

**ANALISIS MIKROPLASTIK DAN PLANKTON DI KAWASAN ESTUARI
DUSUN KEPETINGAN KABUPATEN SIDOARJO**

SKRIPSI



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

Disusun Oleh:

**LINDA SETYA RAHMAWATI
NIM: H01218007**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Linda Setya Rahmawati
NIM : H01218007
Program Studi : Biologi
Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: “ANALISIS MIKROPLASTIK DAN PLANKTON DI KAWASAN ESTUARI DUSUN KEPETINGAN KABUPATEN SIDOARJO”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 05 Juli 2023
Yang menyatakan.



METERAI
TEMPEL
EBEAKX433847301

Linda Setya Rahmawati
NIM. H01218007

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

Analisis Mikroplastik dan Plankton di Kawasan
Estuari Dusun Kepetingan Kabupaten Sidoarjo

Diajukan oleh :

Linda Setya Rahmawati

NIM: H01218007

Telah diperiksa dan disetujui
di Surabaya, 27 Juni 2023

Dosen Pembimbing Utama



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

Dosen Pembimbing Pendamping



Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc
NIP. 199111112019032026

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Linda Setya Rahmawati ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 05 Juli 2023

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I



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

Penguji II



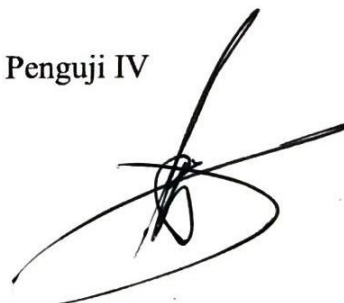
Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc
NIP. 199111112019032026

Penguji III



Misbakhul Munir, S.Si., M.Kes
NIP. 198107252014031002

Penguji IV



Eko Teguh Pribadi, S.KM., M.Kes
NIP. 198001152014031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

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

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Linda Setya Rahmawati
NIM : H01218007
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Biologi
E-mail address : lindasetyar@gmail.com

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

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

ANALISIS MIKROPLASTIK DAN PLANKTON DI KAWASAN ESTUARI DUSUN
KEPETINGAN KABUPATEN SIDOARJO

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

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

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 5 Juli 2023

Penulis

(Linda Setya Rahmawati)

ABSTRAK

ANALISIS MIKROPLASTIK DAN PLANKTON DI KAWASAN ESTUARI DUSUN KEPETINGAN KABUPATEN SIDOARJO

Sampah plastik saat ini menjadi salah satu masalah global yang memiliki dampak besar baik bagi lingkungan maupun makhluk hidup. Persoalan mengenai sampah plastik tiada hentinya diperbincangkan karena mengganggu kehidupan ekosistem terutama di perairan. Sampah plastik yang tidak terkelola akan terbuang begitu saja ke lingkungan dan berakhir di wilayah perairan. Sampah-sampah plastik yang berasal dari hulu akan hanyut dan terbawa oleh arus menuju hilir sungai. Sampah-sampah yang hanyut di berbagai aliran anak sungai di Sidoarjo dengan arah aliran menuju muara akan terbawa memasuki perairan estuari Kabupaten Sidoarjo. Seiring berjalannya waktu, sampah plastik akan terdegradasi menjadi plastik berukuran kecil (<5 mm) yang disebut dengan partikel mikroplastik. Cemaran mikroplastik yang ada perairan terkandung dalam air, sedimen, dan biota sehingga bisa saja mengganggu kehidupan didalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cemaran mikroplastik pada air dan menghitung kelimpahan plankton di perairan estuari Kepetingan Kabupaten Sidoarjo serta mengetahui jenis polimer plastik yang ditemukan. Analisis mikroplastik dilakukan dengan menghitung dan menganalisis bentuk dan kelimpahan mikroplastik dari 3 lokasi sampling serta melakukan uji FTIR untuk mengetahui jenis polimer plastik. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya 3 bentuk mikroplastik meliputi fragmen, fiber, dan film. Jumlah total mikroplastik yang ditemukan pada sampel air sebanyak 64 partikel dengan komposisi 7 partikel fragmen, 52 partikel fiber, dan 5 partikel film. Jumlah kelimpahan mikroplastik pada sampel air pada titik lokasi dekat pemukiman sebanyak 0,27 partikel/L, lokasi dekat mangrove sebanyak 0,23 partikel/L, dan lokasi dekat muara sebanyak 0,14 partikel/L. Berdasarkan hasil uji FTIR polimer plastik yang ditemukan pada ketiga sampel air yang teranalisis adalah jenis polimer Nylon/*polyamide*. Untuk analisis plankton dilakukan dengan mengidentifikasi dan menghitung kelimpahannya. Hasil penelitian ini menunjukkan pada lokasi dekat pemukiman ditemukan sebanyak 304 individu dengan kelimpahan 66880 ind/L, lokasi dekat mangrove sebanyak 135 individu dengan kelimpahan 29700 ind/L, dan lokasi dekat muara sebanyak 122 individu dengan kelimpahan 26840 ind/L.

Kata Kunci: Estuari, Mikroplastik, Plankton, FTIR

ABSTRACT

ANALYSIS OF MICROPLASTIC AND PLANKTON IN THE ESTUARY AREA OF KEPETINGAN VILLAGE, SIDOARJO DISTRICT

Plastic waste is currently one of the global problems that has a major impact on both the environment and living things. The issue of plastic waste is constantly being discussed because it disrupts the life of ecosystems, especially in waters. Unmanaged plastic waste will simply be thrown into the environment and end up in water areas. Plastic waste that comes from upstream will be washed away and carried by the current to the downstream of the river. The waste that drifts in various tributary streams in Sidoarjo with the direction of flow towards the estuary will be carried into the estuary waters of Sidoarjo Regency. Over time, plastic waste will degrade into small-sized plastics (<5 mm) called microplastic particles. Microplastic pollution in waters is contained in water, sediment and biota so that it can interfere with life in it. This study aims to determine the microplastic contamination of water and calculate the abundance of plankton in the Kepetingan estuary waters of Sidoarjo Regency and determine the type of plastic polymer found. Microplastic analysis was carried out by calculating and analyzing the shape and abundance of microplastics from 3 sampling locations and conducting FTIR tests to determine the type of plastic polymer. The results of this study showed the presence of 3 forms of microplastics including fragments, fibers, and films. The total number of microplastics found in water samples was 64 particles with a composition of 7 fragment particles, 52 fiber particles, and 5 film particles. The abundance of microplastics in water samples at the location point near the settlement was 0.27 particles/L, the location near the mangrove was 0.23 particles/L, and the location near the estuary was 0.14 particles/L. Based on the results of the FTIR test, the plastic polymers found in the three analyzed water samples are Nylon/polyamide polymer types. Plankton analysis was conducted by identifying and calculating their abundance. The results of this study showed that at the location near the settlement there were 304 individuals with an abundance of 66880 ind/L, the location near the mangrove was 135 individuals with an abundance of 29700 ind/L, and the location near the estuary was 122 individuals with an abundance of 26840 ind/L.

Keywords: *Estuary, Microplastics, Plankton, FTIR*

DAFTAR ISI

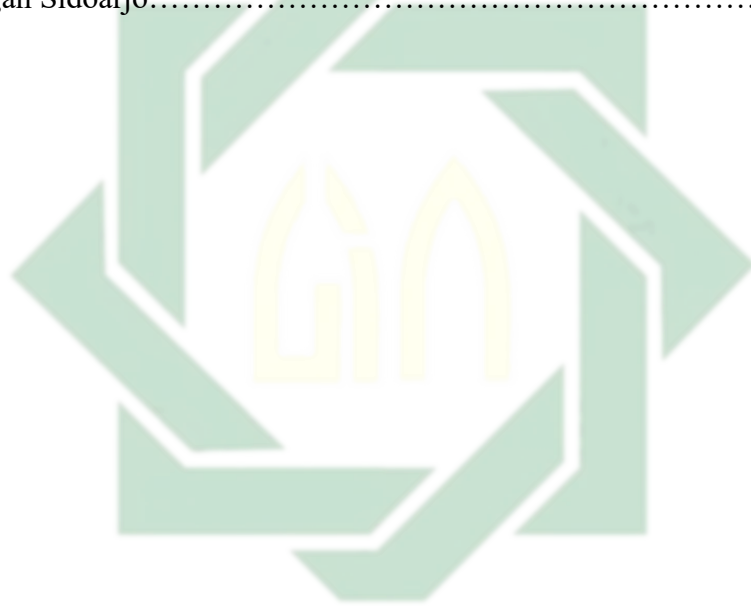
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian.....	9
1.4 Manfaat Penelitian.....	10
1.5 Batasan Penelitian	10
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Kawasan Estuari.....	12
2.2 Plastik.....	16
2.3 Mikroplastik pada Air	17
2.4 Dampak Mikroplastik.....	19
2.5 Plankton.....	20
2.5.1 Fitoplankton	22
2.5.2 Zooplankton	23
2.5.3 Spektroskopi FTIR	24
BAB III	
METODE PENELITIAN	30
3.1 Rancangan Penelitian	30
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	31

3.3	Alat dan Bahan Penelitian	32
3.4	Prosedur Penelitian.....	33
3.4.1	Pengambilan Sampel	33
3.4.2	Preparasi Sampel	33
3.4.3	Identifikasi.....	34
3.5	Analisis Data	36
BAB IV		
HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik di Kawasan Perairan Estuari Kepetingan	38
4.2	Analisis Hasil Uji FTIR Jenis Polimer Plastik.....	42
4.3	Kelimpahan Plankton di Perairan Estuari Kepetingan.....	46
BAB V		
KESIMPULAN DAN SARAN		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN.....		65

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Referensi FTIR Polimer <i>Nylon/Polyamide</i>	27
Tabel 2.2 Studi Referensi FTIR Polimer <i>Polystyrene</i>	28
Tabel 2.3 Studi Referensi FTIR Polimer PVC.....	29
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	32
Tabel 4.1 Indeks Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Estuari Kepetingan.....	38
Tabel 4.2 Hasil Analisis Puncak Bilangan Gelombang Uji FTIR Sampel T1.....	43
Tabel 4.3 Hasil Analisis Puncak Bilangan Gelombang Uji FTIR Sampel T2.....	43
Tabel 4.4 Hasil Analisis Puncak Bilangan Gelombang Uji FTIR Sampel T3.....	44
Tabel 4.5 Plankton yang Ditemukan di Perairan Estuari Kepetingan.....	46
Tabel 4.6 Kelimpahan Plankton di Perairan Estuari Kepetingan Sidoarjo.....	47
Tabel 4.7 Data Penelitian Sebelumnya Mikroplastik pada Sedimen di Estuari Kepetingan Sidoarjo.....	53



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 a. Kondisi sampah di dekat pemukiman warga sepanjang jalur sungai, b. Kondisi sampah di permukaan air dekat pintu masuk menuju muara (Dok. Pribadi, 2022).....	13
Gambar 2.2 Bentuk-bentuk mikroplastik, a. Fragmen, b. Pellet, c. Fiber, d. Film, e. Lembaran, f. Foam (Sumber: Zhang <i>et al.</i> , 2015).....	18
Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel	31
Gambar 4.1 Indeks Rata-rata Kelimpahan Mikroplastik di Kawasan Estuari Kepetingan	38
Gambar 4.2 Bentuk Mikroplastik di Kawasan Estuari Kepetingan, a. Fragmen, b. Fiber, c. Film (Dok. Pribadi, 2022).....	39
Gambar 4.3 Hasil Spektrum FTIR Polimer Plastik a. Sampel T1, b. Sampel T2, c. Sampel T3.....	42
Gambar 4.4 Kelimpahan Plankton di Perairan Estuari Kepetingan.....	49



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengambilan Sampel.....	65
Lampiran 2 Dokumentasi Preparasi Sampel.....	65
Lampiran 3 Dokumentasi Identifikasi Sampel.....	65
Lampiran 4 Dokumentasi Spesies Plankton.....	66



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan sebuah tempat atau wadah pengaliran air yang dibatasi kanan kirinya oleh mata air dan muara, serta sepanjang alirannya dibatasi oleh garis sempadan. Dari sisi hidrologi, sungai memiliki salah satu peran penting yaitu sebagai jalur transportasi perairan yang dapat mengangkut segala macam bahan dan zat. Sungai adalah salah satu habitat bagi bermacam-macam jenis biota atau organisme akuatik sebagai gambaran secara kuantitas maupun kualitas dari hubungan ekologis yang terdapat didalamnya, termasuk juga dalam perubahan yang terjadi akibat aktivitas manusia (Barus, 2004).

