepentingan penelitian lanjutan yang lebih spesifik dan mendalam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroplastik

Penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya yang kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan. Perkembangan dan penggunaan produk plastik di Indonesia sangat pesat, dan ditemukan hampir pada semua jenis kebutuhan manusia. Produk plastik selain sangat dibutuhkan oleh masyarakat juga mempunyai dampak buruk bagi lingkungan. Sampah plastik sangat potensial mencemari lingkungan karena plastik merupakan bahan yang sulit terdegradasi (Sahwan *et al.*, 2005).

Salah satu limbah plastik yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem di wilayah pesisir dan laut adalah mikroplastik. Mikroplastik merupakan salah satu bagian dari sampah plastik yang berpotensi mengancam lebih serius dibanding material plastik yang berukuran besar. Ukuran mikroplastik yang kecil memungkinkan ditelan oleh organisme. Studi-studi sebelumnya telah menemukan partikel mikroplastik pada saluran pencernaan ikan perairan laut. Setelah dicerna oleh organisme, mikroplastik dapat tereliminasi dengan proses defekasi atau tetap bertahan pada jaringan organisme (Browne *et al.*, 2013). Hingga saat ini dampak yang merugikan dari 'konsumsi' mikroplastik pada biota perairan terus meningkat karena mikroplastik sangat toksik (Crawford & Quinn, 2017).

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang diameternya berukuran <5 mm (Thompson *et al.*, 2009). Batas bawah ukuran partikel yang termasuk dalam kelompok mikroplastik belum didefinisikan secara pasti namun kebanyakan penelitian

mengambil batas bawah ukuran mikroplastik minimal 300µm (Storck *et al.*, 2015). Mikroplastik hadir dalam bermacam-macam kelompok yang sangat bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya (Storck *et al.*, 2015). Keberadaan mikroplastik banyak terdapat pada kolom perairan dan sedimen. Akan tetapi, kelimpahan mikroplastik lebih banyak terdapat pada sedimen dibandingkan pada perairan (Cauwenberghe *et al.*, 2013). Kebanyakan dari mikroplastik mengendap di sedimen karena transport mikroplastik cenderung lebih lambat dibandingkan di kolom perairan (Manalu *et al.*, 2017).

2.1.1 Sumber Mikroplastik

Limbah plastik memiliki berbagai ukuran dan diklasifikasikan menjadi makroplastik, mesoplastik, dan mikroplastik (Fendal & Sewell, 2009). Berbagai ukuran ini disebabkan baik di laut maupun di darat, limbah plastik akan mengalami fragmentasi dan pengecilan ukuran akibat terkenar sinar UV dalam waktu lama dan juga mengalami guncangan fisik oleh keadaan alam (EFSA *Contam Panel*, 2016). Ada dua jenis mikroplastik yakni mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder, mikroplastik primer merupakan plastik yang memang diproduksi dalam ukuran kecil yang berada pada produk kosmetik berupa *scrub* sedangkan mikroplastik sekunder adalah mikroplastik yang berasal dari fragmentasi dan pengecilan ukuran plastik (EFSA *Contam Panel*, 2016).

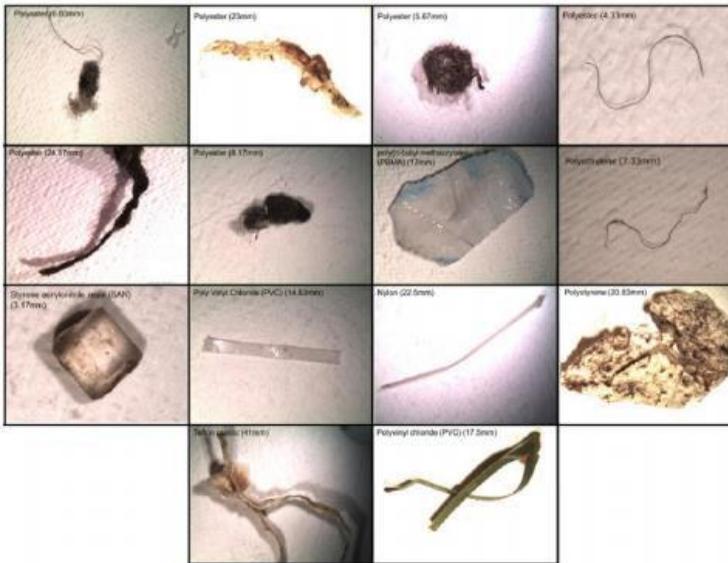
Sumber mikroplastik jenis fiber dapat berasal dari pencucian kain baju yaitu sisa benang pakaian dan tali plastik yang terdegradasi (Crawford & Quinn, 2017). Distribusi mikroplastik fiber juga dipengaruhi oleh kegiatan penangkapan ikan yang berasal dari alat tangkap yaitu tali pancing dan jaring

yang terdegradasi (Crawford & Quinn, 2017). Mikroplastik jenis fragmen adalah mikroplastik yang berasal dari potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang kuat. Kelimpahan plastik jenis fragmen berasal dari patahan plastik yang lebih besar (Dewi *et al.*, 2015). Berbeda dengan fragmen, mikroplastik jenis film merupakan potongan plastik yang memiliki lapisan sangat tipis berbentuk lembaran dengan densitas yang rendah dan banyak berasal dari potongan dan degradasi dari kantong-kantong plastik (Di & Wang, 2018).

2.1.2 Karakteristik dan Komponen Mikroplastik

2.1.2.1 Ukuran Mikroplastik

Partikel plastik dapat dibagi menurut ukurannya, makroplastik berukuran lebih dari 2,5 cm, mesoplastik berukuran 5 mm sampai 2,5 cm dan mikroplastik berukuran kurang dari 5 mm (Lippiat *et al.*, 2013). Berikut gambar jenis dan ukuran mikroplastik.



Gambar 2.1 Jenis-jenis dan ukuran mikroplastik

Keterangan: a: *polyester* (6.83mm), b: *polyester* (23mm), c: *polyester* (5.67 mm), d: *polyester* (4.3mm), d: *polyester* (24.17 mm), e: *polyester* (14.83mm), f: *polyester* (8.17 mm), g: *poly(n-butyl methacrylate)* (17 mm), h: *polyethylene* (7.33 mm), i: *styrene acrylonitrile* (SAN) (3.17 mm), j: *polyvinyl chloride* (PVC) (14.83 mm), k: *nylon* (22.5 mm), l: *polystyrene* (20.83), m: *Teflon plastic* (41 mm), n: *Poly vinyl chloride* (PVC) (17.5 mm). (Sumber: Brate et al, 2016).

2.1.2.2 Bentuk Mikroplastik

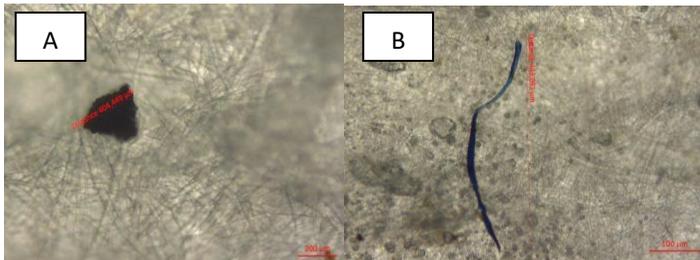
Mikroplastik yang dijumpai biasanya berbentuk fragmen, film, dan fiber (Nor & Obbard, 2014). Menurut Kingfisher (2011), mikroplastik berbentuk film memiliki densitas lebih rendah dari kedua bentuk mikroplastik yang lain, karena berasal dari polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan memiliki densitas lebih

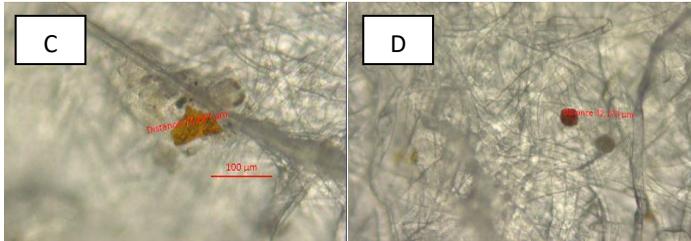
rendah. Mikroplastik film mudah terbawa oleh gelombang arus, karena densitasnya yang rendah. Mikroplastik berdasarkan bentuknya disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel Klasifikasi Mikroplastik berdasarkan Bentuk

Bentuk Mikroplastik	Istilah
Fragmen	Partikel tidak beraturan, kristal, bulu, bubuk, granula, potongan, serpihan
Serat	Filamen, microfiber, helaan, benang
Manik-manik	Biji, bulatan manik kecil, bulatan mikro
Busa	Polistiren
Butiran	Butiran resinat, nurdles, nib

Banyak penelitian yang telah mendokumentasikan keberadaan mikroplastik di ekosistem laut yang ada di berbagai wilayah pesisir di seluruh dunia, baik di air maupun di sedimennya dengan jumlah dan jenis plastik yang beragam.





Gambar 2.2 Jenis Mikroplastik. Keterangan gambar: A. Fragmen, B. Fiber, C. Film, D. Pellet.

Gambar A merupakan jenis fragmen dimana sampah mikroplastik ini merupakan hasil fragmentasi dari sampah makroplastik yang disebabkan karena adanya radiasi sinar UV, gelombang air laut, atau bahan yang bersifat oksidatif, serta sifat hidrolitik dan air laut (Andrady, 2011). Gambar B merupakan mikroplastik jenis fiber yang merupakan sampah mikro yang kebanyakan berasal dari kegiatan nelayan di laut seperti seperti kapal diantaranya jaring ikan dan lain-lain (Katsanevakis & Katsarous, 2004). Gambar C adalah bentuk film yang berasal dari kantong-kantong plastik dan kemasan makanan lainnya yang cenderung transparan. Sedangkan Gambar D adalah bentuk pellet yang merupakan bahan baku pembuatan plastik yang dibuat langsung oleh pabrik, jenis ini termasuk mikroplastik primer (Dewi *et al.*, 2015).

2.1.2.3 Warna Mikroplastik

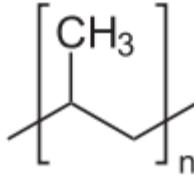
Beberapa penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa warna mikroplastik yang mendominasi adalah warna hitam. Warna hitam dapat mengindikasikan banyaknya kontaminan yang terserap dalam mikroplastik dan partikel organik lainnya. Mikroplastik berwarna hitam diduga memiliki kemampuan menyerap polutan yang tinggi, dan juga mempengaruhi tekstur dari mikroplastik. Kebanyakan mikroplastik ditemukan dengan

warna pekat yang dapat digunakan sebagai identifikasi awal dari polimer *polyethylene* yang memiliki massa jenis rendah yang banyak terdapat di permukaan perairan. Polyethylene merupakan bahan utama penyusun sampah kantong dan wadah plastik (GESAMP, 2015).

Secara umum, jika warna pada mikroplastik yang ditemukan masih pekat berarti mikroplastik belum mengalami perubahan warna (discolouring) yang signifikan. Ditemukan juga mikroplastik dengan warna transparan. Warna transparan juga dapat mengindikasikan lamanya mikroplastik tersebut mengalami fotodegradasi oleh sinar UV. Mikroplastik berwarna transparan menjadi identifikasi awal dari jenis polimer polypropylene (PP). Polimer jenis ini termasuk salah satu polimer yang banyak ditemukan di perairan (Pedrotti *et al.*, 2014).

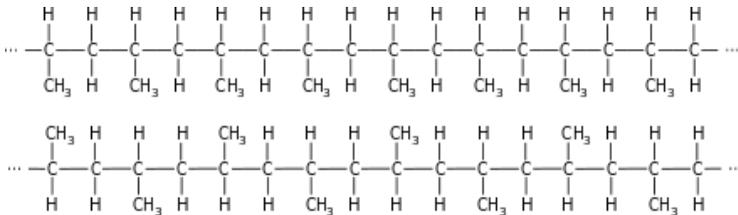
2.1.2.4 Tipe Polimer Penyusun Mikroplastik

Polimer penyusun kimiawi mikroplastik antara lain PP (*polypropylene*), PVC (*Polyvinyl chloride*), PS (*polys-tyrene*), PE (*polyethyelene*), PET (*polyethylene terephtalate*), dan PU (*polyurethane*) (Plastics Europe, 2017). PP (*polypropylene*) termasuk kelompok termoplastik karena material ini dapat mengalami perlakuan panas dan tekanan yang berulang kali tanpa mengalami perubahan sifat. Diantara semua komoditi plastik, PP merupakan plastic teringan. Densitasnya yang rendah memberikan keuntungan dalam kebutuhan material yang lebih sedikit untuk menghasilkan suatu *part* dibandingkan plastik lainnya. PP merupakan polimer hidrokarbon linier dengan struktur kimia yang terdiri atas rantai-rantai molekul dari sejumlah monomer propilen.



Gambar (2.3) Struktur molekul monomer propilen

Proses polimerisasi terhadap propilen dapat dilakukan karena penemuan system katalis Ziggler-Natta pada tahun 1954. Reaksi polimerisasi propilen menjadi polipropilen.



Gambar 2.4 Struktur monomer propilen menjadi polypropilene.

Adanya kelompok metal (CH_3) pada propilen menyebabkan terjadinya sedikit kekakuan rantai dan dapat mengganggu kesimetrisan molekulnya. Hal tersebut menyebabkan PP mengalami kenaikan suhu.

PVC (*Polyvinyl chloride*) merupakan polimer yang banyak digunakan untuk bahan baku produk elektronik, bahan konstruksi, kabel dan lain-lain. PVC merupakan polimer dengan stabilitas termal rendah sehingga mudah terdegradasi. Salah satu upaya memperbaiki sifat termalnya adalah dengan cara dehidroklorinasi (Saedii *et al.*, 2011).

PS (*polys-tyrene*) atau biasa dikenal dengan styrofoam adalah polimer hidrofobik sintesis dengan berat molekul tinggi

yang termasuk dalam jenis *thermoplastic*. PS dapat didaur ulang tetapi susah untuk dilakukan biodegradasi. Pada suhu ruangan PS dapat berbentuk padat, pada saat dipanaskan akan mencair dan kembali padat saat pendinginan (Ghosh Pal and Ray, 2013). PS digunakan dalam empat jenis produk: *General Purpose Polystyrene (GPPS)*, *High Impact Polystyrene (HIPS)*, *Expanded Polystyrene (EPS) foam* dan *Styrofoam* yang mengandung >98% *polystyrene*. *Styrofoam* banyak digunakan sebagai barang sekali pakai pada wadah daging/unggas di pertokoan, gelas minuman, piring/mangkok, kartontelur atau wadah buah-buahan dan sayuran. Bahandengan harga murah, ringan, fleksibel, tahan lama, tahan panas, dan tahan lembab menjadikannya pilihan utama sebagai bahan pengemas (Roberts and Lucas, 2018).

PE (*polyethylene*) adalah bahan termoplastik yang transparan, berwarna putih yang mempunyai titik leleh bervariasi antara 110-137°C. Umumnya *Polyethylene* tahan terhadap zat kimia. Monomernya, yaitu etana, diperoleh dari hasil perengkahan (*cracking*) minyak atau gas bumi. (Billmeyer, 1994). Penggunaan Polyethylene sekitar 6-18% dari berat kadar aspal optimum bisa mengurangi deformasi pada perkerasan jalan dan bisa meningkatkan *fatigue resistance* sekaligus bisa memberikan peningkatan daya adhesi antara aspal dan agregat. (Mohammad & Lina, 2007).

PET (*polyethylene terephthalate*) merupakan plastik memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, transparan, bersifat tidak beracun, dan tidak terpengaruh pada rasa dan permeabilitas yang dapat diabaikan untuk karbon dioksida. Plastik PET memiliki kekuatan tarik dan kekuatan *impact* yang sangat baik,

begitu juga dengan ketahanan kimia, *clarity*, *processability*, kemampuan warna dan stabilitas termalnya (Irvan, 2016).

PU (*polyurethane*) adalah jenis material insulasi berbentuk busa yang di dalamnya mengandung gas. Gas pada umumnya merupakan penghantar kalor yang paling buruk. Oleh sebab itu, pemilihan jenis material ini sebagai insulasi merupakan alternatif yang cukup baik. Busa polyurethane tersebut dinamakan sebagai busa polimer. Busa polimer disebut juga polimer seluler, plastik seluler, atau polimer mengembang atau muai adalah sistem bahan multifasa (komposit) yang terdiri atas matriks polimer dan suatu fasa zahir (biasanya gas). Insulasi *polyurethane* yang baik harus memiliki densitas material $\rho \geq 30 \text{ kg/m}^3$, dengan jumlah sel tertutup tidak kurang dari 90%. Densitas merupakan parameter yang paling penting untuk mengendalikan sifat mekanik dan termal dari busa sel tertutup (Wilma, 2014).

2.1.2.5 Densitas Jenis Polimer Plastik

Plastik adalah salah satu bahan pengemas yang saat ini mendominasi penggunaannya dibandingkan dengan kaleng dan gelas. Plastik dibentuk melalui proses polimerasi dan memiliki keunggulan karena bersifat kuat, ringan, *inert*, tidak berkarat dan bersifat termoplastik (heat seal) serta dapat diberi warna. Plastik merupakan polimer sintesis yang bersifat sulit terurai di alam. Untuk dapat terurai dengan sempurna dibutuhkan waktu yang sangat lama hingga ratusan tahun (Nasution, 2015). Komponen utama dari plastik adalah polimer sintesis dan komposisi dari plastik tergantung dari penggunaan. Plastik film untuk bahan pengemas, sebagian besar terdiri dari low-density polyethylene. Polyethylene terephthalate (PET) adalah komponen utama dari botol plastik. Serat tekstil mengandung polyester yang tinggi dan

akan diberi tambahan yang mengandung polimer akrilik. Polyethylene sejauh ini merupakan polimer sintesis yang paling banyak diproduksi yaitu lebih dari 40% produksi plastik (Hollmanet al., 2013).