Dusun Kepetingan merupakan salah satu dusun terpencil dekat pesisir yang lokasinya berada di Desa Sawohan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo. Wilayah Dusun Kepetingan dikelilingi oleh hutan mangrove dan tambak-tambak. Selain budidaya tambak, Dusun Kepetingan memiliki wisata religi yaitu makam Dewi Sekardadu. Maka dari itu, kondisi perairan di Dusun Kepetingan memungkinkan dipengaruhi oleh banyaknya sampah organik maupun anorganik sehingga diduga dapat berpengaruh terhadap kualitas sungai akibat limbah domestik rumah tangga, limbah tambak, maupun industri. Sungai di Dusun Kepetingan merupakan salah satu sungai selain Sungai Porong di Sidoarjo yang bermuara di Selat Madura.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nahdiyah (2016) yang mengukur beberapa parameter fisika kimia perairan meliputi kecerahan,

suhu, nitrat, fosfat, dan amonia di kawasan estuari Sungai Kepetingan membuktikan bahwa hasilnya tidak sesuai dengan standar baku mutu. Limbah industri turut menjadi salah satu penyebab kondisi sungai di Dusun Kepetingan mulai berubah. Beberapa industri yang diduga pembuangan limbahnya memasuki sungai yaitu industri bahan kimia organik, industri logam tembaga, dan juga industri perabot rumah tangga. Selain itu terdapat pula berbagai macam sampah rumah tangga dan tumpukan sisa pakan dari peternakan atau perikanan yang juga terbang dari tambak ke sepanjang sungai, tentunya hal ini dapat berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat sekitar yang memanfaatkan air sungai tersebut untuk kehidupan sehari-hari (Kusumastuti, 2009).

Selain itu, kondisi perairan estuari di Dusun Kepetingan tersebut dikelilingi oleh banyak vegetasi mangrove diduga sebagai tempat pembuangan akhir oleh masyarakat setempat berupa limbah domestik serta limbah pembuangan air tambak, sehingga warna air sungainya berubah menjadi coklat pekat dengan banyaknya sampah plastik yang mengapung di permukaan perairan. Maka dalam hal ini memungkinkan adanya cemaran mikroplastik pada sungai di Dusun Kepetingan dan tentunya dapat mempengaruhi biota yang terdapat didalamnya (Nahdiyah, 2016).

Sampah plastik merupakan salah satu permasalahan utama dalam hal pencemaran lingkungan baik di daratan maupun perairan. Berbagai macam sampah plastik dapat bertahan selama puluhan tahun sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan yang berkepanjangan. Hingga saat ini pun masih banyak sampah plastik yang dibuang ke lingkungan kemudian berakhir

mengapung dan terbawa arus di perairan, sehingga menimbulkan pengaruh besar bagi ekosistem yang ada didalamnya. Sampah plastik yang tidak dikelola dengan baik akan dibuang begitu saja sehingga hal tersebut menjadi salah satu sumber pencemar utama sungai-sungai di Indonesia. Salah satu penyebab dari pembuangan sampah plastik ilegal di badan sungai adalah karena 61% sampah plastik tidak terlayani oleh jasa pengumpulan sampah yang disediakan oleh pemerintah. Menurut The World Bank (2019) sebanyak 55% material pencemar yang terdapat di perairan Jawa adalah jenis plastik. *The National Plastic Action Partnership (NPAP)* Indonesia memperkirakan bahwa pada tahun 2017 sebanyak 620 ribu ton sampah jenis plastik telah memasuki perairan. Dari sekian jumlah tersebut, apabila tidak ada intervensi maka jumlahnya juga akan semakin meningkat sebanyak 30% menjadi 780.000 ton per tahun pada tahun 2025. Selain itu, berdasarkan Asosiasi Industri Plastik Indonesia dan Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan bahwasanya jumlah sampah jenis plastik di Indonesia pada tahun 2018 adalah sebanyak 64 juta ton, dan sebanyak 3,2 juta ton diantaranya langsung terbuang ke perairan (BPS, 2018).

Saat ini, sampah plastik sudah menjadi salah satu ancaman serius dalam ekosistem perairan. Menurut Carbery *et al* (2018) dalam penelitiannya menyatakan bahwa lebih dari 690 spesies yang ada di laut telah terdampak oleh sampah plastik, baik yang berukuran puing-puing maupun yang berukuran sangat kecil (mikro) yang telah terdeteksi dalam saluran pencernaan organisme dari berbagai tingkat trofik rantai makanan. Lambat laun, sampah-sampah plastik yang ukurannya besar akan mengalami proses

degradasi menjadi partikel-partikel yang lebih kecil sehingga dapat disebut dengan mikroplastik. Adapun dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Firmansyah (2021) yaitu menganalisis kandungan mikroplastik dalam sampel air, sedimen, dan kupang putih (*Corbula faba* Hinds) di muara sungai Kepetingan dan di laut terbuka (Selat Madura). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa seluruh sampel air, sedimen, dan kupang putih (*Corbula faba* Hinds) positif terkontaminasi oleh mikroplastik fragmen, fiber, dan film. Total kepadatan mikroplastik dalam sampel sedimen meliputi bentuk fiber 348 partikel/m³, fragmen 244 partikel/m³, dan film 144 partikel/m³. Kemudian untuk total kepadatan mikroplastik dalam sampel air meliputi bentuk fragmen 85.5 partikel/m³, film 71.3 partikel/m³, dan fiber 45.7 partikel/m³. Selanjutnya pada sampel kupang putih (*Corbula faba* Hinds) juga terkontaminasi mikroplastik yang didominasi oleh bentuk fiber 79-80%, fragmen 14-15%, dan film 5-7% (Firmansyah, 2021).

Proses degradasi plastik membutuhkan waktu yang sangat lama baik puluhan bahkan ratusan tahun. Pencemaran wilayah perairan yang bersumber dari kontaminan mikroplastik menjadi salah satu permasalahan global yang saat ini menjadi sorotan dunia. Sehingga dalam hal tersebut dapat memberikan gambaran bahwa penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari semakin lama maka akan semakin menjadi penyebab kerusakan ekologi yang diakibatkan oleh pembuangan sampah plastik yang tidak semestinya serta tidak mempertimbangkan dampak besar yang sewaktu-waktu akan terjadi dimasa mendatang (Galloway *et al.*, 2017). Oleh karena itu, kita sebagai manusia yang memiliki akal tidak sepatasnya merusak kelestarian

suatu perairan dengan cara apapun. Selain faktor alam, penyebab perubahan kualitas perairan juga disebabkan oleh ulah manusia itu sendiri tanpa memikirkan dampak kedepannya. Dalam hal tersebut Allah SWT telah memperingatkan manusia melalui Surat Ar-Rum/30:41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

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

Menurut tafsir oleh as-Sa’di/Syaikh Abdurrahman bin Nashir as-Sa’di (pakar tafsir abad 14 H), maksud dari “kerusakan di darat dan laut” yaitu rusaknya kehidupan mereka sehingga terjadi berbagai wabah penyakit dan lainnya. Dalam hal itu semua akibat dari apa yang telah mereka lakukan oleh tangan mereka (manusia) sendiri berupa pekerjaan yang sifatnya rusak dan merusak. Maksud dari “Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian (akibat) perbuatan mereka” yaitu agar mereka (manusia) mengerti bahwasanya Allah akan memberikan balasan yang sesuai atas (amal perbuatan) apa yang telah mereka lakukan. Maka dalam hal ini seperti contoh pencemaran air yang salah satunya bersumber dari pembuangan sampah, sampah yang masuk ke perairan akan mengganggu kehidupan dan ekosistem perairan dan juga kualitas airnya. Ayat diatas menggambarkan bahwa kerusakan alam yang terjadi saat ini tidak lain adalah akibat dari perbuatan tangan manusia itu sendiri. Sehingga inti dari ayat diatas tersebut yaitu bahwa dalam kelestarian lingkungan, Allah SWT telah menetapkan segala hubungan

dan keseimbangannya dengan baik sehingga semestinya harus terpelihara dan terjaga dengan baik agar apa yang alam berikan kepada kita baik pula.

Salah satu organisme yang mendiami ekosistem air tawar adalah plankton. Plankton merupakan organisme renik yang pergerakannya tergantung oleh arus di perairan. Plankton dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu fitoplankton (alga) dan zooplankton (plankton hewan). Fitoplankton merupakan tumbuhan renik atau berukuran mikroskopis yang dapat melakukan fotosintesis karena memiliki klorofil, sehingga dalam lingkungan ia berperan sebagai produsen primer. Sedangkan zooplankton merupakan hewan renik yang berukuran mikroskopis yang berperan dalam hal pemindahan energi dari produsen primer (fitoplankton) ke tingkat konsumen yang lebih tinggi yaitu seperti larva ikan, kerang, udang, serangga akuatik, maupun ikan-ikan kecil (Odum, 1993).

Plankton tidak dapat dilihat dengan mata telanjang (mikroskopis), akan tetapi peran plankton sangat penting bagi ekosistem perairan. Hal tersebut dikarenakan plankton berperan sebagai produsen primer yang memenuhi kebutuhan energi bagi organisme lain yang tingkatannya lebih tinggi atau sebagai mata rantai utama dalam jaring makanan. Sehingga dalam hal ini menunjukkan bahwa ciptaan Allah SWT tidak ada satupun yang sia-sia, karena sekecil apapun ciptaan-Nya tetap memiliki manfaat yang penting dan peranannya masing-masing. Oleh karena itu, Allah SWT berfirman dalam Surat Al-Anbiya'/21:16 yang berbunyi:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَاعِبِينَ

Artinya: *“Dan tidaklah kami menciptakan langit dan bumi dan segala sesuatu yang ada diantara keduanya dengan bermain-main”*. (QS. Al-Anbiya’/21:16).

Menurut tafsir as-Sa’di/Syaikh Abdurrahman bin Nashir as-Sa’di (pakar tafsir abad 14), dalam surat Al-Anbiya’ ayat 16 ini Allah SWT telah memberitahukan bahwa Allah tidak menciptakan langit, bumi dan seisinya dengan sia-sia tanpa adanya manfaat. Justru Allah SWT menciptakan dengan dasar kebenaran untuk tujuan yang benar agar dapat membuktikan kepada para hamba-Nya bahwa Dialah Dzāt Yang Maha Pencipta lagi Maha Agung, dan Maha Bijaksana yang memegang seluruh aspek kesempurnaan.

Plankton merupakan organisme memiliki peranan yang sangat penting untuk menunjang keberlangsungan hidup biota atau organisme lainnya dalam suatu perairan. Hal tersebut dikarenakan fitoplankton memiliki kemampuan berfotosintesis sehingga menghasilkan bahan organik yang kemudian berlanjut ke zooplankton, lalu ikan-ikan yang ukurannya lebih besar, hingga tingkatan terakhir pada ikan paus atau manusia yang menjadikan ikan sebagai bahan makanannya. Keberadaan mikroplastik dalam suatu perairan akan mempengaruhi kehidupan biota atau organisme perairan, salah satunya adalah plankton. Mikroplastik memiliki potensi mengancam yang lebih serius dibandingkan dengan material plastik berukuran besar. Organisme perairan seperti plankton yang mendiami tingkat trofik paling rendah memiliki pencernaan yang rentan terhadap mikroplastik, sehingga dapat berpengaruh pada organisme trofik tingkat tinggi melalui proses bioakumulasi. Mikroplastik ini dapat termakan oleh biota maupun organisme akuatik ketika

partikelnya menyerupai makanan, karena ukurannya yang tidak dapat dibedakan oleh organisme tersebut (Boerger *et al.*, 2010).

Mikroplastik dan plankton sangat berpengaruh terhadap ekosistem dan rantai makanan dalam suatu perairan. Mikroplastik dapat tertelan oleh zooplankton atau dapat menempel pada fitoplankton yang sama-sama berpotensi membahayakan organisme tersebut karena mikroplastik merupakan agen kontaminan. Menurut Browne (2011) kontaminan tersebut diduga berasal dari dua sumber, yaitu dari lingkungan perairan yang kemudian terakumulasi pada mikroplastik dan dari bahan kimia tambahan saat pembuatan mikroplastik itu sendiri. Kontaminan yang masuk ataupun teradsorpsi oleh plankton, maka akan mengakibatkan plankton tersebut mengalami gangguan fungsi kekebalan tubuh, stres fisiologis dan semakin lama akan dapat menimbulkan kematian. Berdasarkan dampak yang ditimbulkan dari adanya mikroplastik tersebut, maka keberadaan mikroplastik pada perairan dapat mempengaruhi kelimpahan plankton dan semakin lama akan mempengaruhi keanekaragaman plankton itu juga (Browne, 2011).