Tabel 2.2. Densitas Jenis Polimer Plastik Matrix

Densitas	(g/cm ³)
Polyethylene (PE)	0,93-0,98
Polypropylene (PP)	0,89-0,91
Polystyrene (PS)	1,04-1,11
Polyvinylchloride (PVC)	1,20-1,45
Polyamide (PA)	1,13-1,5
Polyethylene terephthalate (PET)	1,38-1,39
Polyvinyl Alcohol (PVA)	1,19-1,35

Sumber : Crawford and Quinn, 2017

Penggunaan dan produksi plastik yang kian meningkat akan menimbulkan penumpukan sampah plastik yang akan menimbulkan masalah serius pada lingkungan laut ketika tidak ada penanganan atau *recycled* (Avio *et al.*, 2016). Sampah plastik dapat menyebabkan fragmentasi dan menjadi partikel yang lebih kecil yang dapat tertelan oleh organisme invertebrata di laut. Negara China merupakan negara pertama di dunia yang menyumbangkan sampah plastik di laut yaitu 1,32-3,53 juta metrik ton/tahun, sedangkan Indonesia menempati posisi kedua dengan jumlah sampah plastik di laut mencapai 0,48-1,29 juta metrik ton/tahun (Jambeck *et al.*, 2015).

2.2 Mikroplastik di Perairan

Terkait mikroplastik dalam perairan, baik akumulasi dan pengaruhnya, kontaminasi plastik di perairan tawar dan daratan jauh lebih sedikit dibandingkan di wilayah laut (Thompson, 2009). Hingga saat ini, distribusi mikroplastik di perairan tawar belum diketahui secara pasti. Bahkan pendataan jumlah sampah plastik berukuran besar (fragmen berukuran lebih dari 5 mm) baru tercatat di beberapa danau dan sungai. Dalam beberapa tahun terakhir telah dilakukan identifikasi mikroplastik di berbagai perairan tawar di beberapa belahan dunia.

2.2.1 Faktor yang mempengaruhi jumlah mikroplastik di lingkungan

Sejumlah faktor telah diperkirakan sebagai penyebab banyaknya mikroplastik yang ada di lingkungan perairan tawar. Beberapa di antaranya adalah perbandingan populasi manusia dibandingkan dengan jumlah sumber air, letak pusat perkotaan, waktu tinggal air, ukuran sumber air, jenis pengolahan limbah, dan jumlah saluran pembuangan (Moore, 2011).

Para peneliti mengatakan bahwa jumlah partikel pelagis tinggi ditemukan dalam danau-danau dengan populasi manusia yang rendah akibat waktu tinggal air yang tinggi dan ukuran danau yang besar. Mereka juga mengatakan bahwa pola tersebut juga menjelaskan alasan danau-danau yang lebih besar mengandung lebih sedikit mikroplastik pelagis (Eriksen, 2013) bila dibandingkan dengan danau yang ukurannya lebih kecil partikelnya lebih tinggi (Faure, 2012). Di sisi lain, kehadiran mikroplastik dapat dihubungkan dengan densitas pengolahan limbah, para peneliti memprediksi bahwa banyaknya plastik yang dimanfaatkan untuk suatu produk tertentu dapat dikaitkan dengan jumlah limbah mikroplastik yang tidak dapat ditangkap oleh

fasilitas pengolahan limbah sehingga mengapung di perairan (Eriksen, 2013). Konsentrasinya juga mungkin bervariasi tergantung kedekatan fasilitas pengolahan air limbah dengan wilayah tersebut.

2.2.2 Faktor Penyebaran Mikroplastik

Proses distribusi mikroplastik di wilayah laut juga masih belum diketahui secara menyeluruh, namun intinya adalah adanya dorongan eksternal yang menyebabkan pergerakan mikroplastik. Pendekatan kuantitatif dan pemodelan menunjukkan peran dorongan fisik yang mempengaruhi transportasi dan pemencaran partikel dalam rentang skala spasial. Sebuah pengamatan menunjukkan dorongan berskala besar seperti angin mendorong arus permukaan dan sirkulasi geostropik mendorong pola pemencaran partikel (Law, 2010).

Sementara itu, dalam skala yang lebih kecil, percobaan dan bukti lapangan menunjukkan angin menyebabkan turbulensi yang berpengaruh pada posisi vertikal dari partikel neustonik partikel, sedangkan model-model menunjukkan aliran turbulen, dari gelombang atau ombak, dapat mengakibatkan resuspensi dari partikel bentik (Ballent, 2012).

Dorongan fisika bahkan memainkan peran di posisi partikel dalam sedimen laut. Sebuah evaluasi dari posisi tiga dimensi partikel di sedimen laut Santo Bay, Brazil, membuktikan bahwa deposisi partikel mungkin berkaitan dengan energi oseanografi yang tinggi seperti badai laut (Turra, 2014).

Dorongan eksternal yang menyebabkan pemencaran berinteraksi dengan sifat-sifat partikel itu sendiri seperti densitas, bentuk, dan ukuran, serta properti lingkungan lainnya seperti densitas air laut, topografi dasar laut, dan tekanan. Densitas

partikel seringkali muncul sebagai faktor yang mempengaruhi transportasi dan pemencaran dalam studi kelautan (Ballent, 2012). Plastik yang umum digunakan berada pada rentang densitas 0,85 hingga 1,41 g/mL, misalnya polipropilen dan polietilen (LDPE, HDPE) memiliki densitas <1 g/mL, sementara polistiren, nilon 6, polivinil klorida (PVC), dan polietilen tereftalat (PET) memiliki densitas > 1 g/mL. Karena rentang ini mencakup material mulai dari densitas yang lebih rendah hingga lebih tinggi dari air, mikroplastik dapat didistribusikan melalui kolom air. Oleh karena itu, densitas partikel dapat menentukan apakah partikel tersebut akan melalui rute pelagik atau bentik. Plastik berdensitas rendah umumnya akan menempati permukaan dan lingkungan neustonik, sedangkan yang berdensitas tinggi ditemukan di kedalaman bentik (Law, 2010).

2.3 Perilaku Fisik dan Kimia Mikroplastik

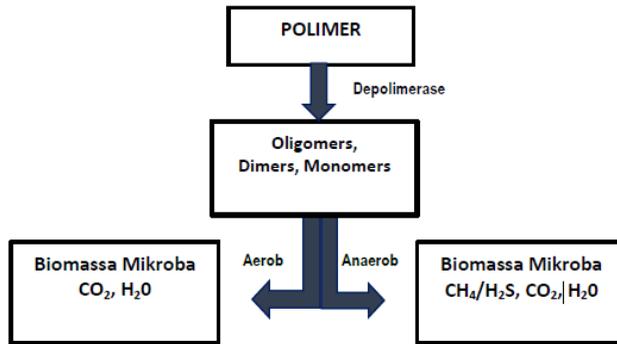
Mikroplastik dapat mengapung atau tenggelam karena berat massa jenis mikroplastik lebih ringan daripada air laut seperti polypropylene yang akan mengapung dan menyebar luas di lautan. Mikroplastik lainnya seperti akrilik lebih padat daripada air laut dan kemungkinan besar terakumulasi di dasar laut, yang berarti bahwa sejumlah besar mikroplastik pada akhirnya dapat terakumulasi di laut dalam dan akhirnya akan mengganggu rantai makanan di perairan (Seltenrich, 2015).

Degradasi adalah proses yang melibatkan perubahan fisik atau kimia dalam polimer akibat faktor lingkungan seperti cahaya, panas, kondisi kimia atau aktivitas biologis (Tarr, 2003), sedangkan biodegradasi menurut Das dan Dash (2014) adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh mikroorganisme terutama oleh bakteri. Melalui proses biodegradasi, bahan-bahan organik

dapat terdegradasi secara aerobik dan anaerobik. Beberapa mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan actinomycetes memiliki kemampuan untuk mendegradasi plastik sintesis secara alami (biodegradasi). Umumnya, terpotongnya rantai polimer menjadi monomer memerlukan beberapa mikroorganisme yang berbeda, misalnya suatu bakteri mampu memecah polimer menjadi monomer, bakteri lain mampu menggunakan monomer dan mengeluarkan senyawa yang lebih sederhana. Bakteri lain bahkan dapat menggunakan senyawa yang diekskresikan tersebut (Hari dan Neale, 2002).

Pada umumnya hasil proses degradasi menyebabkan perubahan sifat polimer seperti menghasilkan potongan ikatan polimer, transformasi atau terbentuknya ikatan struktur kimia baru. Menurut Premraj dan Doble (2005), degradasi polimer dapat terjadi pada kondisi aerob dan anaerob. Pada kondisi aerob, produk degradasi yang dihasilkan adalah karbondioksida dan air, sedangkan degradasi pada kondisi anaerob dihasilkan karbondioksida, air dan metana atau H₂S.

Gambar 2.5 Mekanisme yang terjadi seperti terlihat pada gambar berikut:



Pada proses ini, mikroorganisme tidak dapat mengangkut polimer langsung dari membran sel luarnya ke dalam sel, hal ini disebabkan sebagian besar proses biokimia terjadi karena kurangnya air dan molekul polimer yang panjang. Mikroba mengekskresikan enzim ekstraseluler yang mendepolimerisasi polimer di luar sel. Enzim depolimerase ekstraseluler dan intraseluler secara aktif terlibat dalam degradasi polimer secara biologi (Mohan and Srivastava, 2010).

Degradasi oleh mikroba adalah salah satu strategi utama yang digunakan untuk bioremediasi senyawa organik. Keberlangsungan proses bioremediasi tergantung pada potensi degradasi dan transformasi mikroorganisme. Keunikan metode bioremediasi adalah karena faktanya dapat menghilangkan pencemar dari lingkungan alam atau mengurangi polutan menggunakan komunitas mikroba indigenous yang tersedia di alam. Menurut Shah dkk., (2008) dan Ghosh dkk (2013), penelitian mengenai degradasi oleh mikroba terhadap polimer sintesis yaitu plastik sudah banyak dilakukan antara lain:

- Degradasi polietilen oleh bakteri termofilik yaitu *Brevibacillus borstelensis* (Hadad dkk., 2005).
- Polihidroksialkanoat (PHA), proses depolimerase oleh bakteri *Pseudomonas stutzeri*, *Alcaligenes faecalis* dan *Streptomyces* sp. (Shimao, 2001; Ghosh dkk., 2013; Mabrouk dan Sabry, 2001; Kato, 1997).
- Polycaprolactone (PCL) adalah poliester sintetis yang mudah terdegradasi oleh mikroorganisme, diantaranya bakteri *Alcaligenes faecalis* (Oda dkk., 1997) dan *Clostridium botulinum* (Ghosh dkk., 2013).
- Polylactic acid (PLA) adalah polimer yang sering digunakan dalam plastik *biodegradable*; dan dapat didegradasi oleh bakteri termofilik *Bacillus brevis* (Tomita dkk., 1999).
- Polivinil klorida (PVC) terdegradasi oleh bakteri *Pseudomonas putida* (Anthony dkk., 2004).

2.4 Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan

Dampak mikroplastik pada biota di perairan yaitu berpotensi menyebabkan kerugian tambahan. Masuknya mikroplastik dalam tubuh biota dapat merusak saluran pencernaan, mengurangi tingkat pertumbuhan, menghambat produksi enzim, menurunkan kadar hormon steroid, mempengaruhi reproduksi, dan dapat menyebabkan paparan aditif plastik lebih besar sifat toksik (Wright *et al.*, 2013). Dampak kontaminasi sampah plastik pada kehidupan di laut dipengaruhi oleh ukuran sampah tersebut. Sampah plastik yang berukuran kecil, seperti benang pancing dan jaring, yang mengganggu sistem fungsi organ pada organisme (Moos *et al.*, 2012).

Sampah plastik yang lebih kecil, seperti tutup botol, korek api, dan pelet plastik dapat tertelan oleh organisme perairan dan menyebabkan penyumbatan usus serta potensi keracunan bahan kimia. Sementara itu, mikroplastik dapat tercerna bahkan tertelan oleh organisme terkecil di habitat tersebut dan menimbulkan dampak yang serius. Hewan laut yang menelan mikroplastik termasuk organisme bentik dan pelagis, yang memiliki variasi strategi makan dan menempati tingkat trofik yang berbeda. Invertebrata laut bentik yang menelan mikroplastik, termasuk teripang, kerang, lobster, amphipods, lugworms, dan teritip. Beberapa invertebrata bahkan lebih memilih partikel plastik, teripang dari habitat bentik menelan fragmen plastik dalam jumlah yang tidak proporsional berdasarkan rasio tertentu plastik dengan pasir (Moos *et al.*, 2012).

Dalam habitat pelagis laut, mikroplastik tertelan oleh berbagai taksa zooplankton dan oleh ikan dewasa serta larva ikan. Penyelidikan air tawar pertama masuknya plastik pada biota menunjukkan bahwa hewan-hewan dari beragam habitat, rantai makanan, dan level trofik yang berbeda menelan mikroplastik. Bahkan pada tingkat organisme paling dasar, beragam komunitas mikroba yang termasuk heterotrof, autotrof, predator, dan simbiosis, terkontaminasi mikroplastik (Zettler, 2013). Karena ukuran, komposisi kimia, dan sifat fisiknya, mikro atau nanoplastik sangat berpotensi dapat mempengaruhi organisme air dan kesehatan manusia.

Efek samping dari mikroplastik dapat terjadi dari kombinasi toksisitas intrinsik plastik (kerusakan fisik), komposisi kimia (unit monomer dan aditif), dan kemampuan untuk menyerap, berkonsentrasi, dan melepaskan polutan lingkungan (Browne, 2008).

Selain itu mikroplastik dapat berfungsi sebagai faktor patogen, berpotensi membawa spesies mikroba ke perairan, mikroplastik yang telah mengkontaminasi biota diberbagai tingkat trofik, ada kekhawatiran bahwa puing-puing dari plastik atau bahan kimia yang teradopsi dapat berakumulasi di tingkat tropik yang lebih rendah. Selanjutnya organism tingkat trofik yang lebih rendah dikonsumsi, biomagnifikasi berpotensi terjadi pada tingkat trofik yang lebih tinggi, ini akan mempengaruhi kesehatan manusia (Rochman *et al.*, 2015).

2.5 Kontaminasi Mikroplastik di Lingkungan Air Tawar dan Laut

Menjadi perhatian karena distribusi mereka di mana-mana dan risiko potensial terhadap organisme hidup akuatik. Terjadinya mikroplastik telah dilaporkan di berbagai kompartemen air, termasuk air permukaan, kolom air dari kedalaman yang berbeda, sedimen benthik, dan bahkan inti es dari daerah kutub. Mikroplastik hadir di lingkungan perairan dapat sangat bervariasi diwarnanya, menunjukkan sumber mereka yang beragam. Misalnya, serat transparan mungkin berasal dari kerusakan pancing atau jaring, saat diwarnai partikel lebih mungkin berasal dari abrasi atau fragmentasi beberapa komoditas plastik, seperti pakaian dan kemasan (Abidli *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2017).

Bentuk mikroplastik yang paling sering muncul di perairan global adalah serat plastik dan fragmen, yang terutama dihasilkan oleh fragmentasi puing-puing plastik besar (Dai *et al.*, 2018; Eriksen *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2018). Dievaluasi ada sekitar 5 triliun keping puing plastik yang mengapung di laut, dengan > 90% adalah mikroplastik sekunder yang berasal dari fragmentasi

(Eriksen et al., 2014). Ini menunjukkan bahwa mikroplastik di lingkungan akuatik terutama berasal dari sekunder sumber. Jenis polimer utama dari plastik termasuk polietilen, polypropylene, polystyrene, polyester, dan polyvinyl klorida, yang sesuai dengan produksi massal dan luas penggunaan polimer ini di seluruh dunia (Horton et al., 2017; Obbard et al., 2014; Plastik Eropa, 2018).

Kurangnya strategi pengelolaan limbah akan meningkatkan kemungkinan bahan polimer ini berakhir di lingkungan perairan. Memperhatikan keberlanjutan masuknya barang-barang plastik dan fragmentasi turunan menjadi puing-puing, maka jumlah mikroplastik di lingkungan akuatik akan terus meningkat (Barnes et al., 2009; Eriksen et al., 2014). Masuknya plastik ke dalam air terutama didorong oleh kegiatan antropogenik. Diperkirakan bahwa satu mesin pencuci pakaian dapat menghasilkan > 1900 serat mikroplastik ke dalam air limbah domestik (Browne et al., 2011).

Konsentrasi *microbeads* dalam scrub wajah bisa mencapai 50391 partikel/Gr dan biasanya sekali pakai scrub wajah bisa melepaskan 10.000-100.000 primer mikroplastik ke dalam sistem pembuangan limbah domestik (Cheung dan Fok, 2017). Meskipun instalasi pengolahan air limbah modern (IPAL) mampu menghilangkan proporsi besar plastik dari *final effluent*, masih ada sejumlah besar plastik yang keluar dari sistem pembuangan limbah dan masuk ke perairan penerima (Carr et al., 2016; Murphy et al., 2016).

2.6 Penyerapan Mikroplastik oleh Ikan di Lingkungan Alami

Konsumsi mikroplastik oleh ikan dari air tawar dan terutama lingkungan laut telah banyak didokumentasikan. Sebagian besar bukti tentang konsumsi mikroplastik oleh spesies ikan berasal dari analisis isi saluran pencernaan ikan. Ikan-ikan yang dilaporkan terkontaminasi mikroplastik melibatkan berbagai spesies dan menempati berbagai habitat lingkungan akuatik di Indonesia.

Mikroplastik yang terdeteksi pada ikan tangkapan liar ini juga menunjukkan perbedaan besar dalam warna, bentuk, dan tipe polimer. Serat dan fragmen adalah bentuk mikroplastik yang paling sering terdeteksi dalam ikan, yang sesuai dengan dominasi mereka di perairan global (Alomar dan Deudero, 2017; Boerger et al., 2010; Lusher et al., 2016; Wang et al., 2017). Polyethylene, polypropylene, poliester, dan polistirena, sebagai polimer yang paling banyak diproduksi di sekitar dunia (Plastics Europe, 2018), juga sering hadir dalam pencernaan ikan (Rummel et al., 2016; Tanaka dan Takada, 2016).