Penelitian terdahulu mengenai mikroplastik di Indonesia terutama perairan estuari tidak cukup banyak. Terdapat salah satu penelitian mengenai kelimpahan mikroplastik pada muara sungai DKI Jakarta dimana hasil penelitiannya didapatkan sebanyak 205 partikel/L, pada muara Gembong sebanyak 86 partikel/L, pada hutan bakau Jambi sebanyak 292 partikel/L, serta pada muara Bombong Batangas sebanyak 10.67 partikel/L (Permatasari & Radityaningrum, 2020). Penelitian-penelitian tersebut pun hanya fokus

mengkaji mengenai mikroplastik saja dan belum dibandingkan dengan objek biota atau mikrozoobentos yang juga penting sebagai bioindikator kualitas perairan. Data pencemaran mengenai mikroplastik di perairan air tawar Indonesia termasuk di wilayah estuari Sidoarjo yang tepatnya di Dusun Kepetingan masih sangat terbatas. Sementara potensi cemaran mikroplastik yang mungkin terjadi terhadap jumlah kelimpahan plankton khususnya yang berada di kawasan estuari juga perlu diketahui. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai seberapa besar cemaran mikroplastik yang berada di Kawasan perairan estuari Dusun Kepetingan, Kabupaten Sidoarjo.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana bentuk dan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel air sungai estuari Dusun Kepetingan, Kabupaten Sidoarjo?
- b. Apa jenis polimer plastik yang terdapat pada sampel air mikroplastik?
- c. Bagaimana jumlah dan kelimpahan plankton yang ditemukan pada sampel air sungai estuari Dusun Kepetingan, Kabupaten Sidoarjo?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui bentuk dan kelimpahan mikroplastik yang ada pada sampel air estuari Dusun Kepetingan, Kabupaten Sidoarjo.
- b. Mengetahui jenis polimer plastik dalam sampel air mikroplastik.
- c. Mengetahui jumlah dan kelimpahan plankton yang ada pada sampel air sungai estuari Dusun Kepetingan, Kabupaten Sidoarjo.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah:

a. Bagi masyarakat

Diharapkan hasil yang didapat dari penelitian ini digunakan sebagai sumber referensi dan sumber informasi mengenai cemaran mikroplastik di kawasan estuari atau muara sungai.

b. Bagi peneliti lain atau akademisi

Diharapkan dapat dijadikan sumber data maupun bahan perbandingan mengenai penelitian mikroplastik.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian dalam penelitian ini antara lain:

a. Sampel air diambil di perairan estuari Dusun Kepetingan Kabupaten Sidoarjo yang meliputi 3 titik pengambilan sampel (dekat pemukiman, dekat mangrove, dan dekat muara sungai).

b. Pengambilan sampel di setiap lokasi sebanyak 100 liter air dengan pengulangan sebanyak 10 kali menggunakan ember kapasitas 10 liter diambil pada bagian permukaan sungai dan disaring menggunakan plankton net. Sampel air yg tersaring dituang untuk 2 sampel yaitu sampel mikroplastik dan sampel plankton.

c. Analisis mikroplastik hanya meliputi bentuk, jumlah, dan kelimpahan mikroplastik, serta instrumen FTIR meliputi jenis polimer plastik. Analisis plankton meliputi identifikasi spesies dan kelimpahan plankton.

- d. Penelitian ini tidak membahas spesifik mengenai jenis plankton, akan tetapi hanya melihat perbandingan jumlah dan kelimpahannya saja dalam 3 titik lokasi.
- e. Penelitian ini hanya menganalisis mengenai mikroplastik dan plankton tanpa mencantumkan parameter fisika-kimia perairan.
- f. Penelitian ini tidak mengambil sampel sedimen, akan tetapi hanya sebagai data pendukung saja.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kawasan Estuari

Estuari atau yang biasa disebut muara sungai merupakan kawasan percampuran antara air yang salinitasnya tinggi (laut) dengan air tawar. Muara sungai memiliki tingkat produktifitas yang tinggi, dikarenakan pada daerah tersebut terjadi penambahan bahan atau zat organik dan anorganik yang berasal dari daratan lalu mengalir ke aliran sungai atau perairan disekitarnya secara terus-menerus. Perairan kawasan estuari mempunyai variasi yang besar dalam hal parameter fisika maupun kimia sehingga sangat berpengaruh bagi biota maupun organisme yang ada didalamnya. Bahkan beberapa hewan invertebrata laut maupun ikan laut yang menjadikan kawasan estuari ini sebagai tempat kawin ataupun bermigrasi menuju habitat air tawar (Thoha, 2007).

Estuari merupakan wilayah muara yang menjadi tempat bermuaranya buangan dan *run off* dari daratan, sehingga estuari menjadi kawasan menumpuknya limbah dari daratan. Hal tersebut menjadikan estuari sebagai kawasan yang rentan terhadap gangguan dan kerusakan lingkungan. Disisi lain, kawasan estuari merupakan tempat menumpuknya nutrien sehingga memiliki produktivitas yang tinggi (Rangkuti *dkk.*, 2017). Akan tetapi fenomena yang terjadi saat ini mengenai mikroplastik telah mengontaminasi hampir di seluruh badan perairan. Berdasarkan hasil pengamatan pada kawasan perairan estuari Dusun Kepetingan Kec. Buduran menunjukkan

bahwa hampir sepanjang perjalanan menuju lokasi sampling terdapat banyak sampah yang mengapung bahkan hingga ada yang menutupi lajur jalan kapal.



Gambar 2.1 a. Kondisi sampah di dekat pemukiman warga sepanjang jalur sungai, b. Kondisi sampah di permukaan sungai dekat pintu masuk menuju muara (Dok. Pribadi, 2022)

Gambar dokumentasi diatas menunjukkan kondisi di sepanjang sungai dengan berbagai macam sampah yang terbuang dan terapung di permukaan air. Tumpukan sampah tersebut meliputi sampah plastik bekas makanan dan minuman, sterofoam bekas, popok bayi, sandal bekas, kaleng dan botol bekas, maupun kardus bekas yang tercampur menjadi satu sehingga terbawa oleh arus aliran sungai. Tumpukan sampah yang terbawa oleh arus di permukaan sungai tersebut akan terus berjalan mengikuti aliran air hingga memasuki kawasan estuari dan berakhir di lautan. Sampah-sampah tersebut lah yang menjadi sumber utama pencemaran mikroplastik di kawasan estuari pada penelitian ini. Karena sampah-sampah yang berukuran besar tersebut semakin lama akan mengalami degradasi melalui faktor-faktor alam hingga menjadi pecahan partikel plastik yang lebih kecil, bahkan sebelum memasuki wilayah estuari.

Estuari berasal dari bahasa latin yaitu *aestus* yang berarti pasang-surut. Rangkuti *dkk* (2017) pada bukunya mengatakan bahwa estuari dapat dibagi menjadi tiga segmen muara, yaitu:

1. Segmen pantai, atau bagian terendah dari estuari yang berhubungan langsung dengan laut terbuka.
2. Segmen tengah, yang dipengaruhi oleh salinitas tinggi dan tempat percampuran dengan air tawar (sungai).
3. Segmen hulu, yang ditandai dengan dominansi air tawar tetapi masih terpengaruh dengan gerakan pasang harian.

Menurut Genisa *et al* (1999) habitat estuari lebih subur (produktif) sehingga kawasan ini menjadi daerah asuhan yang baik bagi larva udang, ikan, dan kerang sehingga menjadikan estuari sebagai habitat sepanjang hidupnya. Selain memiliki fungsi ekologis, sebagian besar kawasan estuari dimanfaatkan oleh manusia sebagai tempat penangkapan dan budidaya perikanan seperti tambak, jalur transportasi, pelabuhan, atau bahkan kawasan industri (Tulungen *et al.*, 2003).

Estuari dapat disebut dengan zona transisi antara perairan laut dengan perairan tawar, sehingga memiliki ciri atau karakteristik yang khas (Rositasari dan Rahayu, 1994). Kombinasi antara air laut dan air tawar akan menghasilkan suatu komunitas yang khas dan bervariasi, antara lain:

1. Tempat bertemunya arus air tawar dengan arus pasang-surut air laut sehingga berpengaruh yang kuat terhadap sedimentasi dan biotanya.
2. Percampuran kedua massa air tersebut menghasilkan sifat fisik yang khas atau khusus sehingga tidak sama dengan masing-masing dari sifat air tawar maupun air laut itu sendiri.

3. Perubahan yang terjadi akibat adanya pasang-surut, sehingga suatu komunitas dalam perairan estuari harus menyesuaikan dengan lingkungan disekelilingnya.
4. Tingkat kadar garam (salinitas) di kawasan estuari bergantung pada pasang-surut air laut, aliran arus air tawar/sungai, serta topografi kawasan estuari tersebut.

Wilayah pesisir di Sidoarjo umumnya memiliki sungai-sungai yang bermuara ke Laut Jawa, seperti Sungai Sedati dan Sungai Porong. Estuari di Sidoarjo memiliki beberapa aliran sungai yang mengalir ke Selat Madura. Estuari Porong menjadi salah satu estuari di Sidoarjo yang digunakan untuk mengalirkan pembuangan lumpur Lapindo ke arah Delta Sungai Porong di Selat Madura. Banyaknya aktivitas masyarakat disekitar aliran sungai yang mengarah ke muara dapat menyebabkan kondisi muara mengalami perubahan salinitas dan suhu di wilayah estuari (Sa'adah & Widagdo, 2020).

Beberapa daerah pemukiman di sekitar estuari di Sidoarjo dimanfaatkan sebagai objek ekowisata oleh Pemerintah Kabupaten Sidoarjo yang meliputi Wisata Bahari Tlocor yang berlokasi di Dusun Jabon, Desa Kedung Pandan, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo serta Wisata Religi Makam Dewi Sekardadu di Dusun Kepetingan, Desa Sawohan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo. Objek wisata unggulan Wisata Bahari Tlocor yaitu pulau LuSi yang sesuai singkatannya Lumpur Sidoarjo dimana pulau tersebut merupakan hasil endapan lumpur Lapindo yang lokasinya berada di dekat Muara menuju Selat Madura (Insani *et al.*, 2019).

2.2 Plastik

Produk atau kemasan plastik saat ini banyak digunakan masyarakat atau bahkan menjadi kebutuhan sehari-hari hingga kegiatan komersial sekalipun. Plastik memiliki sifat keunggulan yaitu kuat atau tidak mudah lapuk, ringan, praktis atau mudah dibawa kemana-mana, fleksibel, anti-karat, mudah dibentuk dan diberi warna, serta bahan bakunya yang tidak mahal (Thompson *et al.*, 2009). Beberapa jenis plastik yang banyak diproduksi dan digunakan yaitu PETE/PET (*Polyethylene terephthalate*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), HDPE (*High Density Polyethylene*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropilene*), PE (*Polyethylene*), dan PS (*Polystyrene*) (Derraik, 2002).

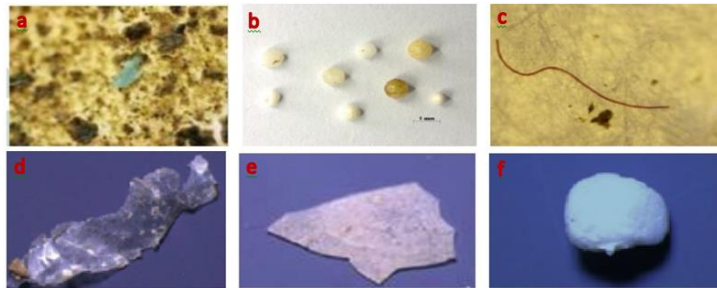
Produk atau kemasan yang berbahan plastik sebelumnya dibuat melalui proses polimerisasi. Komposisi dan material plastik adalah polimer yang tersusun atas monomer-monomer yang terikat oleh rantai ikatan kimia yang ditambahkan dengan zat aditif. Molekul plastik terdiri dari molekul *hydrocarbon*, dengan kata lain senyawa polimer penyusun utama plastik adalah Hidrogen dan Karbon. Molekul dari plastik disebut dengan makromolekul dikarenakan ukurannya yang sangat besar jika dilihat dari jumlah atom karbon (Widiyatmoko *et al.*, 2016).

Berdasarkan bisa atau tidaknya dibentuk kembali, plastik dikelompokkan menjadi dua yaitu *thermoplastik* dan *thermosetting*. *Thermoplastik* adalah jenis bahan plastik yang apabila dipanaskan pada suhu tertentu akan mencair sehingga dapat dibentuk kembali, sedangkan *thermosetting* adalah jenis plastik yang apabila telah dibuat dalam bentuk

padat tidak dapat mencair meskipun dipanaskan. Plastik memiliki sifat persisten yang sulit untuk terdegradasi (*non-biodegradable*). Proses dekomposisi plastik berlangsung sangat lama, bahkan dapat membutuhkan waktu ratusan tahun lamanya hingga plastik terdegradasi menjadi ukuran yang lebih kecil yaitu mikroplastik dan nanoplastik yang terjadi melalui proses secara kimiawi, fisik, dan biologis (Galgani, 2015).