Penyerapan mikroplastik oleh ikan dapat terjadi secara langsung karena kesalahan mikroplastik terkait pemangsa alami atau secara tidak langsung melalui konsumsi organisme lain yang mengandung mikroplastik (Batel et al., 2016; Romeo et al., 2015). Misalnya, mikroplastik sangat banyak ditemui di perut blackmouth catshark (*Galeus melastomus*) dari Laut Mediterania, yang dapat dikaitkan dengan bioakumulasi dari mangsanya yang telah terkontaminasi dengan plastik (Alomar dan Deudero, 2017). Setelah tertelan, mikroplastik paling banyak disimpan dalam sistem pencernaan ikan, termasuk lambung dan usus (Wright and

Kelly, 2017). Selain itu, plastik juga bisa melekat pada kulit ikan atau ditemui jaringan lain, seperti insang, hati, dan otot (Abbasi et al., 2018; Su et al., 2018). Telah didokumentasikan juga bahwa partikel-partikel plastik yang sangat halus dapat berpindah ke tempat sel-sel hidup melalui sistem peredaran darah atau limfatik sehingga terdispersi ke hampir seluruh jaringan (Wright dan Kelly, 2017).

2.7 Efek Ekotoksikologis Mikroplastik pada Ikan

Sampai saat ini, penelitian yang menargetkan efek mikroplastik pada ikan sudah dilakukan pada skala laboratorium. Ikan terlibat dalam beberapa variasi paparan mikroplastik, dengan mayoritas dari lingkungan laut. Setelah tertelan, mikroplastik bisa menumpuk di saluran pencernaan ikan, menyebabkan penyumbatan seluruh sistem pencernaan dan akan mengurangi makan karena kekenyangan (Lusher et al., 2013; Wright et al., 2013).

Mikroplastik juga bias tertelan dan menyebabkan kerusakan struktural dan fungsional di saluran cerna traktat, yang pada gilirannya akan menyebabkan malnutrisi dan memperlambat pertumbuhan ikan (Jabeen et al., 2018; Peda et al., 2016). Dalam sebuah studi dengan *Jacopever (Sebasteschlegelii)*, Yin et al. (2018) melaporkan bahwa setelah terpapar hingga 106 partikel/L polistiren, tingkat penambahan berat, pertumbuhan spesifik, dan energi kotor dari ikan masing-masing menurun sebesar 65,4%, 65,9%, dan 9,5% secara relatif terhadap kelompok kontrol. Mikroplastik yang tertelan juga dapat menginduksi respon inflamasi pada ikan (Lu et al., 2016), mengubah profil metabolisme (Lu et al., 2016; Mattsson et al., 2014), dan / atau

mengganggu sistem kekebalan tubuh bawaan mereka (Greven et al., 2016).

Selain itu, partikel plastik yang sangat halus dapat pindah ke organ ikan lain, seperti hati, dan akibatnya membawa kerusakan pada organ tersebut (Lu et al., 2016; Yin et al., 2018). Bioassay laboratorium yang ada sebagian besar menggambarkan fakta bahwa paparan mikroplastik dikaitkan dengan berbagai dampak ekotoksikologis terhadap ikan.

Namun, karena sebagian besar efek sebelumnya studinya dilakukan dalam laboratorium, efektivitas pengujian toksisitas di lingkungan biasanya dipertanyakan (Karami, 2017). Contohnya, sebagian besar studi hanya menggunakan satu jenis mikroplastik untuk paparan, sementara di lingkungan akuatik alami, mikroplastik ada sebagai campuran; meskipun serat adalah bentuk dominan dari tipe mikroplastik, sementara sebagian besar studi memilih *microbeads* dalam paparan percobaan; beberapa penelitian mengekspos ikan pada lingkungan yang tidak realistis terkait konsentrasi mikroplastik.

Selain itu, dampak dari karakteristik morfologi mikroplastik pada selektivitas makan ikan kurang dipertimbangkan. Di lingkungan alami, luas permukaannya besar dan hidrofobitas memungkinkan mikroplastik menumpuk bahan kimia berbahaya (misal kontaminan organik hidrofobik dan logam berat) hingga konsentrasi secara signifikan lebih tinggi dari itu dalam matriks ambien (Holmes et al., 2012; Mato et al., 2001).

Selain itu pula, untuk meningkatkan polimer sifat, plastik biasanya diproduksi dan ditambahkan beberapa aditif, seperti eter difenil polibrominasi, nonylphenol, bisphenol A, dan triclosan, yang sebagian besar bersifat *nocuous* setelah keluar (Hahladakis

et al., 2018). Efek toksik dapat terjadi ketika senyawa ini diperkenalkan ke dalam matriks biologis melalui konsumsi mikroplastik (Cole *et al.*, 2011).

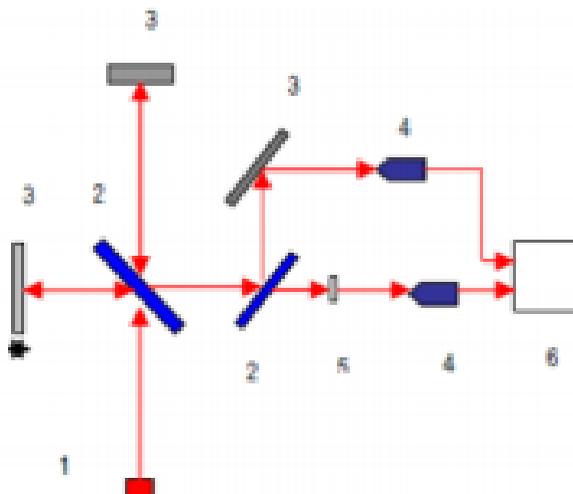
2.8 Jalur Masuk Mikroplastik pada Ikan

Mikroplastik memiliki dampak yang berbahaya bagi biota perairan. Mikroplastik dapat termakan oleh biota karena ukuran, bentuk, dan warnanya yang tidak mencolok (Schuyler *et al.* 2014) dan menyerupai pakan alami. Bahaya dari masuknya mikroplastik pada ikan yaitu mengganggu proses-proses pencernaan ataupun menghalangi proses penyerapan (Wright *et al.* 2013). Ryan *et al.* (2009) menyatakan bahwa kandungan mikroplastik yang masuk dalam saluran pencernaan ikan dapat menimbulkan rasa kenyang yang palsu, sehingga ikan mengalami penurunan nafsu makan.

Masalah yang akan timbul ketika ikan mengkonsumsi mikroplastik adalah *pseudo-satiation*, penyumbatan usus, gangguan endokrin melalui *plasticizer* yang larut, dan kontaminasi oleh polutan organik persisten yang menempel. Konsumsi plastik juga dipercaya dapat menimbulkan pengaruh negatif terhadap kondisi hewan atau organisme, dengan menyebabkan rasa kenyang yang salah atau menyebabkan penyumbatan internal pada saluran pencernaan (Barnes *et al.* 2009; Lithner *et al.* 2011). Hal ini akan berbahaya dan mempengaruhi trofik level selanjutnya. Apabila ikan yang telah terkontaminasi oleh plastik termakan manusia, maka dapat menyebabkan akumulasi bahan berbahaya dalam tubuh manusia.

2.9 Identifikasi Mikroplastik dengan Spektroskopi FT-IR

Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi inframerah dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, 2007). Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak (Chusnul, 2011). Selain itu, masing-masing kelompok fungsional menyerap sinar inframerah pada frekuensi yang unik. Skema dan alur alat Spektroskopi FT-IR dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.6 Skema alat spektroskopi FTIR.

(1) Sumb inframerah. (5) Sampel. (6) Display
 Sumber: Anam *et al.*, 2007; Silviah *et al.*, 2013.

Ketika cahaya melewati sampel, akan terjadi transmisi cahaya sehingga muncul spektrum inframerah. Kemudian terjadi pengukuran cahaya oleh detektor, dan cahaya yang masuk dibandingkan dengan intensitas cahaya tanpa sampel untuk mengukur panjang gelombangnya. Spektrum inframerah yang diterima akan diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}) (Anam, 2007). Dalam penelitian ini tidak akan dilakukan pengamatan sampel mikroplastik dengan menggunakan FTIR, tetapi lebih difokuskan pada data sekunder yang diperoleh melalui pengukuran oleh FTIR itu sendiri, untuk melakukan kategorisasi kimia polimer mikroplastik yang diperoleh.

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Teknis Penelitian

Penelitian dengan konsep studi literatur ini dilakukan pada bulan Mei – Juni 2020. Kegiatan penelusuran data jurnal dilakukan di Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, dengan menggunakan aksesibilitas situs internet yang terkoneksi dengan beberapa provider jurnal internasional yang kompeten diantaranya:

- <https://www.sciencedirect.com/>
- <https://www.tandfonline.com/>
- <https://link.springer.com/>
- <https://www.jstor.org/>

dan beberapa *link* jurnal nasional lainnya.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode studi literatur atau pustaka dengan cara pengumpulan data sekunder dari jurnal terpilih yang mempunyai kaitan dengan judul penelitian ini. Data tersebut akan ditelaah lebih lanjut untuk diperoleh suatu kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Rahmat, 2009 ; Anggito dan Setiawan, 2018).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Mikroplastik Pada Ikan Konsumsi di Dunia

Berdasarkan hasil kompilasi studi literatur, didapatkan 100 data ikan di Indonesia dan dunia. Data lengkap kompilasi studi literatur terlampir (Lampiran 1). Diantaranya Negara Indonesia, Kolombia, Meksiko, Spanyol, Taiwan, Bangladesh, Brazil, Cina, Chili, Yunani, Pesisir Panama, Ecuador, Peru & Chile, Inggris, Samudra Atlantik Timur Laut, dan Malaysia. Indonesia saat ini menjadi negara terbesar ke-2 di dunia yang membuang sampah plastik ke lautan (Jambeck *et al.*, 2015). Proses degradasi plastik sangat lama, partikel ini sangat tahan untuk periode waktu yang sangat lama di lingkungan laut. Plastik juga berpotensi menimbulkan dampak yang sangat besar dan dapat menyerap bahan kimia beracun seperti PBTs (*persistent, bioaccumulative and toxic substances*) dan POPs (*persistent organic pollutants*) (Barnes, 2009).

Mikroplastik yang ditemukan terdapat pada 24 ikan dari total 100 ikan. Partikel mikroplastik banyak ditemukan pada ikan *Johnius* sp dan *Trichius* sp dengan total 193 partikel (Ismail *et al.*, 2019). Sedangkan pada ikan *R.Kanagurta* dan *Sardinella lemuru* ditemukan 1 partikel (Karthik *et al.*, (2018) (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Jumlah Total Mikroplastik pada Ikan Konsumsi di Dunia

Spesies	Lokasi	Total MPs/Spesies	Referensi
<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Area fishing ground Bali	1	Karthik <i>et al.</i> , (2018)
<i>Sardinella lemuru</i>	Selat Bali	1	Coketal., (2019)
<i>Lutjanus</i> sp	Ancol	10	Dian (2016)
<i>Epinephelus</i> sp	Ancol	6	Dian (2016)
<i>Lutjanus</i> sp	Palabuhan ratu	18	Dian (2016)
<i>Epinephelus</i> sp	Palabuhan ratu	14	Dian (2016)
<i>Lutjanus</i> sp	Labuan	18	Dian (2016)
<i>Epinephelus</i> sp	Labuan	13	Dian (2016)
<i>Euthynnus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 1)	2	Fitra (2019)
<i>Euthynnus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 1)	3	Fitra (2019)
<i>Euthynnus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 1)	5	Fitra (2019)
<i>Sardinella lemuru</i>	Pulau Mandangin, Sampang (st 1)	5	Fitra (2019)

<i>Sardinella lemuru</i>	Pulau Mandangin, Sampang (st 1)	5	Fitra (2019)
<i>Sardinella lemuru</i>	Pulau Mandangin, Sampang (st 1)	3	Fitra (2019)
<i>Epinephelus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	3	Fitra (2019)
<i>Epinephelus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	1	Fitra (2019)
<i>Epinephelus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	3	Fitra (2019)
<i>Nemiptenus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	1	Fitra (2019)
<i>Nemiptenus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	4	Fitra (2019)
<i>Nemiptenus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	6	Fitra (2019)
<i>Johnius</i> sp	Teluk Pangandaran	Total Jumlah Partikel 193	Ismail <i>et al.</i> , (2019)
<i>Trichiurus</i> sp	Teluk Pangandaran		Ismail <i>et al.</i> , (2019)
<i>Dicentrarchus labrax</i>	NA	2.5	Barboza <i>et al.</i> (2020)

<i>Eleutheronema tridactylum</i>	NA	10	Karbalei <i>et al.</i> (2019)
----------------------------------	----	----	-------------------------------

Salah satu jalur masuknya mikroplastik ke lingkungan laut yaitu melalui sungai (Stolte *et al.*, 2015) yang berasal dari kegiatan masyarakat sekitar sungai. Beberapa penelitian sudah menemukan kandungan mikroplastik di daerah aliran sungai dan di sepanjang garis pantai, ditemukan kandungan mikroplastik pada ikan-ikan muara di setiap fase kehidupannya (Possatto *et al.*, 2011; Dantas *et al.*, 2012). Keberadaan mikroplastik ini dapat dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia dari mikroplastik, seperti tipe, warna, ukuran dan komposisi kimia (Wright *et al.*, 2013). Selain itu, lokasi dengan padat penduduk yang tinggi dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik menjadi lebih besar.

Berdasarkan hasil dari penelitian Karthik *et al.*, (2018), didapatkan jumlah kelimpahan mikroplastik dari lemuru protolan yaitu sebanyak 1 partikel/ikan. Menurut Lagler (1974), pola kebiasaan makan ikan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya umur, ukuran, waktu serta faktor lingkungan yang mempengaruhi ketersediaan pakan alami.

Ditemukannya mikroplastik dalam saluran pencernaan ikan lemuru protolan dapat disebabkan karena adanya beberapa faktor. Faktor utamanya yaitu adanya sampah sisa-sisa alat tangkap seperti pancing atau jaring yang digunakan nelayan dalam melakukan aktivitas menangkap ikan di perairan Selat Bali. Hal ini diduga menyebabkan partikel mikroplastik jenis fiber menjadi jenis terbanyak yang ditemukan dalam saluran pencernaan ikan lemuru pada penelitian ini. Selain itu, kain sintetis dari limbah rumah tangga (hasil proses pencucian) juga merupakan sumber tambahan dari mikroplastik, yang dapat melepas sebanyak 1900 serat per garmen (Browne *et al.*, 2011).

Menurut Burhanuddin dan Praseno (1982), ikan lemuru tergolong jenis ikan pemakan penyaring (*filter feeder*) dengan makanan utama berupa fitoplankton dan zooplankton. Hal ini juga mendukung keberadaan mikroplastik dalam saluran pencernaannya. Bentuk dan ukuran mikroplastik yang mirip dengan fitoplankton dan zooplankton tersebut memungkinkan ikan lemuru tidak sengaja menelan mikroplastik. Adapun hal-hal yang mempengaruhi persebaran mikroplastik yaitu adanya faktor alam seperti pasang surut air atau adanya arus laut sehingga partikel akan terbawa oleh arus yang ada, serta sebaran partikel cemaran yang tidak merata pada lingkungan tersebut. Mikroplastik dapat bersifat menyerap racun yang dihasilkan dari bahan-bahan kimia yang ada pada air laut serta lingkungan sekitarnya dan dapat ditransfer ke dalam rantai makanan secara tidak langsung (Avio *et al.*, 2016). Hal ini juga dapat memberikan dampak yang buruk bagi manusia yang mengonsumsi ikan tanpa melalui proses pembersihan terlebih dahulu dan dapat memberikan dampak yang buruk pada rantai makanan secara berurutan. Biota yang mengonsumsi mikroplastik dalam jangka waktu yang lama akan mengalami kematian karena partikel tidak dapat dicerna dalam tubuh biota (Browne *et al.*, 2008).

Efek samping dari mikroplastik juga dapat terbentuk karena adanya kombinasi toksisitas intrinsik pada plastik. Mikroplastik berfungsi sebagai salah satu vektor patogen yang memiliki potensi cukup besar dalam membawa mikroba (Zettler *et al.*, 2013). Adanya akumulasi mikroplastik pada sedimen juga dapat menjadikan biota yang ada dalam lokasi tersebut mengonsumsi mikroplastik secara langsung, dan jika manusia mengonsumsi biota yang terkontaminasi maka mikroplastik juga akan masuk ke dalam tubuh manusia (Rochman *et al.*, 2015). Semakin tinggi jumlah mikroplastik yang tertelan oleh individu,

semakin besar kemungkinan partikel tersebut menimbulkan beberapa gangguan, seperti berkurangnya kapasitas makan sehingga pertumbuhan organisme terhambat, retensi mikroplastik dalam sistem pencernaan organisme yang dapat berdampak buruk melalui perforasi usus atau dengan memberikan organisme rasa kenyang palsu sehingga dapat mengurangi aktivitas makan dan asupan nutrisi (Murray and Cowie, 2011; Watts *et al*, 2015; Horton *et al*, 2018; Walkinshaw *et al*, 2020).

4.2 Habitat dan Kebiasaan Makan Ikan Konsumsi Dunia yang Ditemukan

4.2.1 Habitat Ikan

Habitat ikan dapat digolongkan menjadi ikan pelagis dan ikan demersal. Ikan pelagis adalah kelompok ikan besar yang *schooling* di dalam kehidupannya. Ikan pelagis mempunyai sifat berenang bebas dengan melakukan migrasi secara vertikal maupun horizontal mendekati permukaan dengan ukuran tubuh relatif kecil (Alfa *et. al.*, 2015). Ikan demersal adalah jenis ikan laut yang sebagian besar hidup di dasar perairan. Ikan demersal mempunyai ciri-ciri yaitu gerombolan yang tidak terlalu besar, gerakannya relatif rendah (Tri E, 2007). Alat tangkap yang dioperasikan untuk menangkap ikan demersal harus mencapai dasar perairan. Jenis-jenis ikan demersal diantaranya yaitu ikan kakap (*Lutjanidae*), kerapu (*Serannidae*), lencam (*Lethrinidae*), bawal (*Formionidae*) (Widjamiko, 2010).

Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh ikan demersal yang bersifat karnivora diduga karena beberapa kemungkinan yaitu, mangsa ikan karnivor telah memakan mikroplastik sebelumnya dan yang kedua pada saat memangsa, dasar permukaan sedimen yang mengandung mikroplastik ikut teraduk, sehingga mikroplastik turut termakan. Apabila partikel plastik

terakumulasi dalam jumlah yang besar dalam tubuh ikan, maka mikroplastik itu bias menyumbat saluran pencernaan ikan (Browne *et. al.*, 2013). Akumulasi sampah pada saluran pencernaan dapat menimbulkan rasa kenyang yang palsu. Hal ini mengakibatkan ikan mengalami penurunan nafsu makan (Ryan, 1988). Ukurannya yang kecil mikroplastik tidak sengaja tercerna oleh berbagai organisme laut. Lusher et al. (2013) melaporkan dari 504 ikan demersal dan ikan pelagis, sekitar 36.5% diantaranya ditemukan mikroplastik dalam saluran pencernaannya. Ikan demersal adalah jenis ikan yang sebagian besar masa kehidupannya berada di dasar atau dekat dasar perairan (Ernawati 2007).

Dari hasil kompilasi studi literatur yang didapatkan dapat diinformasikan keberagaman habitat ikan terdiri dari 5 habitat, yaitu demersal, reef associated, pelagis-neritic, pelagis dan benthopelagis. Mikroplastik yang ada pada ikan pelagis dipengaruhi jenis yang dikonsumsi ikan tersebut menurut Deundaro dan Alomar (2015) bahwasannya ikan-ikan pelagis, lebih selektif memilih sesuatu yang dikonsumsi. Ikan pelagis jenis lemuru lebih dominan mengkonsumsi fitoplankton dan zooplankton.

Berdasarkan habitat ikan dalam hasil penelitian studi literatur, dapat dikemukakan bahwa komunitas ikan menempati semua relung habitat atau kolom perairan Indonesia dan dunia, mulai dari daerah pelagis, benthopelagis, dan dasar perairan. Ikan yang diteliti dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok ekologis berdasarkan analisis eko-tipe yakni ikan pelagis, pelagis-neritic atau bento-pelagis dan demersal. Komunitas ikan demersal mendominasi komunitas ikan yang diteliti, lalu diikuti oleh ikan benthopelagis dan pelagis.

Kondisi yang berbeda ditemukan di perairan estuari bahwa ikan bentopelagis (pelagis-neritic) lebih dominan dibandingkan ikan demersal dan pelagis (Hajisamae *et al.*, 2006). Ikan pelagis memiliki sifat yang berbeda dengan ikan-ikan di dasar perairan yang lebih selektif terhadap mangsanya sehingga memungkinkan penolakan pada partikel yang bukan jenis makanannya, pada ikan ikan pelagis, seleksi partikel berhubungan dengan biometri mulut (lebar dan tinggi) bukaan mulut dibandingkan nutrisi dan kualitas mangsanya (Deudero dan Alomar, 2015).

4.2.2 Karakter Kebiasaan Makan Ikan

Karakter *feeding habit* ikan juga dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada saluran gastrointestinalnya, dimana kelimpahan mikroplastik pada ikan karnivora paling sedikit dibandingkan dengan ikan herbivora dan omnivora (Ismail *et al.*, 2018). Klasifikasi ikan berdasarkan kebiasaan makan umumnya dibagi menurut persentase maksimal tipe makanan yang ditemukan pada isi perut (Mookerjee *et al.* 1946). Das dan Moitra (1963) membagi ikan ke dalam herbivora pemakan bahan-bahan tanaman, karnivora pemakan hewan lainnya, dan omnivora pemakan satu atau lebih kelompok organisme (plankton, nekton, atau bentos, dan/atau detritus).

Tabel 4.2 Feeding Habit pada Ikan Konsumsi Dunia

Genus/Spesies	Feeding Habbit	Referensi
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Karnivor	<i>Fishbase</i>
<i>Epinephelus</i> sp	Karnivor	<i>Fishbase</i>
<i>Lutjanus</i> sp	Karnivor	<i>Fishbase</i>
<i>Nemiptenus</i> sp	Karnivor	<i>Fishbase</i>
<i>E.tridactylum</i>	Karnivor	<i>Fishbase</i>

<i>Euthynnus</i> sp	Karnivor-planktivor	<i>Fishbase</i>
<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Zooplankton	<i>Fishbase</i>
<i>Sardinella lemuru</i>	Omnivor	<i>Fishbase</i>
<i>Johnius</i> sp	Karnivor	<i>Fishbase</i>
<i>Trichiurus</i> sp	Karnivor	<i>Fishbase</i>

Hampir semua jenis plastik akan melayang ataupun mengapung dalam badan air. Hal ini akan menyebabkan plastik terkoyak-koyak dan terdegradasi oleh sinar matahari (fotodegradasi), oksidasi, dan abrasi mekanik membentuk partikel-partikel plastik (Thompson et al. 2009). Partikel plastik yang berukuran kecil ≤ 5 mm disebut mikroplastik (Thompson et al. 2004). Mikroplastik yang tersebar di lautan akan mengendap dan terbawa oleh arus ombak sehingga bercampur dengan pasir pantai. Hasil studi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa mikroplastik tersebar luas di lautan pada permukaan laut, pantai, maupun dasar laut (Lusher et al. 2013).

Hal ini menyebabkan mikroplastik juga ditemukan pada sedimen di seluruh dunia (Classens et al. 2013). Ikan kakap dan ikan kerapu merupakan salah satu jenis ikan demersal dan juga karnivora. Ikan kakap merupakan ikan yang memiliki habitat luas (Melianawati dan Aryati 2012). Menurut Indonesian Coral Reef Foundation (2004), kerapu termasuk jenis crepuscular, yang merupakan ikan yang aktif diantara waktu siang dan malam hari (twilight) dan umumnya adalah predator (Potts 1990).

Kebiasaan makan (feeding habit) ikan karnivora yang hidup di dasar perairan cenderung akan memakan mangsanya secara utuh. Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh ikan demersal yang bersifat karnivora diduga karena beberapa

kemungkinan yaitu, mangsa ikan karnivor telah memakan mikroplastik sebelumnya dan yang kedua pada saat memangsa, dasar pasir yang mengandung mikroplastik ikut teraduk, sehingga mikroplastik turut termakan. Apabila partikel plastik terakumulasi dalam jumlah yang besar dalam tubuh ikan, maka mikroplastik itu bisa menyumbat saluran pencernaan ikan (Browne et al. 2013), mengganggu proses-proses pencernaan ataupun menghalangi proses penyerapan (Wright et al. 2013). Selain itu, kandungan mikroplastik dalam saluran pencernaan dapat menimbulkan rasa kenyang yang palsu, sehingga ikan mengalami penurunan nafsu makan (Ryan 1988). Ada juga kekhawatiran bahwa mikroplastik dapat memfasilitasi transportasi kontaminan kimia (Hirai et al. 2011). Birk et al. (2016) juga melaporkan bahwa benda asing non makanan yang masuk ke saluran pencernaan bisa melukai dinding saluran pencernaan dan menjadi pembawa kontaminan organik maupun inorganik yang berbahaya (EFSA Contam Panel, 2016).

Menurut Burhanuddin dan Praseno (1982), ikan lemuru tergolong jenis ikan pemakan penyaring (*filter feeder*) dengan makanan utama berupa fitoplankton dan zooplankton. Hal ini juga mendukung keberadaan mikroplastik dalam saluran pencernaannya. Bentuk dan ukuran mikroplastik yang mirip dengan fitoplankton dan zooplankton tersebut memungkinkan ikan lemuru tidak sengaja menelan mikroplastik. Adapun hal-hal yang mempengaruhi persebaran mikroplastik yaitu adanya faktor alam seperti pasang surut air atau adanya arus laut sehingga partikel akan terbawa oleh arus yang ada, serta sebaran partikel cemaran yang tidak merata pada lingkungan tersebut.

Cole *et al* (2013) menjelaskan bahwa beberapa organisme laut seperti bivalvia, zooplankton, kerang, ikan, udang, tiram, serta paus telah menelan mikroplastik. Hal tersebut dapat

menimbulkan dampak negatif bagi organisme yang secara tidak langsung mengonsumsi partikel-partikel mikroplastik. Dampak negatif tersebut dapat berupa rendahnya tingkat pertumbuhan, produksi enzim yang tersumbat, komplikasi pada sistem reproduksi, serta stress secara patologis (Sutton *et al.*, 2016).

4.3 Karakteristik Visual Mikroplastik pada Ikan Konsumsi di Dunia

4.3.1 Warna Mikroplastik

Mikroplastik hadir dalam bermacam-macam kelompok yang sangat bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya (Eriksen *et al.*, 2013; Storck *et al.*, 2015).

Tabel 4.3 Ragam Warna Mikroplastik yang Ditemukan dari Hasil Kompilasi Literatur

Negara	Genus	Warna	Referensi
Indonesia	<i>Johniussp</i>	Merah, hitam, hijau dan biru	Ismail <i>et al.</i> , (2019)
Indonesia	<i>Trichiurus</i> sp	Merah, hitam, hijau dan biru	Ismail <i>et al.</i> , (2019)

Hasil dari kompilasi studi literatur yang didapatkan ditemukan empat warna dominan mikroplastik pada ikan konsumsi, yaitu warna merah, hitam, hijau dan biru pada sampel ikan *Johnius* sp dan ikan *Trichiurus* sp di Teluk Pangandaran, Indonesia (Ismail *et al.*, 2019).

Warna hitam mikroplastik dapat mengindikasikan banyaknya kontaminan yang terserap dalam mikroplastik dan partikel organik lainnya. Mikroplastik berwarna hitam pula memiliki kemampuan menyerap polutan yang tinggi, juga berpengaruh terhadap tekstur dari mikroplastik. Kebanyakan

mikroplastik ditemukan dengan warna pekat yang dapat digunakan sebagai identifikasi awal dari polimer *polyethylene* yang memiliki massa jenis rendah yang banyak terdapat di permukaan perairan. Polyethylene merupakan bahan utama penyusun sampah kantong dan wadah plastic (GESAMP 2015). Secara umum, warna pada mikroplastik yang ditemukan masih pekat yang berarti mikroplastik belum mengalami perubahan warna (discolouring) yang signifikan. Ditemukan juga mikroplastik dengan warna transparan. Mikroplastik berwarna transparan menjadi identifikasi awal dari jenis polimer *polypropylene* (PP). Polimer jenis ini termasuk salah satu polimer yang paling banyak ditemukan di perairan (Pedrotti et al. 2014). Warna transparan juga mengindikasikan lamanya mikroplastik tersebut mengalami fotodegradasi oleh sinar UV. Kelimpahan pada warna hitam dan putih dikontribusi oleh tipe fragmen yang lebih banyak ditemukan dalam warna hitam dan putih, sedangkan fiber cenderung beragam namun lebih dominan ditemukan dalam warna biru dan hitam. Hal ini diduga dapat dipengaruhi oleh warna asal dari mikroplastik maupun warna yang telah mengalami degradasi.

Mikroplastik dengan beragam warna pada fiber yang ditemukan pada penelitian ini maupun penelitian lainnya dapat disebabkan oleh warna asal dari mikroplastik misalnya warna biru, merah, dan hijau berasal dari benang pakaian hasil dari air sisa pencucian, sedangkan fiber dengan warna hitam diduga berasal dari rayon yang merupakan semi sintetik fiber yang terbuat dari selulosa dan sering ditemukan dalam sampel mikroplastik, namun untuk membedakan antara fiber sintetik dengan selulosa alami secara fisik sangat sulit, karena selain warna fiber ini memiliki struktur kimia yang mirip (Lusher et al.

2013; Sadri dan Thompson 2014; Lusher et al. 2014) sehingga perlu pengujian lanjut agar dapat memisahkan antara rayon ini dengan polyster dan nylon (Lusher et al. 2014). Warna hitam dan putih yang ditemukan pada fragmen dalam penelitian ini diduga berasal dari kantong plastik yang dibuang secara sembarangan, hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Hastuti (2014) di mangrove PIK pada beberapa stasiun pengambilan sampel berada di dekat muara sungai Kamal dan Cengkareng Drain dengan tipe makrodebris utama adalah kantong plastik (77%) yang umumnya menggunakan warna hitam dan putih. Menurut Moore (2008) fragmen mikroplastik berwarna putih dan ringan sulit untuk dibedakan dengan organisme plankton dan sangat melimpah di dekat permukaan perairan. Warna-warna dari mikroplastik yang menyerupai mangsa alami tersebut berpotensi untuk dikonsumsi oleh organisme perairan (Andrady 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Bellas et al. (2016) dan Lusher et al. (2013) menunjukkan bahwa warna yang sering ditemukan pada fiber di dalam saluran pencernaan ikan adalah hitam (51%) diikuti merah dan abu-abu, sedangkan dari hasil yang diperoleh oleh Rummel et al. (2016) warna dominan dari fragmen adalah putih dan transparan. Penelitian lainnya menemukan warna mikroplastik (tidak dipisahkan berdasarkan tipe) yang paling banyak ditemukan berupa warna putih, transparan dan biru (Boerger et al. 2010). Hasil yang berbeda pada masing-masing penelitian dapat disebabkan oleh perbedaan warna mikroplastik dominan yang ditemukan di masing-masing lingkungan perairan lokasi penelitian. Dalam penelitian ini, baik di lingkungan pelagis maupun demersal menunjukkan warna dominan untuk fiber adalah merah, hitam, biru dan hijau, sedangkan warna dominan untuk fragmen adalah putih dan hitam. Warna-warna dengan nilai

kelimpahan yang cukup tinggi ini, meningkatkan potensi termakannya mikroplastik oleh ikan (Nadal et al. 2016).

Penemuan mikroplastik dengan warna biru dan putih pada saluran pencernaan sampel ikan yang dianalisis dapat disebabkan oleh warna yang mirip dengan mangsa alami dari ikan tersebut. Pada ikan-ikan planktivora yang umumnya memangsa plankton (fitoplankton maupun zooplankton) ditemukan mikroplastik pada saluran pencernaannya disebabkan warna yang mirip dengan plankton yang umumnya berwarna putih, transparan dan biru (Boerger et al., 2010), sedangkan ikan-ikan pemakan udang cenderung salah dalam membedakan mangsa dan menelan mikroplastik dengan warna transparan dan tidak berwarna yang sama dengan warna udang (Nadal et al. 2016). Selain kesalahan terhadap identifikasi mangsa alami, secara tidak langsung mikroplastik dapat termakan oleh ikan karnivora pada tingkat level trofik lebih tinggi disebabkan memakan organisme fouling yang menempel pada plastik ataupun organisme-organisme yang sebelumnya memakan mikroplastik (Nadal et al., 2016).

4.3.2 Bentuk Mikroplastik

Tabel 4.4 Ragam Bentuk Mikroplastik dari Kompilasi Studi Literatur.

Genus/Spesies	Bentuk	Referensi
<i>R.kanagurta</i>	Fiber, fragmen,	Karthik et al., (2018)
<i>Sardinella lemuru</i>	Fiber	Cok et al., (2019)
<i>Euthynnus</i> sp	Film	Fitra (2019)
<i>Sardinella lemuru</i>	Film	Fitra (2019)
<i>Epinephelus</i> sp	Film & Fiber	Fitra (2019)
<i>Nemiptenus</i> sp	Film & Fiber	Fitra (2019)

<i>Scarusquoyi</i>	Fragmen 100%	Ismail et al., (2018)
<i>Chaetodon guttatissimus</i>	Fragmen 100%	Ismail et al., (2018)
<i>Priachantustayanus</i>	Fragmen 100%	Ismail et al., (2018)
<i>Valamugilseheli</i>	Fragmen 95%, Fiber 5%	Ismail et al., (2018)
<i>lutjanuslutjanus</i>	Fragmen 93,29%, Fiber 6,71%	Ismail et al., (2018)
<i>Lethrinusatkisoni</i>	Fragmen 99,39%, Fiber 0,61%	Ismail et al., (2018)
<i>Pletorhinchuschrysoaenia</i>	Fragmen 94,81%, Fiber 5,19%	Ismail et al., (2018)
<i>Epinephelus</i> sp	Fiber Dominan	Hapitasari (2016)
<i>Lutjanus</i> sp	Fiber Dominan	Hapitasari (2016)
<i>Johnius</i> sp	Fragmen 52,33%, Fiber 25,78%	Ismail et al., (2018)
<i>Trichiurus</i> sp	Fragmen 43,37%, Fiber 37,66%	Ismail et al., (2018)
<i>Sciadesprop</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Notariusbonillai</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Cathoropsmapale</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Trachelyopterusinsignis</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Cynoscionvirescens</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Tylosurusacus</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Caranx hippos</i>	Fragmen	Froese and Pauly (2019)
<i>Elopssaurus</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Epinephelusitajara</i>	Filamen	Froese and

		Pauly (2019)
<i>Caquetaiakraussii</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Diapterussp</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Trachinotusblochii</i>	Filamen	Froese and Pauly (2019)
<i>Centropomusundecimalis</i>	Film	Froese and Pauly (2019)
<i>Centropomuspectinatus</i>	Film	Froese and Pauly (2019)
<i>Centropomusensiferus</i>	Film	Froese and Pauly (2019)
<i>Megalops atlanticus</i>	Filament, film, foam, fragment	Froese and Pauly (2019)
<i>Mugil curema</i>	Filament, film, foam, fragment	Froese and Pauly (2019)
<i>Mugil liza</i>	Filament, film, foam, fragment	Froese and Pauly (2019)
<i>Mugil incilis</i>	Fragment, film, foam, filament	Froese and Pauly (2019)
<i>Eugerresplumieri</i>	Fragment, film, foam, filament	Froese and Pauly (2019)
<i>Caranx latus</i>	Filament, fragment	Froese and Pauly (2019)
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Filament, fragment	Froese and Pauly (2019)
<i>Megalops atlanticus</i>	Filament, fragment	Froese and Pauly (2019)
<i>Caranx hippos</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)
<i>Albulavulpes</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)
<i>Centropomuspectinatus</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)