2.3 Mikroplastik pada Air

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang berasal dari plastik berukuran besar yang telah mengalami proses degradasi sehingga memiliki ukuran <5 mm. Menurut Zentler *et al* (2013) mikroplastik dibedakan menjadi 2 jenis berdasarkan sumbernya, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer merupakan mikroplastik yang dari awal telah dibuat dalam ukuran mikro <5 mm seperti *microbeads* dalam produk perawatan kulit atau pada bahan baku industri, sedangkan mikroplastik sekunder merupakan pecahan atau hasil fragmentasi dari plastik yang berukuran lebih besar. Kategori bentuk mikroplastik secara umum diantaranya serat/fiber, fragmen, film/filamen, lembaran, *foam*, *pellet* dapat dilihat pada Gambar 2.1 Kelimpahan dan distribusi mikroplastik pada perairan tidak hanya dipengaruhi oleh faktor antropogenik saja, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang meliputi arus gelombang, pasang-surut, siklon, arah angin, dan hidrodinamika sungai. Sedangkan faktor antropogeniknya meliputi kepadatan penduduk (Kataoka, 2019).



Gambar 2.2 Bentuk-bentuk mikroplastik, a. Fragmen, b. Pellet, c. Fiber, d. Film, e. Lembaran, f. Foam (Sumber: Zhang *et al.*, 2015)

Lusher *et al* (2015) mengemukakan dalam penelitiannya bahwa mikroplastik umumnya terapung pada perairan dikarenakan densitasnya yang lebih kecil daripada densitas air sehingga mikroplastik mudah terbawa oleh arus, gelombang, maupun pasang-surut hingga pada akhirnya menumpuk dan tertimbun pada sedimen. Perubahan ukuran sampah plastik dari ukuran yang lebih besar menjadi ukuran mikroplastik dapat terjadi karena proses degradasi yang mengubah polimer plastik. Proses degradasi akan menimbulkan perubahan bentuk dan ukuran plastik yang lebih kecil (*size reduction*), terjadinya perubahan densitas dan warna plastik, perubahan morfologi permukaan, serta perubahan kristalinitas (Guo dan Wang, 2019). Seiring berjalannya waktu, plastik yang berukuran besar (makro) akan terdegradasi seperti membentuk sehingga lama-kelamaan akan menjadi partikel mesoplastik dan mikroplastik (Yona, 2020).

Mikroplastik yang berada di perairan umumnya berasal dari sampah plastik daratan yang hanyut ke perairan dan telah terfragmentasi. Sama halnya dengan plastik berukuran besar, mikroplastik pun juga masih memiliki struktur kimia yang sama dengan kata lain tidak mengalami perubahan struktur kimia seperti pemotongan atom-atom penyusunnya (Wang *et al.*, 2017). Mikroplastik memiliki sifat hidrofobik, dimana ia dapat mengadsorb

polutan atau senyawa organik beracun persisten disekitarnya seperti *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAHs), *Polychlorinated Bisphenyls* (PCBs), dan *Dichloro Diethyl Trichloroethane* (DDT) pada bagian permukaannya kemudian dilepaskan ke dalam jaringan organisme laut ketika mikroplastik tersebut tertelan, sehingga dapat diduga terjadinya transfer zat toksik ke dalam tubuh organisme. Tidak hanya itu, monomer mikroplastik dan zat aditif yang terkandung didalamnya seperti bisphenol A (BPA) dan ftalat juga bisa terlepas ke lingkungan (Fries *et al.*, 2013).

2.4 Dampak Mikroplastik

Dampak mikroplastik terhadap biota perairan sangat beragam. Organisme yang tertelan oleh mikroplastik akan tersedak sehingga menimbulkan luka internal, penyumbatan saluran pencernaan, gangguan kapasitas makan, dan menyebabkan kelaparan akibat adanya kejenuhan palsu dari akumulasi mikroplastik didalam rongga perut. Selain menyebabkan permasalahan gizi, mikroplastik juga bersifat toksik terhadap biota perairan karena mikroplastik menjadi perantara kontaminan berbahaya seperti pestisida dan logam berat. Mikroplastik sangat mudah tertelan oleh biota yang bersifat *filter feeder* dan dapat tertransfer ke biota lain melalui proses bioakumulasi hingga akhirnya tertelan oleh manusia.

Organisme yang mengonsumsi mikroplastik akan mengalami gangguan metabolisme, fungsi kekebalan, stress fisiologi, hingga menimbulkan kematian. Hal ini diakibatkan mikroplastik mentransfer kontaminan ke organisme yang menelannya. Kontaminan tersebut diduga berasal dari lingkungan perairan yang teradsorpsi ke permukaan mikroplastik,

atau bahan kimia yang ditambahkan pada saat pembuatan/produksi plastik tersebut. Ukuran mikroplastik yang kecil dan densitasnya yang rendah akan menyebabkan mikroplastik cenderung mengapung di kolom air sehingga mudah untuk masuk dan terakumulasi pada organisme perairan (Cordova *et al.*, 2019).

Biota perairan yang tertelan oleh mikroplastik akan menyebabkan rusaknya saluran pencernaan, menghambat pertumbuhan dan produksi enzim, menurunkan kadar hormon steroid, mempengaruhi reproduksi, serta menyebabkan paparan berbahaya dari zat aditif yang terkandung dalam plastik tersebut. Sehingga lama-kelamaan akan berakibat terjadinya transfer bahan yang bersifat toksik secara tidak langsung ke dalam tubuh biota melalui rantai makanan. Jika hal tersebut terus terjadi, maka konsumen tingkat tinggi yaitu manusia juga akan berpotensi terkontaminasi oleh mikroplastik melalui rantai makanan, sehingga dapat mengganggu metabolisme tubuh karena mikroplastik sendiri sebagai media patogen yang berpotensi sebagai pembawa mikroba dan polutan dari lingkungan (Rochman *et al.*, 2015).

2.5 Plankton

Plankton merupakan organisme perairan yang keberadaannya dijadikan sebagai bioindikator perubahan kualitas perairan. Plankton hidup terapung melayang-layang dalam perairan yang penyebarannya bergantung dengan arus. Ukuran plankton yang relatif kecil serta memiliki daya gerak terbatas hingga pasif menyebabkan organisme ini selalu terbawa oleh arus. Plankton merupakan organisme yang bersifat sensitif terhadap perubahan

lingkungan, karena tingkat keanekaragaman plankton dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia perairan. Kelimpahan dan keanekaragaman plankton seiring waktu akan berubah pada berbagai tingkatan sebagai respon terhadap perubahan kondisi lingkungan perairan baik fisik, kimia, maupun biologi.

Sebagian besar hewan akuatik memulai kehidupannya di perairan sebagai plankton, terutama saat masih dalam fase telur dan larva/juvenil. Arinardi *dkk* (1984) menyatakan bahwa terdapat beberapa filum hewan yang terwakili dalam kelompok zooplankton diantaranya Annelida, Crustacea, Cnidaria, Protozoa, Ctenophora, Echinodermata, Chordata, dan Mollusca. Plankton dapat ditemukan diseluruh massa air, baik dari permukaan hingga pada kedalaman tertentu dengan intensitas cahaya yang masih memungkinkan untuk berfotosintesis.

Nybakken (1992) mengemukakan bahwa berdasarkan ukurannya, plankton dikelompokkan menjadi lima, yaitu:

- a. Megaplankton : >2,0 mm
- b. Makroplankton : 0,2 – 2,0 mm
- c. Mikroplankton : 20 μm – 0,2 mm
- d. Nanoplankton : 2 μm – 20 μm
- e. Ultraplankton : < 2 μm

Sedangkan berdasarkan batasan biologi, plankton dikelompokkan menjadi dua, yaitu fitoplankton (plankton nabati/tumbuhan) dan zooplankton (plankton hewan). Fitoplankton merupakan produsen primer yang menyediakan oksigen terlarut dalam perairan, sedangkan zooplankton merupakan konsumen pertama dari fitoplankton yang kemudian menjadi

makanan utama organisme lain yang berada di perairan (Campbell *dkk.*, 2003).

2.5.1 Fitoplankton

Fitoplankton merupakan tumbuhan renik berukuran mikroskopis yang hidup melayang-layang dalam perairan (Nybakken, 1992). Fitoplankton merupakan alga bersel tunggal yang beberapa spesies diantaranya dapat bergerak dengan flagel (bulu cambuk) maupun bergerak dengan dipengaruhi oleh arus. Tumbuhan renik ini memiliki ukuran 0,0001-2 mm yang hidup hingga kedalaman 100 meter dibawah permukaan laut karena masih terkena cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis (Nybakken, 1992).

Fitoplankton mampu berfotosintesis karena memiliki kandungan klorofil sehingga menjadi sumber utama oksigen terlarut di perairan dan berperan sebagai produsen primer. Fitoplankton mampu membuat ikatan-ikatan organik yang kompleks dari bahan anorganik yang sederhana (Hutabarat dan Evans, 2014). Fitoplankton banyak dijumpai di permukaan hingga kedalaman tertentu dimana cahaya matahari masih dapat menembus perairan yaitu sekitar 100-150 meter (Nontji, 2017). Fitoplankton dapat hidup secara berkoloni (*colonial*) ataupun sendiri (*solitary*) di dalam perairan.

Keberadaan fitoplankton dalam suatu perairan dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia, dan biologi perairan tersebut. Selain itu, Welch (1952) mengemukakan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi distribusi dan kelimpahan fitoplankton dalam suatu perairan yaitu meliputi arus, kandungan unsur hara, suhu, pH, intensitas cahaya, gas-gas terlarut, kekeruhan, serta kompetitor. Menurut Reynolds (1984) dalam penelitiannya,

fitoplankton air tawar terdiri dari tujuh kelompok besar yaitu Cyanophyta (alga biru), Chlorophyta (alga hijau), Chrysophyta (alga emas), Phyrrophyta (ganggang api atau Dinoflagellata), Rhodophyta (alga merah), Bacillariophyta (diatom) dan Euglenophyta. Jenis fitoplankton yang berbeda dalam kelompok filum akan memiliki respon yang berbeda pula terhadap kondisi perairan, sehingga komposisi jenis fitoplankton dapat bervariasi di perairan satu dan perairan lainnya (Welch, 1952).

2.5.2 Zooplankton

Zooplankton merupakan salah satu organisme perairan yang memiliki peranan penting bagi ekosistem bahari yaitu sebagai mata rantai yang menghubungkan produsen primer dengan biota yang berada di tingkat trofik lebih tinggi (Widyarini *et al.*, 2017). Zooplankton merupakan konsumen pertama dan keberadaannya menentukan kelangsungan hidup organisme trofik lainnya. Zooplankton termasuk plankton perenang aktif, akan tetapi kekuatan berenang mereka sangat kecil dibandingkan dengan kekuatan arus itu sendiri (Hutabarat dan Evans, 1986). Zooplankton mengalami migrasi harian secara vertikal, dimana pada siang hari ia akan bergerak ke arah dasar perairan dan pada malam hari bergerak ke permukaan. Gerakan tersebut dimaksudkan untuk menghindari cahaya matahari yang kuat pada siang hari dan mencari makanan pada malam hari (Nybakken, 1992).

Zooplankton merupakan hewan renik yang dapat dijumpai di perairan air tawar, payau, estuari, bahkan hingga perairan laut terbuka dan samudra. Menurut Nontji (2008) zooplankton yang hidup di perairan estuari dimasukkan kedalam kelompok bahari plankton (haliplankton). Berdasarkan

siklus hidupnya, zooplankton dibagi menjadi dua kelompok yaitu meroplankton dan holoplankton. Meroplankton merupakan hewan air yang menghabiskan sebagian hidupnya sebagai plankton khususnya pada tingkat juvenil/larva, sehingga dapat disebut dengan plankton sementara. Sedangkan holoplankton merupakan organisme yang sepanjang hidupnya sebagai plankton, sehingga disebut dengan plankton tetap (Omori dan Ikeda, 1984).

Peran zooplankton dalam hubungan rantai makanan adalah sebagai penghubung produsen primer dengan tingkat pakan yang lebih tinggi, sehingga kelimpahan zooplankton seringkali dikaitkan dengan kesuburan suatu perairan (Arinardi *dkk.*, 1994). Keberadaan zooplankton dalam suatu perairan digunakan untuk mengetahui tingkat produktivitas suatu perairan. Hal tersebut dikarenakan kelimpahan zooplankton pada suatu perairan dapat menggambarkan jumlah ketersediaan makanan maupun daya dukung lingkungan yang dapat menunjang kehidupan biota lain yang memakannya. Dengan kata lain, adanya perubahan yang terjadi pada suatu perairan dapat diketahui dengan melihat perubahan kelimpahan zooplankton (Romimotarto dan Juwana, 1998).

2.5.3 Spektroskopi FTIR

Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) adalah salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi *fourier* untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrumnya. FTIR merupakan salah satu teknik spektroskopi optik yang efektif memberikan informasi mengenai komposisi kimia bahan pada tingkat molekuler sehingga digunakan untuk menentukan gugus fungsi kimia

dari senyawa organik maupun anorganik. Spektroskopi inframerah berfungsi untuk mengidentifikasi senyawa organik dikarenakan spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak. Ikatan kimia diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda (Pambudi, 2017).

Prinsip kerja dari spektroskopi inframerah, yaitu ketika cahaya melewati sampel maka akan terjadi pertransmisian cahaya sehingga muncul spektrum inframerah. Pengukuran cahaya dilakukan oleh detektor sehingga cahaya yang masuk akan dibandingkan dengan intensitas cahaya tanpa sampel dengan tujuan untuk mengukur dan membandingkan panjang gelombang. Kemudian setelah melewati prisma dan grafting, berkas akan jatuh pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik lalu direkam oleh *recorder*. Spektrum inframerah akan diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm), dan bilangan gelombang (cm^{-1}) (Anam, 2007).

Setiap sampel yang diuji pada FTIR memiliki senyawa yang dapat menyerap energi dari cahaya inframerah, sehingga molekul akan tereksitasi ke tingkatan energi yang lebih tinggi. Perubahan energi vibrasi yang terjadi pada molekul diakibatkan oleh penyerapan energi tersebut. Vibrasi molekul dapat digolongkan menjadi vibrasi bengkokan (*bending*) dan vibrasi regangan (*stretching*). Pada sampel plastik dalam metode transmisi, *peak* atau puncak-puncak yang terbentuk pada grafik merupakan interaksi antara sinyal inframerah dengan molekul-molekul yang ada pada plastik. Ketika sinyal inframerah diserap oleh molekul plastik, maka akan muncul *peak* (puncak) disuatu bilangan gelombang tertentu. Bilangan-bilangan gelombang tersebut menunjukkan ikatan kimia dari molekul-molekul yang ada pada plastik.

Penggunaan spektrofotometer FTIR memiliki beberapa keuntungan, diantaranya tidak menimbulkan kerusakan pada sampel yang diuji/dianalisis dan dapat menganalisa senyawa baik organik maupun anorganik pada berbagai bentuk sifat (padat, cair, dan gas) (Uddin, 2012).

Analisis nilai puncak FTIR dilakukan pada rentang panjang gelombang 400-4000 cm^{-1} . Mikroplastik dengan jenis PE (*polyethylene*) dapat berasal dari kantong plastik, bungkus detergen, dan botol shampoo. Sedangkan mikroplastik jenis PP (*polypropylene*) dapat berasal dari tutup botol, sedotan, dan mainan berbahan plastik. Pendugaan jenis polimer *polyethylene* dan *polypropylene* pada analisis FTIR ditandai dengan adanya puncak panjang gelombang pada rentang antara 2935-2915 cm^{-1} yang menginterpretasikan adanya ikatan CH *stretch*. Ikatan CH dijadikan suatu pendugaan karena penyusun utama dari *polyethylene* (PE) dan *polypropylene* (PP) adalah CH (Syakti, 2017). Ada pula Lestari *dkk* (2021) dalam penelitiannya pada uji FTIR, puncak panjang gelombang khas terlihat pada kisaran 1466-3700 cm^{-1} dengan gugus fungsi N-H, O-H, C-H, dan C-O dimana kisaran tersebut menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung dalam sampel penelitiannya adalah plastik dengan jenis PP (*polypropylene*).

Pendugaan jenis polimer *polyamide* dalam analisis FTIR disajikan dalam Tabel 2.1 diatas. Ikatan NH merupakan penyusun utama dari *polyamide* atau *nylon* (Maulina, 2016). *Polyamide* dapat berasal dari alat tangkap ikan yang digunakan oleh nelayan ataupun dari serat-serat kain yang masuk ke perairan (Pawar *et al.*, 2016).

Tabel 2.1 Studi Referensi FTIR Polimer *Nylon/Polyamide*

Author	Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Jenis Polimer
Maulina, 2016	3297, 3298, 3300-3250 cm ⁻¹	N-H <i>secondary amide</i> (<i>stretching</i>)	Nylon/Polyamide
	2939 cm ⁻¹	O-H (<i>stretching</i>)	
	1637, 1639, 1680-1640 cm ⁻¹	C=O <i>secondary amide</i> (<i>stretching</i>)	
	1639, 1680-1600 cm ⁻¹	C=C (<i>stretching</i>)	
	1637, 1639, 1650-1620 cm ⁻¹	NH ₂ <i>primary amide</i> (<i>bending</i>)	
	1543, 1560-1530 cm ⁻¹	N-H <i>secondary amide</i> (<i>bending</i>)	
	1171, 1240 cm ⁻¹	C-O (<i>stretching</i>)	
	578, 689, 800-400 cm ⁻¹	C-Cl (<i>stretching</i>)	
	3078 cm ⁻¹	<i>amide II overtone</i>	
	2931 dan 2860 cm ⁻¹ 1462, 1438, dan 1371 cm ⁻¹	-CH ₂ -	
Asensio <i>et al.</i> , 2009	1474 cm ⁻¹	-CH ₂ - [-CH ₂ -(NH-)]	
	1417 cm ⁻¹	-CH ₂ - [-CH ₂ -(CO-)]	
	1198 dan 1169 cm ⁻¹	C-H	
	729 cm ⁻¹	<i>amide V</i> (N-H)	
	678 cm ⁻¹	<i>amide IV</i> [-C(O)-N-H]	

Polimer *polystyrene* (PS) terkandung dalam plastik styrofoam dimana jenis plastik tersebut sangat sulit terurai di lingkungan. Styrofoam merupakan bahan *non-biodegradable* sehingga sampai saat ini pun daur ulang limbahnya masih perlu ditelaah kembali karena pengelolaannya masih minim (Praditya, 2016). Berikut merupakan bilangan-bilangan gelombang yang terbentuk pada uji FTIR yang menunjukkan adanya dugaan polimer *polystyrene* (PS) pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Studi Referensi FTIR Polimer *Polystyrene*

Author	Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Jenis Polimer
Asensio <i>et al.</i> , 2009	3081, 3059, 3024, dan 3001 cm ⁻¹	=C-H aromatic ring	Polystyrene (PS)
	2919 dan 2847 cm ⁻¹	-CH ₂ -	
	1940, 1868, 1800, dan 1743 cm ⁻¹	aromatic rings	
	1601, 1583, 1492, dan 1451 cm ⁻¹	C=C aromatic ring	
	1372 cm ⁻¹ dan 1451 cm ⁻¹	C-H (-CH ₂ -)	
	1180, 1154, 1068, dan 1027 cm ⁻¹	=C-H	
905, 840, dan 749 cm ⁻¹	=C-H		
694 dan 537 cm ⁻¹	aromatic ring		

Low Density Polyethylene (LDPE) yang merupakan polietilen dengan kisaran densitas antara 0,91-0,94 g/cm³ yang biasanya digunakan untuk pembuatan kaleng minuman atau makanan beku, tutup kemasan, pelapis karton susu/minuman gelas, bahkan pelapis kabel dan kawat. Dalam analisis FTIR, puncak serapan panjang gelombang pada LDPE berkisar antara 2918-2921 cm⁻¹ yang menginterpretasikan CH₂ (Yuniari, 2011).

PVC (*Polyvinyl Chloride*) merupakan polimer termoplastik yang paling banyak digunakan urutan ketiga di dunia setelah PE dan PP. Plastik PVC biasa digunakan untuk memproduksi pipa, isolasi kawat dan kabel, peralatan medis dan sebagainya. Kelebihan material PVC adalah resisten terhadap zat kimia dan aliran listrik, tahan terhadap pelapukan ataupun korosi, tidak mudah terbakar, mempunyai sifat fisik maupun mekanis yang baik sehingga produk yang terbuat dari PVC dapat bertahan lama (Pitanova & Alva, 2023). Berikut merupakan bilangan-bilangan gelombang yang

menunjukkan pendugaan polimer PVC pada uji FTIR ditampilkan pada Tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Studi Referensi FTIR Polimer PVC

Author	Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Jenis Polimer
Pandey, 2016	2972 dan 2910 cm^{-1}	CH_2 <i>asymmetric stretching</i>	PVC
	1400 cm^{-1}	C-H <i>aliphatic bending bond</i>	
	1250 cm^{-1}	<i>bending of C-H near Cl</i>	
	1000-1100 cm^{-1}	C-C <i>stretching bond</i>	
	600-650 cm^{-1}	C-Cl <i>gauche bond</i>	

HDPE (*High Density Polyethylene*) pada penelitian oleh Nurhajati *et al* (2018) menunjukkan puncak serapan kuat pada panjang gelombang 2914,21 cm^{-1} dan 2846,69 cm^{-1} dengan masing-masing menunjukkan vibrasi regangan C-H asimetris dan simetris, sedangkan pada penelitian Jung *et al* (2018) ATR FTIR dari HDPE menunjukkan pita serapan pada panjang gelombang 2915 cm^{-1} (regangan CH), 2845 cm^{-1} (regangan CH), 1472 cm^{-1} (tekuk CH_2), 1462 cm^{-1} (tekuk CH_2), 730 cm^{-1} (goyangan CH_2), dan 717 cm^{-1} (goyangan CH_2). HDPE merupakan salah satu jenis polimer plastik polietilena yang umum digunakan untuk kemasan makanan, tas belanja, dan produk lainnya yang memiliki sifat bahan kuat, keras, buram, dan lebih tahan terhadap suhu tinggi namun tidak dapat terurai oleh mikroba jika dibuang ke lingkungan (Tajeddin dan Abdullah, 2010).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif, yaitu pengambilan data sampel secara langsung pada lokasi penelitian dengan tujuan untuk menyajikan data sesuai dengan kondisi lingkungan atau fenomena yang ada. Penelitian eksploratif ini bertujuan untuk menyajikan suatu fakta dalam suatu kondisi lingkungan yang terjadi saat ini. Dimana penelitian ini tidak dimaksudkan untuk melakukan pengkajian terhadap hipotesis tertentu, akan tetapi dimaksudkan untuk menggambarkan kondisi variabel secara apa adanya (Fachrul, 2007). Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* yaitu berdasarkan pertimbangan ciri-ciri atau karakteristik tertentu dan mampu mewakili perairan estuari Kepetingan Sidoarjo yang berbatasan dengan Selat Madura. Karakteristik pada lokasi 1 (dekat pemukiman) dengan arus gelombang cenderung tenang dan dekat dengan kawasan tambak, lokasi 2 (dekat mangrove) dengan arus gelombang air yang cenderung tenang dan sampah yang tersangkut di akar-akar mangrove, serta lokasi 3 (dekat muara) dengan arus gelombang cukup kuat. Pengambilan sampel dilakukan dengan menempuh jalur air menggunakan sampan nelayan. Dimulai dari sungai di Desa Balongdowo menuju wilayah estuari atau lokasi pengambilan sampel memerlukan waktu sekitar 2 jam yang ditempuh menggunakan perahu motor nelayan berkecepatan sekitar 15-30 km/jam, Jarak yang diperlukan untuk mencapai wilayah estuari dari badan sungai sekitar 30-60 km.

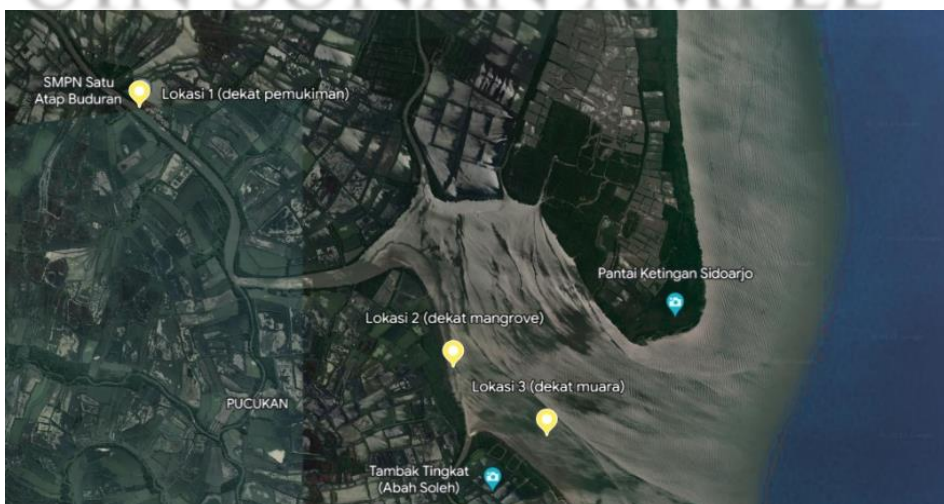
Hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk deskriptif dengan menyajikan dan menganalisisnya secara sistematis agar mudah untuk dipahami. Lokasi pengambilan sampel pada perairan estuari Dusun Kepetingan mencakup 3 (tiga) titik yang meliputi kawasan dekat pemukiman, dekat mangrove, dan dekat muara yang berdekatan dengan laut bebas.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di 2 lokasi yaitu pengambilan sampel di perairan estuari Dusun Kepetingan, Desa Sawohan, Kec. Buduran, Kab. Sidoarjo serta preparasi dan identifikasi sampel di Laboratorium Terintegrasi UIN Sunan Ampel Surabaya. Pengambilan sampel yang dilakukan di perairan estuari Dusun Kepetingan mencakup 3 titik sampling yang meliputi :