<i>Conodonnobilis</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)
<i>Cynoscionarenarius</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)
<i>Brevoortia gunteri</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)
<i>Mugil curema</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)
<i>Mugil cephalus</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)
<i>Ariopsisfelis</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)
<i>Diapterus auratus</i>	Fiber	Sánchez-Hernández (2018)
<i>Mullussurmuletus</i>	Filamen	Alomar et al., (2017)
<i>Mugil</i> spp	Film, fiber, fragmen	Ferreira et al., (2020)
<i>Siganus</i> spp	Film, fiber, fragmen	Ferreira et al., (2020)
<i>Lutjanus</i> spp	Film, fiber, fragmen	Ferreira et al., (2020)
<i>Lethrinus</i> spp	Film, fiber, fragmen	Ferreira et al., (2020)
<i>Chanoschanos</i>	Film, fiber, fragmen	Ferreira et al., (2020)
<i>Harpadontranslucens</i>	Fragmen, Fiber	Ferreira et al., (2020)
<i>Harpadonnehereus</i>	Fragmen, Fiber	Ferreira et al., (2020)
<i>Sardinella gibbosa</i>	Fragmen, Fiber	Ferreira et al., (2020)
<i>Scombercalias</i>	Fragment, film, fiber	Herrera et al., (2019)

<i>Cathoropsagassizii</i>	Fiber, fragmen	Possatto et al., (2011)
<i>Cathoropsspixii</i>	Fiber, fragmen	Possatto et al., (2011)
<i>Sciadesherzbergii</i>	Fiber, fragmen	Possatto et al., (2011)
<i>Mugil cephalus</i>	Fiber, fragmen, film	Cheung et al., (2018)
<i>Cheilopogonrapanouiensis</i>	Fragmen, filamen	Chagnon et al., (2018)
<i>Thunnus albacares</i>	Fragmen, filamen	Chagnon et al., (2018)
<i>Sardinapilchardus</i>	Fiber, fragmen	Digka et al., (2018)
<i>Pagelluserythrinus</i>	Fiber, fragmen	Digka et al., (2018)
<i>Mullus barbatus</i>	Fiber, fragmen	Digka et al., (2018)
<i>Odontesthes regia</i>	Fragmen, Filamen, Film	Ory et al., (2018)
<i>Scomber japonicus</i>	Fragmen, Filamen, Film	Ory et al., (2018)
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Fragmen, Filamen, Film	Ory et al., (2018)
<i>Opisthonema libertate</i>	Fragmen, Filamen, Film	Ory et al., (2018)
<i>Engraulis ringens</i>	Fragmen, Filamen, Film	Ory et al., (2018)
<i>Merlangius merlangus</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)
<i>Micromesistius poutassou</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)
<i>Trachurus trachurus</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)
<i>Trisopterus minutus</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)
<i>Zeus faber</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)
<i>Aspitriglacuculus</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)

<i>Callionymus lyra</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)
<i>Cepola macrophthalmalma</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)
<i>Buglossisium luteum</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)
<i>Microchirus variegates</i>	Fragmen, Fiber, Film	Lusher et al., (2013)
<i>D.labrax</i>	Fiber, fragmen	Barboza et al., (2020)
<i>E.tridactylum</i>	Fragmen	Karbalei et al., (2019)

Dari total 100 data kompilasi studi literatur ditemukan tiga jenis mikroplastik yang ditemukan, yaitu mikroplastik jenis film, fiber dan fragmen. Sumber mikroplastik jenis fiber dapat berasal dari pencucian kain baju yaitu sisa benang pakaian dan tali plastik yang terdegradasi (Crawford & Quinn, 2017b). Distribusi mikroplastik fiber juga dipengaruhi oleh kegiatan penangkapan ikan yang berasal dari alat tangkap yaitu tali pancing dan jaring yang terdegradasi (Browne et al., 2011; Crawford and Quinn, 2017b; Katsanevakis & Katsarou, 2004). Mikroplastik jenis fragmen adalah mikroplastik yang berasal dari potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang kuat. Kelimpahan plastik jenis fragmen berasal dari patahan plastik yang lebih besar (Cole et al., 2011; Dewi et al., 2015). Berbeda dengan fragmen, mikroplastik jenis film merupakan potongan plastik yang memiliki lapisan sangat tipis berbentuk lembaran dengan densitas yang rendah (Dewi et al., 2015; Di & Wang, 2018).

Mikroplastik ini banyak berasal dari potongan dan degradasi dari kantong-kantong plastik. Dominansi jenis fiber juga ditemukan di beberapa penelitian, diantaranya di sepanjang pantai Eropa (Lots et al., 2017), di Laut Bohai dan Laut Kuning, China

(Zhao et al., 2018) dan di Laut Belgia (Claessens et al., 2011). Keberadaan fiber dapat dikaitkan dengan tingginya aktifitas manusia (Zhao et al., 2018) karena fiber umumnya bersumber dari pakaian atau tali (Claessens et al., 2011). Selain itu, fiber juga dapat berasal dari aktifitas perikanan dalam bentuk degradasi jaring untuk menangkap ikan (Katsanevakis & Katsarou, 2004). Meskipun di Pantai Doublesix tidak terdapat aktifitas perikanan, namun tingginya jenis fiber diduga berasal dari sisa benang, karena disepanjang Pantai Doublesix banyak ditemukan tempat duduk yang dilapisi kain (bean bag) yang langsung diletakkan di tepi pantai. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan Lo et al. (2018) dimana jenis fiber paling dominan ditemukan dan berasal dari buangan sisa benang pakaian.

Sumber pencemaran mikroplastik jenis fragmen paling tinggi berasal dari kegiatan antropogenik berupa pecahan plastik yang lebih besar yang memiliki densitas lebih padat seperti dari pipa paralon, tutup botol, ember, dan lain-lain. Tidak banyak ditemukan jenis fragmen di Pantai Doublesix karena terdapat banyak tempat pembuangan sampah di pantai ini. Pantai Melasti merupakan pantai paling selatan di Kabupaten Badung yang sangat jauh dari kegiatan antropogenik dan tergolong pantai yang masih sepi dari kegiatan wisata. Tersedianya fasilitas pembuangan sampah di Pantai Doublesix dan rendahnya aktifitas wisata di Pantai Melasti menjadi alasan sedikitnya jenis fragmen ditemukan di kedua pantai ini. Dominansi fragmen akibat tingginya aktifitas manusia di daerah pesisir pantai ditemukan pada penelitian Yona et al. (2019) dan Zobkov & Esiukova (2017).

Berdasarkan sumber asal, mikroplastik terbagi atas 2 tipe yaitu sumber primer berupa pelet dan sumber sekunder berupa

fiber, dan fragmen (Kingfisher 2011). Berbeda dengan sampel air, pada sampel sedimen ditemukan ketiga tipe mikroplastik yaitu fiber, fragmen, dan pelet. Mikroplastik pada masing-masing tipe tersebut tenggelam dan terakumulasi di dasar sedimen, yang memungkinkan untuk dapat tercerna oleh organisme benthik (Claessens et al. 2011). Tipe mikroplastik memberikan pengaruh nyata terhadap kelimpahan mikroplastik (p-value (0.0001) < 0.05). Jika dilakukan uji lanjut untuk menguji nilai kelimpahan dari ketiga tipe mikroplastik menggunakan uji Duncan diperoleh hasil bahwa kelimpahan pada fiber sangat berbeda nyata dibandingkan tipe fragmen dan pelet, meskipun memiliki nilai rata-rata kelimpahan yang paling rendah dibandingkan dua tipe mikroplastik lainnya.

4.3.3 Ukuran Mikroplastik

Berdasarkan hasil kompilasi studi literatur mikroplastik pada ikan konsumsi dunia, didapatkan bermacam-macam ukuran mikroplastik (Tabel 4.5) sebagai berikut,

Negara	Genus / Spesies	RentangUkuran	Referensi
Indonesia	<i>R.kanagurta</i>	< 500 μ m	Karthik et al., (2018)
Indonesia	<i>Sardinella lemuru</i>	1 μ m - 5 mm	Cok et al., (2019)
Indonesia	<i>Lutjanussp</i>	\leq 5 mm	Dian (2016)
Indonesia	<i>Epinephelus</i>	\leq 5 mm	Dian (2016)
Indonesia	<i>Euthynnussp</i>	\leq 5 mm	Dian (2016)
Indonesia	<i>Nemiptenussp</i>	\leq 5 mm	Dian (2016)
Indonesia	<i>Johniussp</i>	0.12 to 5 mm	Ismail et

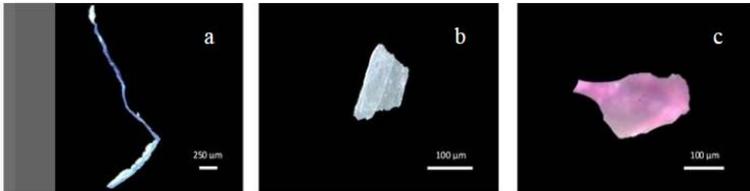
			al., (2019)
Indonesia	<i>Trichiurus</i> sp	0.12 to 5 mm	Ismail et al., (2019)
Samudra Atlantik Timur Laut	<i>D.labrax</i>	<100 - 5000	Barboza et al., (2020)
Malaysia	<i>E.tridactylum</i>	149 - 40.000	Karbalei et al., (2019)

Faktor utama yang mendukung kemampuan bioavailabilitas dari mikroplastik adalah fraksi ukuran yang kecil membuat mikroplastik dapat ditemukan oleh organisme sampai dengan tingkat trofik yang lebih rendah. Banyak organisme dari tingkat trofik ini memiliki selektivitas yang rendah dalam menangkap partikel yang ukurannya yang sama dengan mangsa alami (Moore 2008). Penyebaran kelimpahan mikroplastik di kedua tipe pada masing-masing kelompok ikan dalam lingkungan pelagis maupun demersal menunjukkan kecenderungan pola yang sama terhadap kelompok ukuran mikroplastik. Ukuran mikroplastik yang ditemukan pada kelompok herbivora berkisar antara 100-2300 μm untuk fiber dan 30-1150 μm untuk fragmen, sedangkan kelompok karnivora yaitu 220-1500 μm untuk fiber dan 30-1250 μm untuk fragmen. Berdasarkan kisaran ini dapat diduga bahwa kelompok herbivora berpotensi lebih besar dalam memakan mikroplastik karena kisaran ukuran yang luas dibandingkan karnivora.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kisaran ukuran mikroplastik pada masing-masing kelompok ikan berbeda-beda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rummel et al. (2016), kisaran ukuran panjang fiber yang diperoleh dalam ikan pelagis dan demersal adalah 150-3000 μm , sedangkan Bellas et al. (2016) memperoleh ukuran mikroplastik di ikan demersal berkisar antara

380-3100 μm . Penelitian lainnya oleh Boerger et al. (2010) menemukan ikan planktivora yang mengandung mikroplastik dengan ukuran berkisar 1000-2790 μm .

Kisaran ukuran mikroplastik yang cukup besar pada kelompok herbivora dibandingkan kelompok karnivora dalam penelitian ini sangat dipengaruhi oleh kebiasaan makan dari kelompok ini yaitu dengan menghisap secara maksimal sejumlah volume air yang mengandung makanan masuk ke dalam tubuh (Lazzaro 1987). Akibat dari kebiasaan makanan tersebut memberikan potensi hadirnya berbagai ukuran mikroplastik yang beragam. Berbeda halnya dengan kelompok karnivora, diduga kelompok ini cenderung lebih teliti dalam mengidentifikasi mangsa ataupun partikel lainnya, sehingga yang dipilih benar-benar mirip dengan ukuran dari mangsa alaminya. Oleh karena itu, kisaran ukuran mikroplastik pada kelompok karnivora lebih sempit dibandingkan kelompok herbivora. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sieburth et al. (1978) diperoleh kisaran ukuran untuk fitoplankton dan protozooplankton yaitu 2-200 μm (nano sampai mikrop plankton), sedangkan metazooplankton berada pada kisaran 0.2 mm-20 dm. Kemiripan ukuran antara plankton dengan mikroplastik serta kelimpahan dari mikroplastik yang tinggi dalam perairan, diduga mencapai 1:5 dari perbandingan antara kelimpahan mikroplastik dengan plankton menyebabkan ikan-ikan sulit untuk membedakan mangsa atau partikel lainnya (Moore et al. 2001). Untuk gambar mikroplastik yang ditemukan pada sampel pencernaan ikan disajikan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Mikroplastik yang ditemukan pada ikan dengan tipe fiber biru 250 µm (a); fragmen: putih 100 µm (b), dan merah 100 µm (c) (Moore et al. 2001).

Plastik berukuran besar dibentuk dari lelehan dan pembentukan pre-produksi resin atau serabut serat yang dimodifikasi. Plastik berukuran kecil contohnya seperti microbeads berupa butiran-butiran halus yang terbuat dari partikel plastik yang digunakan pada produk kosmetik, scrub, gel rambut. Plastik ukuran nano juga dibuat untuk bidang biomedis, farmasi (Koelmans et al., 2015). Pembuatan plastik juga menggunakan bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas plastik. Contoh bahan tambahan tersebut yaitu plasticizer, antioksidan, penstabil UV, pelumas, pewarna. Bahan-bahantambahan tersebut sering ditemukan masih terkandung pada makro-dan mikroplastik antara lain pthalat, bisfenol A (BPA), polibrominat difenil eter (PBDE) dannonilphenol (NP) (Lusher & Peter, 2017).

4.4 Tipe Polimer Mikroplastik dari Data Kompilasi Studi Literatur

Tabel 4.6 Polimer Dominan Mikroplastik dari Data Kompilasi Studi Literatur.

Negara	Genus/Spesies	PolimerDominan	Referensi
Indonesia	<i>R.kanagurta</i>	PE	Karthik et al., (2018)
Indonesia	<i>Euthynnussp</i>	PET, PE, EPDM, PVC & PES	Fitra (2019)
Indonesia	<i>Sardinella lemuru</i>	PET, PE, EPDM, PVC & PES	Fitra (2019)
Indonesia	<i>Epinephelussp</i>	EPDM,PES, PE, PET&PVC	Fitra (2019)
Indonesia	Nemiptenussp	EPDM,PES, PE, PET&PVC	Fitra (2019)
Samudra Atlantik Timur Laut	<i>D.labrax</i>	PE, PS	Barboza et al., (2020)
Malaysia	<i>E.tridactylum</i>	PE	Karbalei et al., (2019)

Hasil kompilasi studi literatur mikroplastik pada ikan konsumsi ditemukan polimer dominan plastik, antara lain PET, PE, EPDM, PVC & PES. Plastik merupakan bahan polimer yang dibentuk pada suhu dan tekanan tertentu (Lusher & Peter, 2017). Plastik terbagi menjadi 3 kategori yaitu termoplastik, termosets dan elastomer. Termoplastik melunak saat dipanaskan dan mengeras saat didinginkan (contoh: polietilen (PE), polipropilen (PP), politetrafloro-etilen, poliamid (PA), polivinil klorid (PVC) dan polistirin (PS). Termoset tidak dapat melunak setelah dibentuk (contoh:resin epoksi, poliurettan (PU), resin poliester,

bakalit). Elastomer adalah polimer elastis yang dapat kembali ke bentuk awal setelah ditarik (contoh: karet, neopren). Ketika mikroplastik berada di air maka akan mengapung bergantung pada densitas polimernya. Kemampuan mikroplastik mengapung menentukan posisi mikroplastik di air dan interaksinya dengan biota (Wright et al,2013 dalam Lusher & Peter, 2017). Polimer yang lebih padat dari air laut misalnya PVC akan mengendap sedangkan yang densitasnya rendah seperti PE dan PP akan mengapung. Sepanjang berada di perairan partikel plastik mengalami biofouling, terkolonisasi organisme sehingga tenggelam. Mikroplastik dapat pula terdegradasi, terfragmentasi dan melepaskan bahan perekat sehingga partikel akan berubah densitasnya dan terdistribusi di antara permukaan dan dasar perairan.

Jenis plastik berdasarkan asal dan densitas polimer atau berat jenis (*specific gravity*) ditampilkan sebagai berikut:

Jenis Plastik	Aplikasi Umum	Gravitasi
Polietilen (PE)	Kantong plastik, kontainer penyimpanan	0.91
Polipropilen (PP)	Tali, tutup botol, roda gigi alat pemancing, pengikat	0.9
Polistirin (Luas)	Pelampung, gelas	1.01
Polistiririn	Peralatan, wadah	1.04
Polivinil Klorid (PVC)	Selaput, pipa, kontainer	1.16
Poliamid (Nilon)	Jaring ikan, tali	1.13
Poli (etilen terptalat)	Botol, pengikat, tekstil	1.34
Resin poliester + serat kaca	Tekstil, pelampung	≥ 1.3

Air jernih		1
Air laut		1.02

Sumber : GESAMP (2015) dalam Lusher & Peter (2017).

Bentuk polimer polystyrene (PS), polymetyl methacrylate (PMMA), dan polypropylene (PP). Pencemaran dari mikroplastik jenis fragmen tersebut dapat bersumber dari kemasan makanan dan tutup botol untuk polimer polystyrene (PS) (Nurhadi et al., 2017) pada polimer polymetyl methacrylate (PMMA) dapat berasal dari pecahan plastik akrilik (Ebewele, 2000), sedangkan sumber dari polypropylene dapat berasal dari pecahan kursi berbahan dasar polypropylene karena banyaknya kursi tersebut di sepanjang pantai (Mohamed Nor & Obbard, 2014).