- a. Lokasi 1 dekat pemukiman (S07°27.949'E112°47.701')
- b. Lokasi 2 dekat mangrove (S07°29.396'E112°49.292')
- c. Lokasi 3 dekat muara (S07°29.396'E112°49.292')

Koordinat lokasi ditandai dengan warna kuning seperti yang disajikan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Adapun waktu untuk mengumpulkan data penelitian dari pengambilan sampel hingga proses analisis data atau jadwal pelaksanaan penelitian disajikan dalam Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan (2021)												2022				2023		
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7				
1	Pembuatan proposal skripsi	■																		
2	Seminar proposal																	■		
3	Persiapan alat dan bahan																	■		
4	Pengambilan sampel dan preparasi sampel																	■		
5	Analisis data																	■		
6	Pembuatan draft skripsi																	■		
7	Seminar skripsi																	■		

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *plankton net* no.25 (1 buah), botol sampel untuk penyimpanan sampel sementara (6 buah), botol kaca (6 buah), ember kapasitas 10 liter (1 buah), pipet tetes (1 buah), cawan petri (3 buah), beaker glass (3 buah), gelas ukur (1 buah), corong kaca (3 buah), Erlenmeyer (3 buah), pengaduk kaca (1 buah), kain filter *nylon* 325 μm ukuran 5×5 cm, hot plate (1 buah), mikroskop stereo (1 buah), botol semprot aquades (1 buah), sarung tangan latex (1 pasang), masker medis (1 buah), kertas label secukupnya, GPS (*Global Positioning System*) Map Camera atau kamera smartphone (1 buah), *cool box* (1 buah), alat tulis, dan *Sedgewick Rafter*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air, lugol, larutan penghancur bahan organik Hidrogen peroksida (H_2O_2) dan Asam sulfat (H_2SO_4) 30%, dan 5 liter aquades.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel berdasarkan Ariana *et al* (2014) yaitu air sungai diambil menggunakan ember kapasitas 10 liter dengan pengulangan sebanyak 10 kali sehingga didapatkan 100 liter air. Sampel air diambil pada zona permukaan (0 meter) menggunakan ember (Sari *dkk.*, 2018) kemudian disaring menggunakan plankton net dan dikalibrasi dengan cara disemprot menggunakan botol semprot yang berisi aquades. Kemudian air hasil saringan pada botol plankton net (44 ml) dituang ke masing-masing botol sampel mikroplastik (22 ml) dan plankton (22 ml). Hal tersebut bertujuan agar dapat dibandingkan banyaknya partikel mikroplastik dan jumlah plankton dalam 100 liter air yang disaring. Alat plankton net sederhana ini juga digunakan untuk pengambilan sampel air, dikarenakan air pada lokasi berarus sehingga lebih mudah menyaring sampel dengan menggunakan plankton net. Untuk sampel plankton, botol sampel yang sudah berisi air hasil pemekatan (22 ml) ditetesi lugol sebanyak 4-5 tetes untuk mengawetkan sampel (Hasan *et al.*, 2017). Seluruh botol sampel diberi label sesuai dengan titik lokasi pengambilan lalu disimpan sementara ke dalam *cool box*.

3.4.2 Preparasi Sampel

Sampel air yang telah didapatkan dari masing-masing lokasi pengambilan sampel disaring menggunakan kain filter nylon (*Nylon polyester* filter 325 nm) ukuran 5×5 cm. Kemudian preparasi sampel menurut Ayuningtyas *et al* (2019) yaitu filtrat hasil penyaringan dibilas

dalam botol kaca dan ditambahkan dengan larutan penghancur bahan organik Hidrogen peroksida (H_2O_2) dan Asam sulfat (H_2SO_4) 30% perbandingan 1:3 sebanyak 25 ml pada setiap sampel dan ditutup. Setelah itu sampel didiamkan pada suhu ruang selama 1x24 jam. Setelah 24 jam, sampel dipanaskan menggunakan hotplate atau penangas sederhana selama ± 2 jam untuk menghilangkan bahan organik yang masih terkandung dalam sampel (Lusher *et al.*, 2017). Kemudian sampel yang telah dipanaskan lalu disaring kembali menggunakan kain filter *nylon* ukuran 200 μm sehingga didapatkan filtrat atau residu mikroplastik (Thiele *et al.*, 2019). Filtrat atau residu hasil penyaringan tersebut dialiri dengan aquades ke dalam cawan petri untuk diidentifikasi bentuk mikroplastik menggunakan mikroskop.

Sampel plankton yang didapat dari lapangan dikocok perlahan atau digoyangkan terlebih dahulu agar tercampur atau tidak ada endapan dibawah botol. Sesuai dengan metode oleh Syafriani dan Apriadi (2017) sampel diteteskan pada *Sedgewick Rafter* berukuran 50 mm x 20 mm x 1 mm sebanyak ± 1 ml menggunakan pipet dan dipastikan tidak ada gelembung udara didalamnya, lalu ditutup dengan objek glass. Setelah itu dapat diamati menggunakan mikroskop.

3.4.3 Identifikasi

a. Mikroplastik

Proses identifikasi mikroplastik merupakan tahap identifikasi bentuk, kelimpahan, dan jenis mikroplastik. Identifikasi bentuk mikroplastik dilakukan di Laboratorium Terintegrasi Ekologi UIN Sunan Ampel Surabaya menggunakan mikroskop stereo NIKON E2745 dengan

perbesaran 4×10. Mikroplastik yang telah teridentifikasi kemudian difoto dan diambil menggunakan pipet lalu dimasukkan ke botol vial dan dicatat agar partikel yang telah teridentifikasi tidak terulang kembali. Identifikasi bentuk mikroplastik berdasarkan Virsek *et al* (2016) meliputi fragmen, fiber, film, granula, foam, dan pellet. Mikroplastik yang teridentifikasi bentuknya lalu dikelompokkan dan dihitung, kemudian ditotal seluruhnya untuk dapat dihitung kelimpahannya. Analisis kelimpahan mikroplastik dapat dihitung dengan menggunakan rumus dalam Masura *et al* (2015):

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah Partikel Mikroplastik (partikel)}}{\text{Volume Air Tersaring (m}^3\text{)}}$$

Identifikasi jenis polimer mikroplastik menggunakan FTIR menurut Virsek *et al* (2016) bertujuan untuk mengetahui jenis polimer plastiknya. Sampel mikroplastik berbentuk cair sehingga dapat langsung ditetaskan di tempat sampel pada instrumen. Jenis polimer *polyethylene* (PE) dan *polypropylene* (PP) akan menunjukkan serapan gugus CH pada rentang panjang gelombang 2935-2915 cm^{-1} . Polimer *polyamide* menunjukkan serapan gugus NH pada panjang gelombang antara 1620-1650 cm^{-1} . Polimer LDPE (*Low Density Polyethylene*) akan menunjukkan serapan gugus CH_2 pada panjang gelombang 2918-2921 cm^{-1} . Polimer HDPE (*High Density Polyethylene*) akan menunjukkan serapan kuat pada panjang gelombang 2914,21 cm^{-1} dan 2846,69 cm^{-1} (CH *bending*), 2915 cm^{-1} (CH *stretch*), 2845 cm^{-1} (CH *stretch*), 1472 cm^{-1} (CH_2 *bending*), 1462 cm^{-1} (CH_2 *stretch*), 730 cm^{-1} (CH_2), dan 717 cm^{-1} (CH_2). Polimer PVC (*Polyvinyl Chloride*) menunjukkan serapan gugus CH_2 pada panjang gelombang 2972 cm^{-1} dan 2910 cm^{-1} . Polimer PET (*Polyethylene*

Terephthalate) akan menunjukkan serapan ikatan C=O pada panjang gelombang 1713 cm⁻¹.

b. Plankton

Identifikasi plankton meliputi identifikasi jenis dan jumlah plankton. Identifikasi plankton (fitoplankton dan zooplankton) dilakukan di Laboratorium Terintegrasi Ekologi UIN Sunan Ampel Surabaya dengan menggunakan mikroskop binokuler model Nikon Eclipse E100 dengan perbesaran hingga 40×10. Sampel plankton diamati dengan menggunakan mikroskop yang dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada setiap botolnya (Ariana *et al.*, 2014). Identifikasi jenis plankton berpedoman pada buku identifikasi Conway *et al* (2003) dan Hasle *et al* (1997). Spesies plankton yang teridentifikasi kemudian difoto dan hasil jumlahnya dimasukkan kedalam tabel pengamatan. Untuk menghitung kelimpahan plankton menggunakan rumus oleh Welch (1952) sebagai berikut:

$$N = \frac{(a \times 1000) \times c}{V}$$

Dimana:

N = Kelimpahan individu plankton (individu/Liter)

A = Rerata cacah plankton dari semua hitungan dalam SRCC

c = Volume air tersaring (ml)

V = Volume air yang disaring (L)

3.5 Analisis Data

Hasil pengambilan sampel dari lapangan diperoleh sampel air dan plankton sebanyak 44 ml yang merupakan hasil dari penyaringan 100 L air pada setiap titik lokasi. Dari keseluruhan sampel diperoleh data seperti

bentuk dan jumlah mikroplastik serta jumlah plankton. Data jumlah yang diperoleh baik mikroplastik maupun plankton dihitung kelimpahannya lalu dicantumkan pada tabel sedemikian rupa agar mudah dianalisis. Data tersebut dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui banyaknya mikroplastik serta plankton yang telah teridentifikasi. Setelah itu, hasil pada sampel mikroplastik yang didapatkan akan dilakukan analisis jenis polimer plastik menggunakan instrumen FTIR (*Fourier-transform Infrared Spectroscopy*) dengan teknik ATR (*Attenuated Total Reflectance*) yaitu tanpa preparasi sampel sehingga proses pengujiannya lebih sederhana (Asmi *et al.*, 2022). Hasil uji FTIR yang berupa spektrum bilangan gelombang kemudian dianalisis berdasarkan jurnal referensi atau literatur untuk menentukan dugaan jenis polimer plastik yang ditemukan pada setiap sampel.



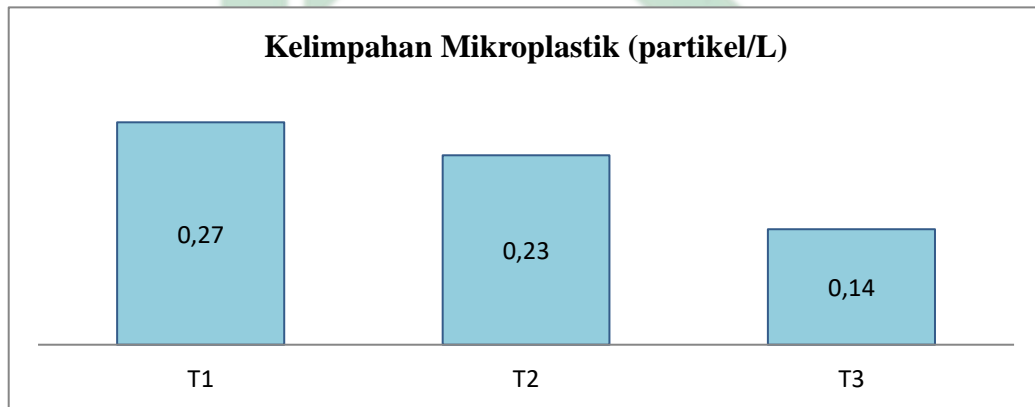
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik di Kawasan Perairan Estuari Kepetingan

Tabel 4.1 Indeks Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Estuari Kepetingan

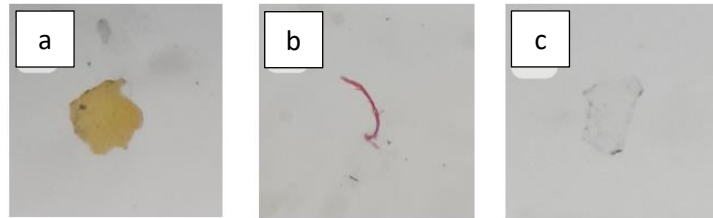
Stasiun sampling	Bentuk Mikroplastik			Total
	Fragmen	Fiber	Film	
T1 (dekat pemukiman)	1	23	3	27 partikel
T2 (dekat mangrove)	4	18	1	23 partikel
T3 (dekat muara)	2	11	1	14 partikel



Gambar 4.1 Indeks Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Estuari Kepetingan

Mikroplastik di alam memiliki berbagai bentuk seperti fragmen, fiber, film, foam, granula, dan pellet (Virsek *et al.*, 2016). Hasil identifikasi bentuk mikroplastik pada seluruh sampel didapatkan 3 bentuk mikroplastik yaitu fragmen, fiber, dan film pada Gambar 4.2. Sesuai dengan deskripsi oleh Virsek *et al* (2016) yaitu mikroplastik bentuk fragmen memiliki ciri kaku, tebal, tidak beraturan, dan bisa dalam berbagai warna. Bentuk fiber merupakan mikroplastik yang paling melimpah diantara bentuk yang lain. Fiber berbentuk seperti serat kain yang bisa berukuran pendek maupun

panjang dengan ketebalan dan warna yang berbeda. Sedangkan bentuk mikroplastik film memiliki ciri tidak beraturan, tipis, dan transparan.