4.5 Kebijakan dalam Pengelolaan Plastik

Potensi termakannya plastik oleh organisme akuatik sangat dipengaruhi oleh jumlah potongan plastik kecil yang bercampur sumber makanan alami di perairan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Zhao et al. (2011), jumlah konsumsi berdasarkan ukuran kelompok ikan menunjukkan bahwa ikan yang lebih dengan besar rata-rata memiliki lebih banyak kandungan potongan plastik dalam usus dibandingkan ikan yang lebih kecil. Jika organisme perairan khususnya ikan tidak mampu menyeleksi atau membedakan plastik dengan makanan alaminya, sehingga tertelan melalui saluran pencernaan dan mengakumulasi unsur non nutrien yang dapat menyebabkan kekurangan gizi dan kelaparan. Selain itu, beberapa jenis plastik mengandung bahan dasar yang berbahaya bagi kesehatan organisme perairan maupun manusia yang mengkonsumsinya. Keadaan ini akan memengaruhi keamanan dan ketahanan pangan yang akan dikonsumsi oleh

manusia. Oleh karena itu, pentingnya pengelolaan plastik yang masuk ke perairan.

Pengelolaan plastik dapat dilakukan skala makro/ besar yang melibatkan banyak pihak seperti pemerintah, LSM, swasta, dan masyarakat berupa kolaborasi pendidikan, undang-undang, dan inovasi terkait penanganan sampah (Sheavly dan Register 2007), maupun skala mikro/ kecil yang melibatkan masyarakat itu sendiri sebagai produsen sampah. Beberapa langkah yang dapat dilakukan dalam pengelolaan sampah dan plastik secara makro (Zhou et al. 2011) adalah: (1) Identifikasi sumber, monitoring, dan penelitian. Dalam melakukan pengendalian sangat pentingnya identifikasi sumber dari potensial plastik, misalnya berupa data statistik yang mengidentifikasi sumber sampah laut terutama didasarkan pada pantai dan garis pantai. Informasi sumber sampah yang berakhir di laut atau di dasar laut di Indonesia khususnya Jakarta sangat sedikit, sehingga penting dilakukan penelitian secara berkala untuk memantau, mengevaluasi dan mengidentifikasi metode untuk mengurangi pembuangan plastik ke laut. (2) Program pendidikan yang berfokus pada pencegahan sampah laut. Pendidikan publik jangka panjang diperlukan untuk mengurangi sampah laut ke lingkungan laut. Di Indonesia telah banyak dilakukan pendidikan publik oleh pemerintah, lembaga swadaya masyarakat (LSM), swasta, dan mahasiswa. Banyaknya program dan aktivitas yang dilakukan oleh pihak-pihak tersebut belum memberikan hasil yang baik dalam mengurangi permasalahan sampah. Hal ini diduga disebabkan oleh pendekatan yang dilakukan adalah top-down sehingga masyarakat hanya sebagai objek pelaksana. Pendidikan publik sangat penting dilakukan untuk meningkatkan partisipasi/ keterlibatan

masyarakat berupa inisiatif dan kreatifitas dalam menjaga ekosistem perairan.

Menurut Arnstein (1969), partisipasi masyarakat merupakan suatu kekuatan yang dimiliki oleh masyarakat untuk mempengaruhi kehidupan dimasa sekarang maupun masa mendatang. Adanya pendidikan publik merupakan upaya agar masyarakat secara aktif dan mandiri (bottom-up) berpartisipasi dan bekerjasama dengan pihak luar dalam menyelesaikan permasalahan sampah. Misalnya mendidik kedua nelayan dan pelaut rekreasi mengumpulkan plastik dan sampah lainnya saat melaut untuk dibawa ke pantai, mendorong konsumen untuk mengurangi penggunaan barang sekali pakai sekali pakai, dan meningkatkan kreatifitas daur ulang sampah menjadi barang berguna dan bernilai jual. (3) Peraturan dan perundang-undangan yang berkaitan dengan mengurangi sampah laut. Indonesia telah mengeluarkan peraturan dalam pengelolaan sampah antara lain:- Undang-undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan sampah, pasal 19 dan 20 - Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 33 Tahun 2010 tentang Pendoman pengelolaan sampah.- Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan sampahrumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga. - Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta No. 3 Tahun 2013 tentang Pengelolaan sampah. Surat Edaran Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan Bahan Berbahaya dan Beracun No. S.1230/PSLB3-PS/2016 tentang Harga dan Mekanisme Penerapan Kantong Plastik Berbayar (4) Pengelolaan sampah dan plastik yang baik, pembersihan pantai, dan saluran air secara berkala. Beberapa negara yang konsisten telah menerapkan langkah-langkah di atas dalam menangani sampah laut umumnya

negara-negara maju, yaitu US Interagency Marine Debris Coordinating Committee (IMDCC), yang mendukung kegiatan sampah laut nasional/ internasional AS, dan "merekomendasikan prioritas penelitian, teknik pemantauan, program pendidikan, dan tindakan pengaturan" (EPA 2013). Komisi Eropa dalam Marine Strategi Framework Directive (MSFD) telah ditetapkan sebagai Subkelompok Teknis Litter Kelautan untuk menyediakan "latar belakang ilmiah dan teknis untuk pelaksanaan persyaratan MSFD", yang meliputi identifikasi kebutuhan penelitian, pengembangan protokol monitoring, mencegah input sampah dan mengurangi sampah di lingkungan laut (Galgani et al. 2013). DKI Jakarta telah memiliki tim yang secara khusus menangani sampah yaitu PHL dan PPSU atau yang dikenal dengan "pasukan oranye" yang mengangkut sampah, membersihkan jalan, sungai, waduk, hingga pantai dan pesisir laut. Sampah yang mengapung di permukaan sungai, maupun tenggelam di dasar diangkat sehingga sampah yang masuk ke pesisir berkurang. Meskipun demikian, adanya tim ini tidak sepenuhnya berhasil dalam mengurangi sampah dikarenakan masyarakat yang kurang sadar untuk terlibat aktif dalam menjaga lingkungan. Oleh karena itu, pemerintah, masyarakat, swasta, LSM, mahasiswa tidak dapat bekerja masing-masing, justru seharusnya berintegrasi sehingga mampu menghasilkan program kerja yang tepat dalam mengelola sampah khususnya plastik, serta menghasilkan keuntungan dari segi kesehatan maupun ekonomi bagi masyarakat. Selain tindakan makro yang dilakukan dengan menggabungkan banyak pihak dalam pelaksanaannya, beberapa tindakan yang dapat dilakukan oleh masyarakat sendiri sebagai pelaku utama dalam produksi sampah dan plastik adalah: (1) Mengurangi penggunaan plastik sekali pakai, misalnya membawa botol air minum atau travel mug

dari rumah dibandingkan membeli air kemasan yang hanya sekali pakai, membawa kantong belanja setiap kali berbelanja; (2) Memanfaatkan kembali plastik-plastik yang telah digunakan / reuse, seperti botol plastik yang digunakan sebagai pot tanaman; (3) Sadar untuk tidak membuat plastik sembarangan, terutama pada badan sungai.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu terdapat mikroplastik karakter visual yang beragam di dalam ikan konsumsi. Karakteristik visual mikroplastik yang ditemukan adalah sebagai berikut :

1. Warna mikroplastik pada sampel ikan yang didapatkan yaitu warna merah, hitam, hijau, dan biru
2. Bentuk dominan mikroplastik pada sampel ikan yang didapatkan yaitu fiber, fragmen, dan film
3. Ukuran dominan mikroplastik pada sampel ikan yang didapatkan yaitu 150 – 5000 μm .
4. Berdasarkan karakter visual dari studi literatur yang didapatkan, diduga tipe polimer penyusun mikroplastik yang ditemukan pada saluran gastrointestinal ikan, insang, daging ikan demersal maupun pelagis adalah PET, PE, EPDM, PVC & PES.
5. Berdasarkan habitat ikan dalam hasil penelitian studi literatur, dapat dikemukakan bahwa komunitas ikan menempati semua relung habitat atau kolom perairan Indonesia dan dunia, mulai dari daerah pelagis, bentopelagis, dan dasar perairan. Ikan yang diteliti dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok ekologis berdasarkan analisis eko-tipe yakni ikan pelagis, pelagis-neritic atau bento-pelagis dan demersal. Komunitas ikan demersal mendominasi komunitas ikan yang diteliti, lalu diikuti oleh ikan bentopelagis dan pelagis. Kondisi yang berbeda ditemukan di perairan estuari bahwa

ikan bentopelagis (pelagis-neritic) lebih dominan dibandingkan ikan demersal dan pelagis

5.2 Saran

Penelitian ini merupakan penelitian studiliteratur terkait mikroplastik pada ikan konsumsi di dunia. Mikroplastik dapat bersifat menyerap racun yang dihasilkan dari bahan-bahan kimia yang ada pada air laut serta lingkungan sekitarnya dan dapat ditransfer ke dalam rantai makanan secara tidak langsung. Hal ini juga dapat memberikan dampak yang buruk bagi manusia yang mengonsumsi ikan tanpa melalui proses pembersihan terlebih dahulu dan dapat memberikan dampak yang buruk pada rantai makanan secara berurutan.

DAFTAR PUSTAKA

Abidli, S., Antunes, J. C., Ferreira, J. L., Lahbib, Y., Sobral, P., & Trigui El Menif, N. 2018. Microplastics in sediments from the littoral zone of the north Tunisian coast **Mediterranean Sea**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 205(March), 1–9.

Albania, 18-21 June 2014 plastic debris along shorelines of the Great Lakes, North America. **Journal of Great Lakes Research**, 40(2): 288–299. doi:10.1016/j.jglr.2014.02.012.

Alfa. 2015. Produktifitas penangkapan ikan Pelagis di perairan Kabupaten Sinjai pada musim Peralihan Barat-Timur. Makasar. *Jurnal Perikanan*. Vol: XVII no:1.17

Alomar, C., Deudero, S., 2017. Evidence of microplastic ingestion in the shark *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810 in the continental shelf off the western Mediterranean Sea. **Environ. Pollut.** 223, 223–229.

Anam, Choirul, Sirojudin. 2007. Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR. **Fisika**. Vol 10 no.1. 79 – 85

Andrady AL. 2011. Microplastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 62: 1596–1605.

Anggito, A, & Setiawan, J. (2018). Metodologi Penelitian Kualitatif. Sukabumi, Jawa Barat : CV Jejak. ISBN : 978-602-474-392-5.

Arnstein SR. 1969. A ladder of citizen participation. *J. American Planning Association*. 35(4): 216-224

Avio CG, Gorbi S, Milan M, Benedetti M, Fattorini D, d'Errico G, Pauletto M, Bargelloni L, Regoli F (2015) Pollutants bioavailability.

Ballent, A., Purser, A., de Jesus Mendes, P., Pando, S., Thomsen, L., 2012. Physical transport properties of marine microplastic pollution. **Biogeosci.** Discuss. 9, 18755-18798.

Barboza, L.G.A., et al., 2018a. Marine microplastic debris: an emerging issue for food security, food safety and human health. **Mar. Pollut. Bull.** 133, 336–348.

Barboza, L.G.A., et al., 2018b. Microplastics increase mercury bioconcentration in gills and bioaccumulation in the liver, and cause oxidative stress and damage in *Dicentrarchus labrax* juveniles. **Sci. Rep.** 8, 15655.

Barboza, L.G.A., et al., 2018c. Single and combined effects of microplastics and mercury on juveniles of the European seabass (*Dicentrarchus labrax*): changes in behavioural responses and reduction of swimming velocity and resistance time. **Environ. Pollut.** 236, 1014–1019.

Barnes, D.K.A., et al., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* **B Biol. Sci.** 364, 1985–1998.

Batel, A., et al., 2016. Transfer of benzo[a]pyrene from microplastics to *Artemia nauplii* and further to zebrafish via a trophic food web experiment: CYP1A induction and visual

tracking of persistent organic pollutants. **Environ. Toxicol. Chem.** 35, 1656–1666

Bellas, J., Martínez-Armental, J., Martínez-Cámara, A., 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environ. Sci. Technol.* 47, 6646–6655.

Besada, V., Martínez-Gómez, C., 2016. Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *Mar. Pollut. Bull.* 109, 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.026>.

Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L., & Moore, C. J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 60(12), 2275–2278. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.08.007>

Brate, I.L., Eidsvoll, D.P., Steindal, C.C., Thomas, K.V. 2016. Plastic Ingestion by Atlantic COD (*Gadus morhua*) from the Norwegian Coast. **Mar. Pollut. Bull.** 112, P. 105-110.

Browne MA, Niven SJ, Galloway TS, Rowland SJ, Thomson RC. 2013. Microplastic moves pollutants and additives to worm, reducing functions linked to health and biodiversity. *J. Cub.* 23.

Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M., Thompson, R.C., 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environ. Sci. Technol.* 42, 5026–5031. <https://doi.org/10.1021/es800249a>

Browne, M.A., et al., 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. **Environ. Sci. Technol.** 45, 9175–9179.

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

Browne, Mark A., Dissanayake, Awantha., Galloway, Tamara S., Lowe, David M., Thompson, Richard C. 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.). **Environmental Science & Technology**. Vol. 42, No.13.

Burhanuddin dan D. Praseno. 1982. Lingkungan Perairan di Selat Bali. *Pros. 2/SPL/82*: 27-32.

Carr, S.A., et al., 2016. Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. **Water Res.** 91, 174–182.

Cauwenberghe, V L, Vanreusel A, Mees J, Janssen CR. 2013. Microplastic pollution in deep-sea sediments. **Environment Pollution.** 182, 495–499.

Cheung, P.K., Fok, L., 2017. Characterisation of plastic microbeads in facial scrubs and their estimated emissions in Mainland China. **Water Res.** 122, 53–61.

Chusnul. 2011. **Spektroskopi IR.** 96: 103-110. (www.Scribd.com). Diakses pada tanggal 10 Mei 2020.

Claessens M, De Meester S, Van Landuyt L, De Clerck K, Janssen CR. 2011. Occurrence and distribution of microplastic in

marine sediments along the Belgian coast. *Marine Pollution Bulletin*. 61:2199-2204.

Claessens. M, L. V. Cauwenberghe, M. B. Vandegheuchte, C. R. Janssen. 2013. New techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organisms. *Journal Marpobul*. 70: 227-233

Cole M, Lindeque P, Halsband C, and Galloway TS. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12): 2588–2597. doi:[10.1016/j.marpolbul.2011.09.025](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025)

Crawford, C.B., Quinn, B., 2017a. The biological impacts and effects of contaminated microplastics, in: *Microplastic Pollutants*. **Elsevier**, pp. 159-178.

Crawford, C.B., Quinn, B., 2017b. Microplastic identification techniques, in: *Microplastic Pollutants*. **Elsevier**, pp. 219–267.

Dai, Z., et al., 2018. Occurrence of microplastics in the water column and sediment in an inland sea affected by intensive anthropogenic activities. **Environ. Pollut.** 242, 1557–1565.

Das SM, Moitra SK. 1963. Studies on the food and feeding habits of some freshwater fishes of India. IV. A review on the food and feeding habits of 24 freshwater fishes, with general conclusions. *Ichthyologica*. 2 (1- 2): 107-115.

Derraik JG. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar. Pollut. Bull.* 44 (9): 842–852.

Deudero. S dan C. Alomar. 2015. Mediterranean marine biodiversity under threat: Reviewing influence of marine litter on species. *Marine Pollution Bulletin*. 98: 58-68

Dewi, I.S., Aditya Budiarsa, A., Ramadhan Ritonga, I., 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. **DEPIK** 4. <https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2888>

Dewi, I.S., Aditya Budiarsa, A., Ramadhan Ritonga, I., 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. **DEPIK** 4. <https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2888>

Dewi, Sari Intan , Budiarsa AA, Ritonga IR.. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di muara badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Artikel Research get*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Fakultas Mulawarman.

Di, M., Wang, J., 2018. Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. **Sci. Total Environ.** 616–617, 1620–1627. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.150>

Di, M., Wang, J., 2018. Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Sci. Total Environ.* 616–617, 1620–1627. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.150>

Ebewele, R.O., 2000. *Polymer science and technology*. CRC Press, Boca Raton

EFSA Contam Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. **EFSA Journal**, 14(6). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4501>

EFSA Contam Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal*, 14(6). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4501>

Eriksen, M., et al., 2014. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. **PLoS One** **9**, e111913.

Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C. Zellers, A., Edwards, W., Farley, H., Amato, S., 2013. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. **Mar. Pollut. Bull.** **77**, 177-182.
f1000research.17103.1

Faure, F., Corbaz, M., Baecher, H., de Alencastro, L., 2012. Pollution due to plastics and microplastics in Lake Geneva and in the Mediterranean Sea. **Arch. Des. Sci.** **65**, 157-164.

Fendall, L. S., & Sewell, M. A. (2009). Contributing to marine pollution by washing your face : Microplastics in facial cleansers. **Marine Pollution Bulletin**, 58(8), 1225–1228. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.025>

Filella, M., 2015. Questions of size and numbers in environmental research on microplastics: methodological and conceptual aspects. **Environ. Chem.** **12**, 527.

Fischer EK, Paglialonga L, Czech E, Tamminga M. 2016. Microplastic pollution in lakes and lake shoreline sediments – a case study on lake Bolsena and lake Chiusi (central Italy). *Environ. Pollut.* 213: 648-657. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.03.012>

Galgani F, Hanke G, Werner S, De Vrees L. 2013. Marine litter within the European Marine strategy framework directive. *ICES J. Mar. Sci.* 70: 1055-1064. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fst122>

GESAMP. 2015. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Oceans: **a global assessment**. International Maritime Organization, London.

Girsang Harry Satriyanson. 2008. Studi Penentuan Daerah Penangkapan Ikan Tongkol Melalui Pemetaan Penyebaran Klorofil-A dan Hasil Tangkapan di Pelabuhan Ratu Jawa Barat. . Bogor. *Skripsi*. IPB

Greven, A.C., et al., 2016. Polycarbonate and polystyrene nanoplastic particles act as stressors to the innate immune system of fathead minnow (*Pimephalespromelas*). **Environ. Toxicol. Chem.** 35, 3093–3310.

Hahladakis, J.N., et al., 2018. An overview of chemical additives present in plastics: migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. **J. Hazard Mater.** 344, 179–199.

Hajisamae S, Yeesin P, Chaimongkol S. 2006. Habitat utilization by fishes in a shallow, semi-enclosed estuarine bay in southern Gulf of Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68:647-655.