Gambar 4.2 Bentuk Mikroplastik yang ditemukan di Sampel Air Perairan Estuari Kepetingan, a. Fragmen, b. Fiber, c. Film

Menurut Dewi *et al* (2015) mikroplastik bentuk fragmen berasal dari degradasi plastik yang lebih besar dan tebal seperti botol-botol minuman, kepingan galon, potongan pipa paralon, dan sisa toples makanan yang terbuang. Mikroplastik bentuk fiber bersumber dari alat tangkap nelayan seperti jaring dan alat pancing. Fiber berbentuk seperti serat yang terbentuk dari fragmentasi monofilamen jaring ikan, tali, dan kain sintetis. Sedangkan mikroplastik bentuk film berasal dari kantong-kantong plastik transparan pembungkus makanan atau minuman bekas yang tidak terolah dan terbuang ke lingkungan (Dewi *et al.*, 2015).

Berdasarkan tabel indeks dan grafik kelimpahan mikroplastik Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 terlihat kelimpahan tertinggi terdapat di sampel T1 (dekat pemukiman) sebanyak 0,27 partikel/L. Sedangkan kelimpahan terendah pada lokasi T3 (dekat muara) sebanyak 0,14 partikel/L. Hal ini menunjukkan bahwa area dekat pemukiman warga atau sampel T1 lebih banyak menyumbang kontaminan mikroplastik. Menurut Gewert *et al* (2017) selain masukan kontaminan dari darat seperti aktivitas antropogenik (penduduk), aktivitas kapal-kapal seperti menangkap ikan menggunakan jaring dan

memancing juga turut menyumbang sumber pencemaran mikroplastik di perairan. Kegiatan penduduk di sekitaran sungai di Dusun Kepetingan seperti industri rumahan dan wisata religi menjadi salah satu sumber adanya cemaran mikroplastik yang tinggi pada sampel T1. Adapun sumber-sumber mikroplastik yang lain yaitu bisa jadi karena terbawa oleh pasang-surut, *run off*, arus sungai, bersama dengan sumber-sumber di laut termasuk peralatan budidaya (akuakultur), alat tangkap, dan juga serat baju yang berasal dari buangan air limbah rumah tangga (Law *et al.*, 2014).

Sedangkan di sampel T3 (dekat muara) memiliki rata-rata kelimpahan mikroplastik yang paling rendah. Hal tersebut didukung pernyataan oleh Ayuningtyas *et al* (2019) bahwa lokasi muara sungai yang dekat dengan laut terbuka berada jauh dari daratan sehingga minim masukan mikroplastik dari daratan. Selain itu, muara sungai dan laut terbuka memiliki rentang nilai cenderung rendah karena persebaran mikroplastik yang dipengaruhi oleh kondisi arus yang kuat, sehingga diduga lebih mudah mentransportasikan partikel mikroplastik dari kolom perairan berpindah ke tempat lain. Pada saat pengambilan sampel debit air di sekitar lokasi cukup tinggi, hal tersebut dikarenakan pengambilan sampel dilakukan pada saat musim penghujan. Selain itu, beberapa hari sebelumnya dan di hari pengambilan sampel wilayah di sekitar lokasi mengalami hujan yang cukup deras sehingga mengakibatkan arus sungai cukup kuat.

Hasil kelimpahan pada sampel T1 dan T2 tidak jauh berbeda. Selain itu, mikroplastik yang berbentuk fragmen lebih banyak ditemukan di lokasi T2 (dekat mangrove) dibandingkan dengan lokasi lainnya Menurut Dewi *et al*

(2015) menyatakan bahwa volume sampah bisa saja terperangkap di akar-akar mangrove atau dapat terangkut kembali oleh aktivitas alam seperti arus maupun pasang-surut. Hal tersebut sesuai dengan pengamatan pada saat di lapangan bahwasannya cukup banyak sampah plastik yang tersangkut di permukaan air pada akar mangrove, dengan demikian ditemukan cukup banyak keberadaan mikroplastik di lokasi tersebut.

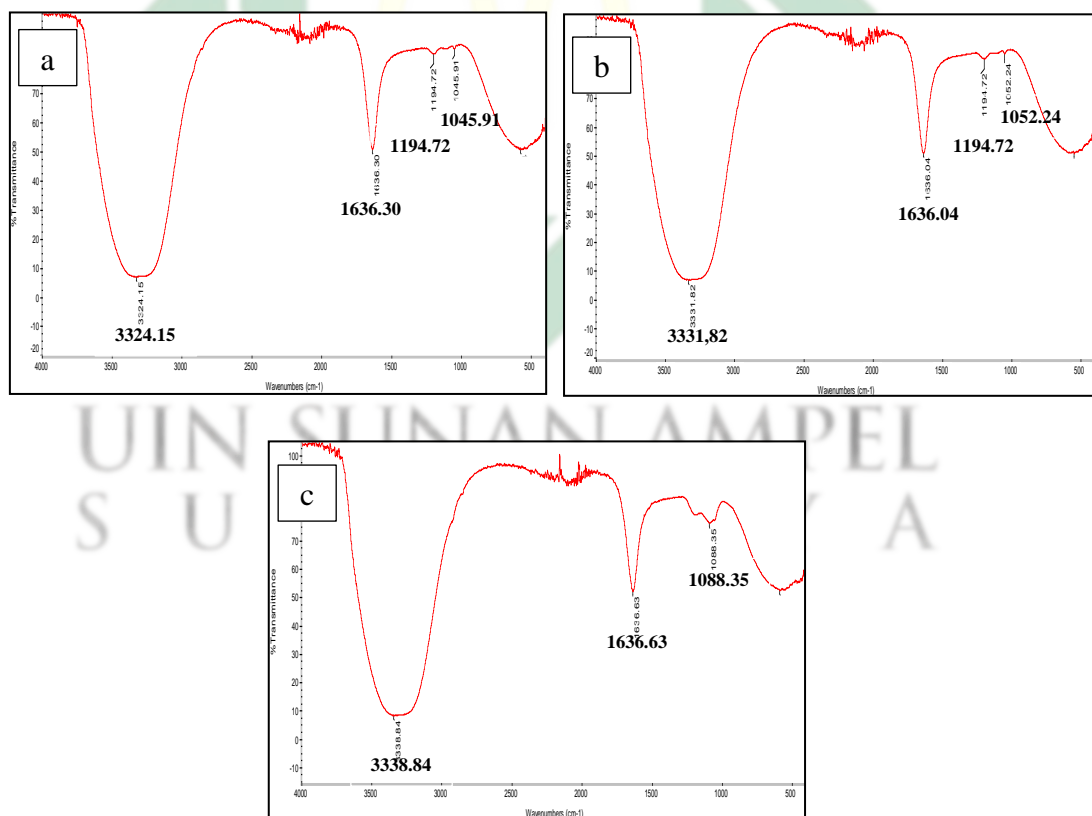
Jumlah mikroplastik fiber mendominasi di seluruh lokasi pengambilan sampel. Hal ini diduga selain akibat dari aktivitas antropogenik penduduk sekitar seperti pembuangan limbah air bekas cucian rumah tangga, seluruh titik lokasi pengambilan sampel (T1, T2, dan T3) merupakan jalur lalu lintas kapal sehingga lebih banyak ditemukan mikroplastik fiber yang berasal dari alat tangkap nelayan (Ayuningtyas *et al.*, 2019). Selain itu, terkait dengan proses degradasi plastik untuk menjadi pecahan partikel kecil dibutuhkan waktu yang lama sehingga hal tersebut juga mempengaruhi sedikitnya jumlah fragmen dan film dibandingkan fiber. Mikroplastik bentuk fiber secara langsung terbentuk akibat serat pakaian yang lepas karena proses pencucian pakaian dan serat nilon yang lepas dari jaring tangkap nelayan.

Bentuk mikroplastik film terhitung paling sedikit jumlahnya dibandingkan dengan fragmen dan fiber di seluruh lokasi pengambilan sampel. Hal ini diduga karena mikroplastik berbentuk film memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan bentuk mikroplastik lain, sehingga cenderung mengapung di permukaan atau kolom perairan dan mudah berpindah jika terkena arus (Hastuti *et al.*, 2014). Selain itu, seluruh lokasi pengambilan sampel merupakan lokasi yang mudah dipengaruhi oleh

aktivitas alam seperti pasang-surut pada daerah mangrove dan kondisi arus pada saat itu cukup deras akibat kondisi cuaca yang sedang hujan, sehingga mikroplastik film lebih sedikit ditemukan karena lebih mudah terbawa oleh arus (Ayuningtyas *et al.*, 2019).

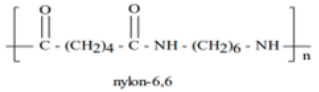
4.2 Analisis Hasil Uji FTIR Jenis Polimer Plastik

Identifikasi jenis mikroplastik melalui uji FTIR dilakukan agar partikel mikroplastik yang ditemukan dapat diketahui jenis polimer plastiknya melalui ikatan penyusun jenis mikroplastiknya (Seprandita *et al.*, 2022). Hasil spektrum IR ketiga sampel mikroplastik pada masing-masing lokasi ditampilkan pada Gambar 4.3



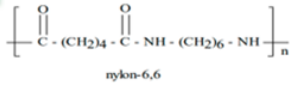
Gambar 4.3 Hasil Spektrum FTIR Polimer Plastik, a. Sampel T1, b. Sampel T2, c. Sampel T3 (Dok. Pribadi, 2022)

Tabel 4.2 Hasil Analisis Puncak Bilangan Gelombang Uji FTIR Sampel T1

Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Jenis Polimer
3324.15 cm ⁻¹	NH <i>secondary amide (stretching)</i>	 nylon-6,6
1636.30 cm ⁻¹	NH ₂ <i>primary amine (bending)</i>	
1194.74 cm ⁻¹	C=O <i>secondary amide (stretching)</i>	
1045.91 cm ⁻¹	CN <i>stretch</i>	

Berdasarkan hasil analisis tabel diatas, terlihat bahwa puncak bilangan gelombang pada sampel air T1 menunjukkan gugus-gugus fungsi yang berorientasi pada polimer *nylon* atau yang biasa disebut juga *polyamide*/poliamida. Bilangan gelombang 3324.15 cm⁻¹ menunjukkan gugus fungsi NH *stretching* dan 1636.30 cm⁻¹ menunjuk kan gugus fungsi NH₂ *bending* yang dimana menurut Maulina (2016) ikatan NH merupakan penyusun utama polimer *polyamide/nylon*.

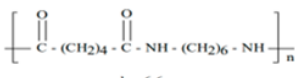
Tabel 4.3 Hasil Analisis Puncak Bilangan Gelombang Uji FTIR Sampel T2

Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Jenis Polimer
3331.82 cm ⁻¹	NH <i>secondary amide (stretching)</i>	 nylon-6,6
1636.04 cm ⁻¹	NH ₂ <i>primary amine (bending)</i>	
1194.72 cm ⁻¹	C=O <i>secondary amide (stretching)</i>	
1052.24 cm ⁻¹	CN <i>stretch</i>	

Berdasarkan analisis tabel diatas terlihat hasil uji FTIR pada sampel air T2 bahwa bilangan gelombang 1636.04 cm⁻¹ termasuk dalam rentang 1620-1650 cm⁻¹ yang menandakan adanya ikatan atau gugus fungsi NH *bending* dimana bilangan gelombang tersebut terdapat adanya pendugaan jenis polimer *nylon*, karena pada rentang bilangan gelombang tersebut merupakan gugus utama komponen penyusun *nylon*. Puncak bilangan gelombang 3331.82, 1194.72, 1052.24, dan 549.81 cm⁻¹ juga menginterpretasikan adanya pendugaan polimer *nylon* (Maulina, 2016).

Selain itu gugus-gugus fungsi yang teranalisis terdapat ikatan amida, hal ini didukung oleh Yonitha (2007) bahwa *nylon* termasuk golongan poliamida karena terdapat ikatan amida dalam rantai utama polimer *nylon*.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Puncak Bilangan Gelombang Uji FTIR Sampel T3

Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Jenis Polimer
3338.84 cm ⁻¹	NH <i>secondary amide (stretching)</i>	Nylon
1636.63 cm ⁻¹	NH ₂ <i>primary amide (bending)</i>	 $\left[\text{C}(=\text{O}) \cdot (\text{CH}_2)_4 \cdot \text{C}(=\text{O}) \cdot \text{NH} \cdot (\text{CH}_2)_6 \cdot \text{NH} \right]_n$ nylon-6,6
1088.35 cm ⁻¹	C=O <i>secondary amide (stretching)</i>	

Berdasarkan tabel diatas terlihat hasil uji FTIR pada sampel T3 menunjukkan pendugaan polimer *nylon*. Pendugaan tersebut berdasarkan gugus fungsi yang diketahui dengan cara menganalisis menggunakan studi referensi. Selain itu, ikatan NH *secondary amide stretching*, NH₂ *primary amide bending*, dan C=O *stretching* berturut-turut pada bilangan gelombang 3338.84, 1636.63, dan 1088.35 cm⁻¹ menurut Maulina (2016) merupakan gugus amida (CO-NH) dan gugus hidrokarbon. Gugus-gugus tersebut merupakan komponen utama penyusun nilon. Maka dalam hal tersebut diduga kuat bahwa jenis polimernya adalah *nylon* (Maulina, 2016).