Hastuti AR. 2014. Distribusi spasial sampah laut di ekosistem mangrove Pantai Indah Kapuk Jakarta [Skripsi]. Bogor (ID): IPB

Hidalgo-Ruz V, Gutow L, Thompson RC, Thiel M. 2012. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. **Environ Sci Technol** 46: 3060-2075 Jakarta, Indonesia 10, 11.

Hirai *et al.* 2011. Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine Pollution Bulletin* 62 (8): 1683-1682.

Holmes, L.A., et al., 2012. Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. **Environ. Pollut.** 160, 42–48.

Horton, A.A., et al., 2017. **Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames**, UK - abundance, sources and methods for effective quantification. <https://doi.org/10.1021/es400663f>.

Jabeen, K., et al., 2018. Effects of virgin microplastics on goldfish (*Carassius auratus*). **Chemosphere** 213, 323–332.

Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, Narayan Junaidi. 2015. Statistik Uji Kruskal Wallis. Jambi. FakultasEkonomiUniversitas Jambi.

Karami, A., 2017. Gaps in aquatic toxicological studies of microplastics. **Chemosphere** 184, 841–848.

Karthik, R., Robin, R.S., Purvaja, R., Ganguly, D., Anandavelu, I., Raghuraman, R., Hariharan, G., Ramakrishna, A., Ramesh, R., 2018. Microplastics along the beaches of southeast coast of India. *Sci. Total Environ.* 645, 1388–1399. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.242>

Katsanevakis S, Katsarou A. 2004. Influences on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (Eastern Mediterranean). **Water Air Soil Pollut** 159: 325337.

Katsanevakis, S., Katsarou, A., 2004. Influences on the Distribution of Marine Debris on the Seafloor of Shallow Coastal Areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water. Air. Soil Pollut.* 159, 325–337.

Kingfisher J. 2011. Micro-Plastic Debris Accumulation on Puget Sound Beaches. Washington: Port Townsend Marine Science Center [internet]. [diunduh 2020 Juli 5]. Tersedia pada http://www.ptmsc.org/Science/plastic_project/Summit%20Final%20Draft.pdf

Kingfisher, J. 2011. **Micro-plastic debris accumulation on puget sound beaches. Port Townsend Marine Science Center.** Diakses pada tanggal 10 Mei 2020 Http://www.ptmsc.org/Science/plastic_project/Summit%20Final%20Draft.

Kooi, M., et al., 2017. Ups and downs in the ocean: effects of biofouling on vertical transport of microplastics. **Environ. Sci. Technol.** 51, 7963–7971.

Kurniawati S. 2014. Identifikasi dan Prevelensi Endoarazit pada Saluran Pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong Lamongan Jawa Timur. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.Surabaya

Law, K.L., Mor_et-Ferguson, S., Maximenko, N.A., Proskurowski, G., Peacock, E.E., Hafner, J., Reddy, C.M., 2010. Plastic accumulation in the North Atlantic Subtropical Gyre. **Science** 32: 1185-1188.

Law. K. L dan R. C. Thompson. 2014. Microplastic in the seas. *Science*. 345: 144-145.

Lazzaro X. 1987. A review planktivorous fishes: their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. Sao Carlos: Dr W. Junk Publishers. *Hydrobiologia*. 146: 97-167.

Lo, H.-S., Xu, X., Wong, C.-Y., Cheung, S.-G., 2018. Comparisons of microplastic pollution between mudflats and sandy beaches in Hong Kong. *Environ. Pollut.* 236, 208–217. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.031>

Lots, F.A.E., Behrens, P., Vijver, M.G., Horton, A.A., Bosker, T., 2017. A large-scale investigation of microplastic contamination: Abundance and characteristics of microplastics in European beach sediment. *Mar. Pollut. Bull.* 123, 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.057>

Lu, Y., et al., 2016. Uptake and accumulation of polystyrene microplastics in zebrafish (*Danio rerio*) and toxic effects in liver. **Environ. Sci. Technol.** 50, 4054–4060.

Lusher AL, Burke A, O'Connor I, Officer R. 2014. Microplastic pollution in the Northeast Atlantic ocean: validated and opportunistic sampling. *Mar. Pollut. Bull.* 88 (1): 325-333

Lusher AL, McHugh M, Thompson RC. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Mar. Pollut. Bull.* 67 (1): 94–99. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul>. 2012.11.028.

Lusher, A. L., Peter H & Jeremy M. (2017). **Microplastics in Fisheries and Aquaculture**. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.

Lusher, A.L., et al., 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. **Mar. Pollut. Bull.** 67, 94–99.

Lusher, A.L., Welden, N.A., Sobral, P., Cole, M., 2017. Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Anal. Methods* 9, 1346–1360. <https://doi.org/10.1039/c6ay02415g>

Mato, Y., et al., 2001. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. **Environ. Sci. Technol.** 35, 318–324.

Mattsson, K., et al., 2014. Altered behavior, physiology, and metabolism in fish exposed to polystyrene nanoparticles. **Environ. Sci. Technol.** 49, 553–561.

Melianawati R, Aryati W. 2012. Budidaya ikan kakap merah (*Lutjanus sebae*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(1):80-88.

Mohamed Nor, N.H., Obbard, J.P., 2014. Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Mar. Pollut. Bull.* 79, 278–283. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.025>
Nurhadi, T., Budiyanoro

Mohammad T.A. & Lina S. (2007), **The Use of Polyethylene in Hot Asphalt Mixtures**, *American Journal of Applied Sciences* 4 (6): 390-396.

Moore CJ, Lattin GL, and Zellers AF. 2011. Quantity and type of plastic debris flowing from two urban

Moore CJ, Moore SL, Leecaster MK, Weisberg SB. 2001. A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre. *Mar. Pollut. Bull.* 42 (12): 1297– 1300.

Moore CJ. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environ. Res.* 108: 131–139

Moore, C.J., Lattin, G.L., Zellers, A.F., 2011. Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. **J. Integr. Coast. Zone Manag.** 11 (1), 65-73.

Moos, Nadia von, Burkhardi-holm.P and Angela Kohler. 2012. Uptake and Effect of Microplastic on Cell and Tissue the Blue Mussel *Mytilus edulis* after an Experimental Exposure. **Environ. Sci. Technol.** 46,11327-11335.

Murphy, F., et al., 2016. Wastewater treatment works (WwTW) as a source of microplastics in the aquatic environment. *Environ. Sci. Technol.* 50, 5800–5808.

Nadal, M.A., Alomar, C., Deudero, S., 2016. High levels of microplastic ingestion by the semipelagic fish Bogue Boops boops (L.) around the Balearic Islands. *Environ. Pollut.* 214, 517–523. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.054>

Nor M, Obbard JP. 2014. Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. **Mar Pollut Bull** 79 (1/2): 278-283.

Peda, C., et al., 2016. Intestinal alterations in European sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) exposed to microplastics: preliminary results. **Environ. Pollut.** 212, 251–256.

Pedrotti ML, Bruzard S, Dumontet B, Elineau A, Petit S, Grohens Y, Voisin P, Crebassa JC, Gorsky G. 2014. **Plastic fragments on the surface of Mediterranean waters**. CIESM Workshop Monographs n°46. Marine litter in the Mediterranean and black seas-Tirana,

PlasticsEurope, 2017. Plastics – The Facts 2017 (Available online). <http://www.plasticseurope.org/Mar>. **Pollut. Bull.** 114, 218–226.

Plastics Europe, 2018. Plastics – the Facts 2018: an Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data. Available from: <https://www.plasticseurope.org/en>

Plastics—the Facts. 2016. **n Aanalysis of European plastics production, demand and waste data**PlasticsEurope, 35 p. Available

from http://www.plasticseurope.org/documents/document/20161014113313-plastics_the_facts_2016_final_version.pdf.

Possatto PE, Barletta M, Costa MF, Ivar do Sul JA, Dantas DV. 2011. Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. **MarinePollutionBulletin**. 62(5): 1098-1102.

Potts GW. 1990. **CrescupularBehaviourofMarineFishes**. Di dalam Herring PJ, Maddock L, editor. *Light and Life in The Sea*. London (UK): Cambridge University Press.

Rahmat, S, P. (2009). Penelitian Kualitatif. **Jurnal EQUILIBRIUM** Vol 5 No 9, (Januari-Juni 2009). rivers to coastal waters and beaches of Southern California. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 11(1): 65–73.

Rakesh. P., Charmi P., S.K. Rajesh. 2014. Quantitative Analytical applications of FT-IR Spectroscopy in Pharmaceutical and Allied Areas. **J. Adv Pharmacy Edu**. Vol 4(2): 145-157.

Retama, I., et al., 2016. Microplastics in tourist beaches of Huatulco Bay, Pacific coast of southern Mexico. **Mar. Pollut. Bull.** 113, 530–535.

Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., S. J. 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in 59 fish and bivalves sold for human consumption. **Scientific Reports**. 5(1), P.14340.

Rochman, C.M., et al., 2013. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. **Sci. Rep.** 3, 3263.

Rochman, C.M., Tahir, A., Williams, S.L., Baxa, D.V., Lam, R., Miller, J.T., Teh, F., Werorilangi, S., Teh, S.J., 2015. Anthropogenic debris in seafood: plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. **Nat. Publ. Gr.** 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep14340>

Romeo, T., et al., 2015. First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. **Mar. Pollut. Bull.** 95, 358–361.

Rummel CD, Loder MG, Fricke NF, Lang T, Griebeler EM, Janke M, Gerdt G. 2016. Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea. **Mar. Pollut. Bull.** 102(1): 134-141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.043>

Rummel, C.D., et al., 2016. Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North sea and Baltic sea. **Mar. Pollut. Bull.** 102, 134–141.

Ryan PG. 1998. Effect of ingested plastic on seabird feeding: evidence from chickens. **MarinePollutionBulletin.** 19(3): 125-128.

S. Lippiatt, S. Opfer, and C. Arthur. 2013. Marine debris monitoring and assessment: **recommendations for monitoring debris trends in the marine environment.**

Saeedi, M., Ghasemi, I., and Karrabi, M., 2011. Thermal degradation of poly (vinyl chloride): Effect of nanoclay and low density polyethylene content. **Iranian Polymer Journal**, 20: 423-432.

Sahwan, F.L., Martono, D.H., Wahyono, S., Wisoyodharmo, L.A., 2005. Sistem pengelolaan limbah plastik di Indonesia. **J. Tek. Lingkungan**. 6, 311–318.

Seltenrich, N. 2015. New Link in the Food Chain. Marine Plastic Pollution and Seafood Safety. **Environ Health Perspect**123, A34–A41.

Singh B., and N. Sharma. (2008). **Mechanistic implications of plastic degradation**. *Polymer Degradation and Stability*, 93: 561–584.

Stolte A, Forster S, Gerdts G, Schubert H. 2015. Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast. Germany. **Mar. Pollut. Bull.** 99: 216-119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.07.022>

Storck, F.R., Kools, S.A.E., Rinck-Pfeiffer, S., 2015. Microplastic in fresh water resources, in: **Science Brief**. Global Water Research Coalition, Australia, p. 7.

Storck, F.R., Kools, S.A.E., Rinck-Pfeiffer, S., 2015. Microplastic in fresh water resources, in: **Science Brief**. **GlobalWaterResearchCoalition**, Australia, p. 7.

Su, L., et al., 2018. The occurrence of microplastic in specific organs in commercially caught fishes from coast and estuary area of east China. **J. Hazard Mater.** 365, 716–724. surface waters of the Laurentian Great Lakes. **MarinePollution Bulletin**, 77(1–2): 177–182. doi:10.1016/j.marpolbul.2013.10.007

Tanaka, K., Takada, H., 2016. Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters. **Sci. Rep.** 6, 34351.

Thompson RC, Swan SH, Moore CJ, Vom Saal FS. 2009a. Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Science*. 364 (1526): 2153-2166.

Thompson, R.C., Moore, C.J., vom Saal, F.S., Swan, S.H., 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. **Philos. Trans. R. Soc. B** 364, 2153-2166.

Thompson, R.C., Swan, S.H., Moore, C.J., vom Saal, F.S., 2009. Our plastic age. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 364, 1973–1976. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0054> Tunisian coast (Mediterranean Sea). **Estuar. Coast Shelf Sci.** 205, 1–9.

Tri Ernawati. 2007. Distribusi dan komposisi jenis ikan demersil yang tertangkap trawl pada musim barat diperairan Utara Jawa Tengah. **Jurnal Biologi Kelautan** vol:1 no :1

Turra, A., Manzano, A.B., Dias, R.J.S., Mahiques, M.M., Barbosa, L., Balthazar-Silva, D., Moreira, F.T., 2014. *Three-dimensional*. *Central Gyre. Mar. Pollut. Bull.* 60, 2275–2278.

Virsek, M.K., et al., 2017. Microplastics as a vector for the transport of the bacterial fish pathogen species *Aeromonas salmonicida*. **Mar. Pollut. Bull.** 125, 301–309.

Wang, W., et al., 2017. **Microplastics pollution in inland freshwaters of China: a case study in urban surface waters of Wuhan, China**. *Sci. Total Environ.* 575, 1369–1374.

Wedjamiko. 2010. Komposisi Sumberdaya Ikan Demersal di perairan selat Malaka Biological Aspects Of Demersal Fish Malacca Strait. Jakarta. **Jurnal perikanan**. vol: XII no: 2

Wright LC, Thompson RC, Galloway TS. 2013. The Physical impacts of microplastics on marine organism: **Environ Pollut.** 178: 483-492.

Wright, S. L., Thompson, R. C., Galloway, T. S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. **Environmental Pollution**. Vol. 178. P.483-492.

Wright, S.L., et al., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environ. Pollut.** 178, 483–492.

Wright, S.L., Kelly, F.J., 2017. Plastic and human health: a micro issue. **Environ. Sci. Technol.** 51, 6634–6647.

Yang, Y., et al., 2018. Plastics in the marine environment are reservoirs for antibiotic and metal resistance genes. **Environ. Int.** 123, 79–86

Yin, L., et al., 2018. **Polystyrene microplastics alter the behavior, energy reserve and nutritional composition of marine jacopecover (Sebastes schlegelii)**. *J. Hazard Mater.* 360, 97–105.

Yona, D., Sari, S.H.J., Iranawati, F., Bachri, S., Ayuningtyas, W.C., 2019. Microplastics in the surface sediments from the eastern waters of Java Sea, Indonesia. **F1000Research** 8, 98. <https://doi.org/10.12688/>

Zbyszewski M, Corcoran PL, Hockin A. 2014. **Comparison of the distribution and degradation of plastic debris along shorelines of the Great Lakes**, North America. *J. Gt. Lakes. Res.* 40: 288-299

Zettler, E.R., et al., 2013. Life in the “plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris. **Environ. Sci. Technol.** 47, 7137–7146.

Zettler, E.R., Mincer, T.J., Amaral-zettler, L.A. 2013. Life in the “Plastisphere”: Microbial Communities on Plastic Marine Debris. **Environmental Science & Technology.** 47, 7137-7146.

Zettler, E.R., Mincer, T.J., Amaral-Zettler, L.A., 2013. Life in the “plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris. **Environ. Sci. Technol.** 47, 7137–7146. <https://doi.org/10.1021/es401288x>

Zhang, H., 2017. **Transport of microplastics in coastal seas.** **Estuar. Coast Shelf Sci.** 199, 74–86.

Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Liu, H., Yin, X., Cao, R., Wang, Q., 2018. Microplastic pollution in sediments from the Bohai Sea and the Yellow Sea, China. **Sci. Total Environ.** 640–641, 637–645. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.346>

Zhao, S, L. Zhu dan D. Li. 2015. Microplastic in three urban estuaries, China. **Environmental Pollution.** 206: 597-604

Zhao. S, L. Zhu, T. Wang dan D. Li. 2014. Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze Estuary System,

China: First observations on occurrence, distribution. **Marine Pollution Bulletin**. 123: 1-7.

Zhou P, Huang C, Fang H, Cai W, Li D, Li X, Yu H. 2011. The abundance, composition and sources of marine debris in coastal seawaters or beaches around the northern South China Sea (China). **Mar. Pollut. Bull.** 62: 1998-2007. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.06.018.

Zobkov, M., Esiukova, E., 2017. Microplastics in Baltic bottom sediments: Quantification procedures and first results. **Mar. Pollut. Bull.** 114, 724–732. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.060>.

LAMPIRAN

Data Hasil Studi Literatur Karakteristik Mikroplastik Pada Ikan Konsumsi Dunia

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
1	Indonesia	<i>R.kanagurta</i>	Area fishing ground Bali	ATR-FTIR	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	17 ikan	< 500 μ m	N/A	Fiber, fragmen,	PE	Pelagis - neritic	Karnivor-planktivor	N/A	Karthik <i>et al.</i> , (2018)
2	Indonesia	<i>Sardinella lemuru</i>	Selat Bali	Visual	1	N/A	N/A	N/A	11 cm - 16 cm	N/A	15 ikan	1 μ m - 5 mm	N/A	Fiber	N/A	Pelagis - neritic	Zooplankton	Gastrointestinal	Coketal., (2019)
3	Indonesia	<i>Lutjanus</i> sp	Ancol	Visual	10	N/A	N/A	N/A	23.75 cm	N/A	15 ikan	\leq 5 mm	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	Gastrointestinal	Dian (2016)
4	Indonesia	<i>Epinephelus</i> sp	Ancol	Visual	6	N/A	N/A	N/A	25.5 cm	N/A	15 ikan	\leq 5 mm	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	Gastrointestinal	Dian (2016)
5	Indonesia	<i>Lutjanus</i> sp	Palabuhanratu	Visual	18	N/A	N/A	N/A	27.65 cm	N/A	15 ikan	\leq 5 mm	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	Gastrointestinal	Dian (2016)
6	Indonesia	<i>Epinephelus</i> sp	Palabuhanratu	Visual	14	N/A	N/A	N/A	24.6 cm	N/A	15 ikan	\leq 5 mm	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	Gastrointestinal	Dian (2016)
7	Indonesia	<i>Lutjanus</i> sp	Labuan	Visual	18	N/A	N/A	N/A	29.8 cm	N/A	15 ikan	\leq 5 mm	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	Gastrointestinal	Dian (2016)
8	Indonesia	<i>Epinephelus</i> sp	Labuan	Visual	13	N/A	N/A	N/A	27 cm	N/A	15 ikan	\leq 5 mm	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	Gastrointestinal	Dian (2016)
9	Indonesia	<i>Euthynnus</i> sp	Pulau Mandangan, Sampang (st 1)	FT-IR	2	276 g	23 cm	27 cm	N/A	15,25 gr	3 ikan	\leq 5 mm	N/A	Film	PET, PE, EPDM, PVC & PES	Pelagis	Karnivor	Gastrointestinal	Fitra (2019)

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Poli mer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
10	Indonesia	<i>Euthynnus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampan g (st 1)	FT-IR	3	280 g	23 cm	24 cm	N/A	98,89 gr	3 ikan	≤ 5 mm	N/A	Film	PET, PE, EPD M, PVC & PES	Pelagis	Karnivor	Gastrointestinal	Fitra (2019)
11	Indonesia	<i>Euthynnus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampan g (st 1)	FT-IR	5	271 g	22 cm	25 cm	N/A	19,12 gr		≤ 5 mm	N/A	Film	PET, PE, EPD M, PVC & PES	Pelagis	Karnivor	Gastrointestinal	Fitra (2019)
12	Indonesia	<i>Sardinella lemuru</i>	Pulau Mandangin, Sampan g (st 1)	FT-IR	5	123 g	19 cm	21 cm	N/A	3,35 gr		≤ 5 mm	N/A	Film	PET, PE, EPD M, PVC & PES	Pelagis	Fitoplankton & Zooplankton	Gastrointestinal	Fitra (2019)
13	Indonesia	<i>Sardinella lemuru</i>	Pulau Mandangin, Sampan g (st 1)	FT-IR	5	237 g	22 cm	23 cm	N/A	17,35 gr		≤ 5 mm	N/A	Film	PET, PE, EPD M, PVC & PES	Pelagis	Fitoplankton & Zooplankton	Gastrointestinal	Fitra (2019)
14	Indonesia	<i>Sardinella lemuru</i>	Pulau Mandangin, Sampan g (st 1)	FT-IR	3	150 g	20 cm	22 cm	N/A	20,3 gr		≤ 5 mm	N/A	Film	PET, PE, EPD M, PVC & PES	Pelagis	Fitoplankton & Zooplankton	Gastrointestinal	Fitra (2019)
15	Indonesia	<i>Epinephelus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampan g (st 2)	FT-IR	3	228 g	21 cm	24 cm	N/A	9,54 gr		3 ikan	≤ 5 mm	N/A	Film & Fiber	EPD M, P ES, PE, PET & PVC	Demersal	Lumpur & Pasir	Gastrointestinal

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Poli mer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
16	Indonesia	<i>Epinephelus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	FT-IR	1	60 g	13 cm	16 cm	N/A	2,72 gr	3 ikan	≤ 5 mm	N/A	Film & Fiber	EPD M, PES, PE, PET & PVC	Demersal	Lumpur & Pasir	Gastrointestinal	Fitra (2019)
17	Indonesia	<i>Epinephelus</i> sp	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	FT-IR	3	70 g	14 cm	17 cm	N/A	4,27 gr		≤ 5 mm	N/A	Film & Fiber	EPD M, PES, PE, PET & PVC	Demersal	Lumpur & Pasir	Gastrointestinal	Fitra (2019)
18	Indonesia	<i>Nemipterus</i> p	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	FT-IR	1	100 g	15 cm	19 cm	N/A	4,51 gr		≤ 5 mm	N/A	Film & Fiber	EPD M, PES, PE, PET & PVC	Demersal	Lumpur & Pasir	Gastrointestinal	Fitra (2019)
19	Indonesia	<i>Nemipterus</i> p	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	FT-IR	4	114 g	16 cm	19 cm	N/A	6,24 gr		≤ 5 mm	N/A	Film & Fiber	EPD M, PES, PE, PET & PVC	Demersal	Lumpur & Pasir	Gastrointestinal	Fitra (2019)
20	Indonesia	<i>Nemipterus</i> p	Pulau Mandangin, Sampang (st 2)	FT-IR	6	91 g	14,5 cm	18 cm	N/A	6,24 gr		≤ 5 mm	N/A	Film & Fiber	EPD M, PES, PE, PET & PVC	Demersal	Lumpur & Pasir	Gastrointestinal	Fitra (2019)
21	Indonesia	<i>Scarus quoyi</i>	Pulau Jawa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen 100%	N/A	Reef associated	Herbivor	N/A	Ismail <i>et al.</i> , (2018)
22	Indonesia	<i>Chaetodon guttatissimus</i>	Pulau Jawa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen 100%	N/A	Reef associated	Herbivor	N/A	Ismail <i>et al.</i> , (2018)

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
23	Indonesia	<i>Priachantust ayanus</i>	Pulau Jawa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen 100%	N/A	Reef associated	Herbivor	N/A	Ismail <i>et al.</i> , (2018)
24	Indonesia	<i>Valamugilse heli</i>	Pulau Jawa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen 95%, Fiber 5%	N/A	Reef associated	Herbivor	N/A	Ismail <i>et al.</i> , (2018)
25	Indonesia	<i>lutjanuslutjanus</i>	Pulau Jawa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen 93,29%, Fiber 6,71%	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Ismail <i>et al.</i> , (2018)
26	Indonesia	<i>Lethrinusatkisoni</i>	Pulau Jawa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen 99,39%, Fiber 0,61%	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Ismail <i>et al.</i> , (2018)
27	Indonesia	<i>Plectorhinchus chrysotaenia</i>	Pulau Jawa	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen 94,81%, Fiber 5,19%	N/A	Reef associated	Omnivor	N/A	Ismail <i>et al.</i> , (2018)
28	Indonesia	<i>Epinephelus</i> sp	Pelabuhan Ratu & Ancol	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber Dominan	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Hapitasari (2016)
29	Indonesia	<i>Lutjanus</i> sp	Pelabuhan Ratu & Ancol	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber Dominan	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Hapitasari (2016)
30	Indonesia	<i>Johnius</i> sp	Teluk Pandangan	N/A	Total Jumlah Partikel 1193	84,4 g	N/A	175,1 cm	N/A	0,4 g	N/A	0.12 to 5 mm	Merah, Hitam, Hijau dan Biru	Fragmen 52,33%, Fiber 25,78%	N/A	Demersal	Omnivor	Gastrointestinal	Ismail <i>et al.</i> , (2019)

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
31	Indonesia	<i>Trichiurus</i> sp	Teluk Pangandaran	N/A		50,5 g	N/A	278,8 cm	N/A	1,6 g	N/A	0.12 to 5 mm	Merah, Hitam, Hijau dan Biru	Fragmen 43,37%, Fiber 37,66%	N/A	Bentopelagis	Karnivor	Gastrointestinal	Ismail <i>et al.</i> , (2019)
32	Kolombia	<i>Sciades proop</i>	Cispata (Navío Mangrove)	N/A	N/A	470 g	24 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
33	Kolombia	<i>Notarius bonillai</i>	Cispata (Navío Mangrove)	N/A	N/A	390 g	27 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
34	Kolombia	<i>Cathorops mapale</i>	Cispata (Navío Mangrove)	N/A	N/A	120 g	20 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
35	Kolombia	<i>Trachelyopterus insignis</i>	Cispata (Navío Mangrove)	N/A	N/A	70 g	16 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
36	Kolombia	<i>Cynoscion rescens</i>	Cispata (Navío Mangrove)	N/A	N/A	53 g	13 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
37	Kolombia	<i>Tylosurus acus</i>	Cispata (Navío Mangrove)	N/A	N/A	240 g	43 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
38	Kolombia	<i>Caranx hippos</i>	Cispata (Navío Mangrove)	N/A	N/A	51 g	15 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
39	Kolombia	<i>Elopssaurus</i>	Cispata (Navío Mangrove)	N/A	N/A	154 g	23 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
40	Kolombia	<i>Epinephelus tajara</i>	Cispata (Navío Mangrove)	N/A	N/A	780 g	38 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
41	Kolombia	<i>Caquetaiakr aussii</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	89 g	15 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
42	Kolombia	<i>Diapterussp</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	38 g	11 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
43	Kolombia	<i>Trachinotus blochii</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	100 g	14 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Pelagis	Omnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
44	Kolombia	<i>Centropomusundecimalis</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	426 g	29 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Film	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
45	Kolombia	<i>Centropomuspectinatus</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	100 g	19 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Film	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
46	Kolombia	<i>Centropomus sensiferus</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	114 g	19 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Film	N/A	Reef associated	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
47	Kolombia	<i>Megalops atlanticus</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	534 g	31 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filament, film, foam, fragment	N/A	Pelagis	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
48	Kolombia	<i>Mugil curema</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	130 g	27 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filament, film, foam, fragment	N/A	Bentopelagis	Herbivore-detritiv	N/A	Froese and Pauly (2019).
49	Kolombia	<i>Mugil liza</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	620 g	42 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filament, film, foam, fragment	N/A	Bentopelagis	Herbivore-detritiv	N/A	Froese and Pauly (2019).
50	Kolombia	<i>Mugil incilis</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	193 g	21 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragment, film, foam, filament	N/A	Bentopelagis	Herbivore-detritiv	N/A	Froese and Pauly (2019).
51	Kolombia	<i>Eugerresplumieri</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	103 g	13 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragment, film, foam, filament	N/A	Demersal	Karnivore-detritiv	N/A	Froese and Pauly (2019).
52	Kolombia	<i>Caranx latus</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	87 g	14 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filament, fragment	N/A	Reef associated	Karnivore-plantivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
53	Kolombia	<i>Eucinostomus argenteus</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	300 g	14 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filament, fragment	N/A	Pelagis	Omnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
54	Kolombia	<i>Megalops atlanticus</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	297 g	27 cm	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filament, fragment	N/A	Pelagis	Karnivor	N/A	Froese and Pauly (2019).
55	Meksiko	<i>Caranx hippos</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Pelagis	Karnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)
56	Meksiko	<i>Albulavulpes</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)
57	Meksiko	<i>Centropomus spectinatus</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)
58	Meksiko	<i>Conodon nobilis</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)
59	Meksiko	<i>Cynoscion ar enarius</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)
60	Meksiko	<i>Brevoortia gunteri</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Pelagis	Omnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)
61	Meksiko	<i>Mugil curema</i>	Muara Tecolutla	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Pelagis	Omnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
62	Meksiko	<i>Mugil cephalus</i>	Tecolutl a estuary	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Pelagis	Omnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)
63	Meksiko	<i>Ariopsisfelis</i>	Tecolutl a estuary	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Omnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)
64	Meksiko	<i>Diapterus auratus</i>	Tecolutl a estuary	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber	N/A	Demersal	Omnivor	N/A	Sánchez-Hernández (2018)
65	Spanyol	<i>Mullus surmuletus</i>	Pulau Mallorca	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Filamen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Alomar <i>et al.</i> , (2017)
66	Taiwan	<i>Mugil</i> spp	TelukLauca & Vanua Navakavu, Siji	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Film, fiber, fragmen	N/A	Pelagic - neritic	Omnivor	N/A	Ferreira <i>et al.</i> , (2020)
67	Taiwan	<i>Siganus</i> spp	TelukLauca & Vanua Navakavu, Siji	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Film, fiber, fragmen	N/A	Bentopelagis	Herbivor	N/A	Ferreira <i>et al.</i> , (2020)
68	Taiwan	<i>Lutjanus</i> spp	TelukLauca & Vanua Navakavu, Siji	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Film, fiber, fragmen	N/A	Bentopelagis	Karnivor	N/A	Ferreira <i>et al.</i> , (2020)
69	Taiwan	<i>Lethrinus</i> spp	TelukLauca & Vanua Navakavu, Siji	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Film, fiber, fragmen	N/A	Bentopelagis	Karnivor	N/A	Ferreira <i>et al.</i> , (2020)

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat P encernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
70	Taiwan	<i>Chanoschanos</i>	TelukLauca & Vanua Navakavu, Siji	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Film, fiber, fragmen	N/A	Bentopelagis	Omnivor	N/A	Ferreira <i>et al.</i> , (2020)
71	Bangladesh	<i>Harpadontr anslucens</i>	TelukBe ngala	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Ferreira <i>et al.</i> , (2020)
72	Bangladesh	<i>Harpadonne hereus</i>	TelukBe ngala	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber	N/A	Bentopelagis	Plantivor	N/A	Ferreira <i>et al.</i> , (2020)
73	Bangladesh	<i>Sardinella gibbosa</i>	TelukBe ngala	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber	N/A	Pelagis	Karnivor	N/A	Ferreira <i>et al.</i> , (2020)
74	Spanyol	<i>Scombercalias</i>	Pulau Canarias	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragment, film, fiber	N/A	Pelagis - neritic	Karnivor-planktivor	N/A	Herrera <i>et al.</i> , (2019)
75	Brazil	<i>Cathoropsag assizii</i>	Goiana estuary	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber, fragmen	N/A	Bentopelagis	Karnivor	N/A	Possatto <i>et al.</i> , (2011)
76	Brazil	<i>Cathoropssp ixii</i>	Goiana estuary	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber, fragmen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Possatto <i>et al.</i> , (2011)
77	Brazil	<i>Sciadesherz bergii</i>	Goiana estuary	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber, fragmen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Possatto <i>et al.</i> , (2011)
78	China	<i>Mugil cephalus</i>	Hong Kong coastal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber, fragmen, film	N/A	Bentopelagis	Omnivor	N/A	Cheung <i>et al.</i> , (2018)
79	Chili	<i>Cheilopogon rapanouiensis</i>	Pulau Pascua	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, filamen	N/A	Pelagis - neritic	Karnivor-planktivor	N/A	Chagnonet <i>et al.</i> , (2018)
80	Chili	<i>Thunnus albacares</i>	Pulau Pascua	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, filamen	N/A	Pelagis	Karnivor-planktivor	N/A	Chagnonet <i>et al.</i> , (2018)

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standart Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
81	Yunani	<i>Sardinapilchardus</i>	Pulau Corfu	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber, fragmen	N/A	Pelagis - neritic	Karnivor-planktivor	N/A	Digkaet <i>al.</i> , (2018)
82	Yunani	<i>Pagelluseryt hrinus</i>	Pulau Corfu	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber, fragmen	N/A	Bentopelagis	Omnivor	N/A	Digkaet <i>al.</i> , (2018)
83	Yunani	<i>Mullus barbatus</i>	Pulau Corfu	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fiber, fragmen	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Digkaet <i>al.</i> , (2018)
84	Pesisir Panama, Ecuador, Peru & Chile	<i>Odontesthes regia</i>		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Filamen, Film	N/A	Pelagis - neritic	Planktivor	N/A	Oryet <i>al.</i> , (2018)
85	Pesisir Panama, Ecuador, Peru & Chile	<i>Scomber japonicus</i>		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Filamen, Film	N/A	Pelagis - neritic	Planktivor	N/A	Oryet <i>al.</i> , (2018)
86	Pesisir Panama, Ecuador, Peru & Chile	<i>Cetengraulis mysticetus</i>		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Filamen, Film	N/A	Pelagis - neritic	Planktivor	N/A	Oryet <i>al.</i> , (2018)
87	Pesisir Panama, Ecuador, Peru & Chile	<i>Opisthonema libertate</i>		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Filamen, Film	N/A	Pelagis - neritic	Planktivor	N/A	Oryet <i>al.</i> , (2018)
88	Pesisir Panama, Ecuador, Peru & Chile	<i>Engraulis ringens</i>		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Filamen, Film	N/A	Pelagis - neritic	Planktivor	N/A	Oryet <i>al.</i> , (2018)

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	BeratP encernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
89	Inggris	<i>Merlangius merlangus</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Pelagis	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)
90	Inggris	<i>Micromesistius poutassou</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Pelagis	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)
91	Inggris	<i>Trachurus trachurus</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Pelagis	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)
92	Inggris	<i>Trisopterus minutus</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Pelagis	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)
93	Inggris	<i>Zeus faber</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Pelagis	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)
94	Inggris	<i>Aspitriglaculus</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)
95	Inggris	<i>Callionymus lyra</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)

No	Negara	Genus / Spesies	Lokasi Sampling	Teknik Identifikasi	Total MPs / Spesies	Berat Ikan	Panjang Standard Ikan	Panjang Total Ikan	Ukuran Panjang Ikan	Berat Pencernaan Ikan	Jumlah Sampel	Rentang Ukuran	Warna MPs	Bentuk Dominan	Polimer Dominan	Habitat	Feeding Habit	Organ Ikan	Referensi
96	Inggris	<i>Cepola macrophthalma</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)
97	Inggris	<i>Buglossium luteum</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)
98	Inggris	<i>Microchirus variegatus</i>	Perairan pesisir Plymouth baratdaya	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Fragmen, Fiber, Film	N/A	Demersal	Karnivor	N/A	Lusher <i>et al.</i> , (2013)
99	Samudra Atlantik Timur Laut	<i>D. labrax</i>		N/A	2,5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	<100 - 5000	N/A	Fiber, fragmen	PE, PS	Demersal	Karnivor	GI, daging, insang	Barboza <i>et al.</i> (2020)
100	Malaysia	<i>E. tridactylum</i>		N/A	10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	149 - 40.000	N/A	Fragmen	PE	Pelagis - neritic	Karnivor	GI, insang	Karbalei <i>et al.</i> (2019)

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara yang lahir di Surabaya, 14 Februari 1995. Penulis memulai pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri Sawunggaling VII/388 Surabaya pada tahun 2001 hingga 2007. Dilanjutkan dengan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 22 Surabaya pada tahun 2007 hingga 2010. Kemudian melanjutkan jenjang sekolahnya di SMA Intensif Taruna Pembangunan Surabaya pada tahun 2010 hingga 2013. Setelah itu melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SBMPTN dari tahun 2013 hingga kini. Penulis juga sebagai kader lingkungan di kota Surabaya dan memiliki banyak pengalaman kerja terutama di bidang *FNB* dan marketing.