Hasil karakterisasi FTIR pada seluruh sampel uji dapat disimpulkan bahwa ketiga sampel merepresentasikan pendugaan polimer *nylon* atau yang biasa disebut *polyamide*. Pendugaan polimer *polyamide*/poliamida karena bilangan-bilangan gelombang yang terbentuk menunjukkan gugus-gugus amida dan gugus hidrokarbon (Maulina, 2016). Selain itu, dari ketiga gambar spektra dan tabel analisis terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari hasil spektra yang terbentuk dan angka puncak bilangan gelombangnya. Hal ini dikarenakan polimer *nylon* mendominasi pada setiap sampel karena

sesuai dengan hasil identifikasi pada pembahasan sebelumnya, bahwasannya mikroplastik bentuk fiber paling banyak ditemukan di ketiga titik pengambilan sampel. Maka dalam hal tersebut, polimer *nylon* lebih banyak terbaca oleh detektor sehingga spektra yang dihasilkannya pun tidak jauh berbeda pada ketiga sampel.

Pawar *et al* (2016) menyatakan bahwa *polyamide* atau *nylon* merupakan polimer sintesis yang dapat berasal dari serat-serat kain yang hanyut maupun dari alat tangkap ikan yang digunakan oleh nelayan. Hal tersebut sesuai dengan pengamatan di lokasi bahwa memang terdapat pemukiman yang berada di pinggir sungai yang tidak jauh dari muara. Limbah domestik rumah tangga seperti limbah bekas cuci pakaian warga sekitar dapat menyumbang mikroplastik fiber melalui serat-serat kain yang langsung terbentuk ketika baju dicuci. Selain itu alat tangkap yang digunakan nelayan seperti jaring ikan, alat pancing, dan tali temali juga turut menyumbang lebih banyak mikroplastik fiber ke sungai karena memang sebagian besar penduduk di Dusun Kepetingan memiliki mata pencaharian sebagai nelayan dan petani tambak. Selain itu, limbah industri garmen yang memproduksi pakaian jadi atau produksi tekstil juga turut menyumbang banyaknya keberadaan mikroplastik bentuk fiber dalam perairan, sehingga bilangan gelombang yang merepresentasikan polimer *nylon* dominan terbaca oleh detektor pada uji FTIR.

4.3 Kelimpahan Plankton di Perairan Estuari Kepetingan

Tabel 4.5 Plankton yang Ditemukan di Perairan Estuari Kepetingan

Nama Spesies	Jumlah Individu			Jenis
	T1	T2	T3	
<i>Anabaena spiroides</i>	1	19	5	Fitoplankton
<i>Aphanizomenon favaloroi</i>	1	9	3	Fitoplankton
<i>Arthrospira platensis</i>	2	9	1	Fitoplankton
<i>Ascomorpha saltans</i>	1	-	-	Fitoplankton
<i>Bacillaria paxillifera</i>	-	-	3	Fitoplankton
<i>Brachionus calyciflorus</i>	4	-	-	Zooplankton
<i>Brachionus caudatus</i>	12	-	-	Zooplankton
<i>Brachionus dimidiatus</i>	29	-	-	Zooplankton
<i>Brachionus falcatus</i>	12	-	-	Zooplankton
<i>Brachionus plicatilis</i>	29	3	7	Zooplankton
<i>Brachionus rotundiformis</i>	24	16	16	Zooplankton
<i>Brachionus rubens</i>	4	9	10	Zooplankton
<i>Brachionus urceolaris</i>	1	-	-	Zooplankton
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	1	-	1	Zooplankton
<i>Copepod nauplius</i>	50	14	14	Zooplankton
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	-	-	3	Fitoplankton
<i>Cyclops fimbriatus</i>	1	-	-	Zooplankton
<i>Dactyliosolen sp.</i>	-	-	4	Fitoplankton
<i>Daphnia magna</i>	11	9	25	Zooplankton
<i>Distiocus minor</i>	-	-	1	Zooplankton
<i>Komvophoron minutum</i>	1	4	1	Fitoplankton
<i>Lauderia annulata</i>	3	9	4	Fitoplankton
<i>Lecane yatseni</i>	1	-	-	Zooplankton
<i>Meuniera membranacea</i>	-	-	1	Fitoplankton
<i>Miracia efferata</i>	1	-	-	Zooplankton
<i>Oithona nana</i>	-	2	5	Zooplankton
<i>Oscillatoria limosa</i>	60	-	-	Fitoplankton
<i>Paralia sulcata</i>	19	24	8	Fitoplankton
<i>Pediastrum duplex</i>	4	3	1	Fitoplankton
<i>Planktothrix compressa</i>	9	1	2	Fitoplankton
<i>Pleurosigma sp.</i>	4	1	-	Fitoplankton
<i>Rhizosolenia sp.</i>	-	-	6	Fitoplankton
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	-	1	1	Fitoplankton
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	-	1	1	Fitoplankton
<i>Spirogyra setiformis</i>	3	-	-	Fitoplankton
<i>Spirogyra sp.</i>	2	-	-	Fitoplankton
<i>Syncaeta kitina</i>	1	-	-	Zooplankton
<i>Syncaeta okai</i>	12	-	-	Zooplankton
<i>Tortanus forcipatus</i>	1	-	-	Zooplankton
JUMLAH TOTAL	304	135	122	

Tabel 4.6 Kelimpahan Plankton di Perairan Estuari Kepetingan Sidoarjo

Stasiun Sampling	Jumlah Total Spesies yang Teridentifikasi	Kelimpahan
T1	304 individu	66880 ind/L
T2	135 individu	29700 ind/L
T3	122 individu	26840 ind/L

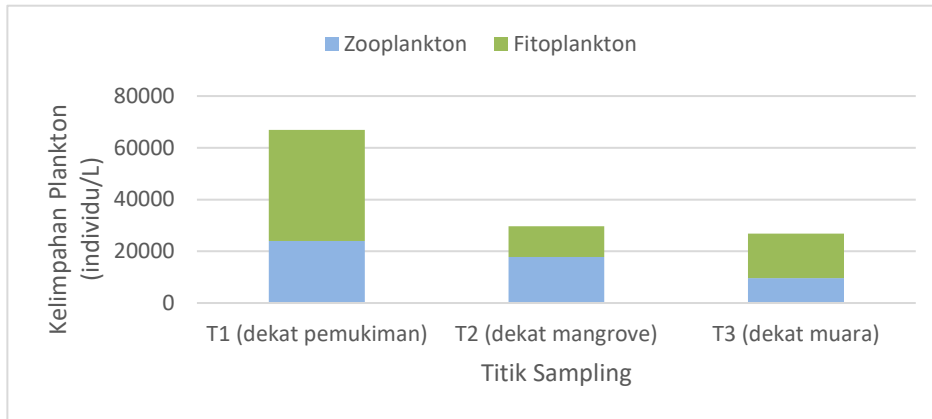
Peran plankton (fitoplankton dan zooplankton) dalam perairan sangat penting selain sebagai komponen rantai makanan, plankton juga berperan sekaligus sebagai indikator terhadap kesuburan ekosistem. Plankton yang telah diidentifikasi dan dihitung jumlahnya pada masing-masing titik lokasi kemudian disusun pada Tabel 4.5

Menurut Purwanti *et al* (2012) kelimpahan plankton dipengaruhi oleh jumlah individu yang ditemukan. Semakin banyak jumlah individu yang ditemukan, maka semakin tinggi pula nilai kemelimpahannya. Akan tetapi kenaikan jumlah individu (plankton) tidak selalu diikuti dengan kenaikan jumlah spesies. Secara umum plankton di wilayah estuari termasuk kategori miskin dalam jumlah spesies, hal tersebut disebabkan oleh kekeruhan air di wilayah estuari cukup tinggi dan cepatnya penggelontoran (Barnes, 1974 dalam Amri *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi T1 (dekat pemukiman) didapatkan plankton sebanyak 304 individu sehingga terhitung kelimpahannya sebesar 66880 ind/L, lokasi T2 (dekat mangrove) didapatkan plankton sebanyak 135 individu sehingga terhitung kelimpahannya sebesar 29700 ind/L, serta lokasi T3 (dekat muara) didapatkan plankton sebanyak 122 individu sehingga terhitung kelimpahannya sebesar 26840 ind/L. Grafik kelimpahan plankton disajikan pada Gambar 4.4

Rangkuti *dkk* (2017) pada bukunya menyatakan bahwa perairan estuari merupakan habitat bagi plankton dan nekton, akan tetapi jumlah spesies organisme yang mendiami kawasan estuari jauh lebih sedikit dibandingkan dengan perairan tawar dan laut. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi lingkungan estuari yang fluktuatif. Plankton air tawar tidak mampu menoleransi kenaikan salinitas, begitu pula plankton air laut juga tidak mampu menoleransi penurunan salinitas muara sungai (Dianthani, 2003). Sehingga dalam hal tersebut, hanya organisme tertentu yang mempunyai fisiologis khusus yang mampu bertahan hidup di estuari.

Hasil menunjukkan kelimpahan plankton tertinggi pada lokasi T1 (dekat pemukiman), hal ini dikarenakan saat pengamatan di lapangan sekitar lokasi masih dekat dengan area tambak dan terdapat lokasi wisata religi. Menurut (Ginting *dkk.*, 2015) kegiatan wisata dan pemukiman penduduk diperkirakan bisa saja menambah masukan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan plankton terutama fitoplankton, sebab fitoplankton dapat tumbuh dan berkembang dengan baik apabila unsur hara yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah yang mencukupi. Unsur hara dalam perairan estuari meliputi nitrogen (amonia, nitrit, nitrat) dan unsur fosfor dalam bentuk senyawa anorganik berupa partikulat (Effendi, 2003 dalam Rangkuti *dkk.*, 2017). Senyawa nitrogen di perairan dapat berasal dari faktor dalam dan luar. Faktor dari dalam air berasal dari proses perombakan yang dilakukan oleh bakteri. Sedangkan faktor luar yaitu presipitasi tanah yang mengandung senyawa dan amonia, limpasan permukaan, serta limbah industri, rumah tangga, dan pertanian (Rangkuti *dkk.*, 2017).



Gambar 4.4 Kelimpahan Plankton di Perairan Estuari Kepetingan

Kelimpahan plankton pada lokasi T2 memiliki komposisi zooplankton yang lebih banyak dibandingkan fitoplankton. Pada dasarnya ekosistem mangrove merupakan daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut. Salinitas di kawasan ekoton ini sangat bervariasi dan mudah dipengaruhi oleh pasang surut, sehingga kondisi tersebut membuat hanya spesies-spesies yang memiliki toleransi cukup tinggi saja yang dapat hidup layaknya zooplankton yang lebih mendominasi di lokasi ini (Puspita, 2018). Selain itu perairan pada kawasan mangrove lebih teduh dan bisa saja sinar matahari tertutup oleh pepohonan mangrove, sehingga dapat berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton. Fluktuasi kelimpahan fitoplankton juga dipengaruhi faktor lainnya seperti kecepatan arus, cuaca, dan angin laut yang berubah-ubah (Kurniyawan *et al.*, 2022).

Jumlah kelimpahan plankton terendah pada lokasi T3 (dekat muara) dibandingkan lokasi T1 dan T2. Berdasarkan pengamatan di lapangan, lokasi T3 ini sangat dipengaruhi arus akibat cuaca yang mendung dan hujan pada saat pengambilan sampel. Didukung oleh pernyataan Amri *et al* (2020) pada penelitiannya bahwa kondisi pada musim penghujan mengakibatkan perairan

mengalami kekeruhan tertinggi/maksimum dan kecepatan arus berperan penting dalam penyebaran atau distribusi plankton sehingga mempengaruhi komposisi dan kelimpahan plankton itu sendiri. Selain itu, Junior *et al* (2013) juga menyatakan bahwa umumnya jumlah plankton terutama jenis zooplankton lebih rendah di wilayah estuari atau muara dibandingkan wilayah lainnya. Hal tersebut dikarenakan kawasan muara yang merupakan perairan yang sangat dinamis sehingga sering terjadi fluktuasi atau perubahan salinitas yang tinggi, jadi hanya plankton jenis tertentu saja yang dapat bertahan hidup pada kondisi perairan tersebut.

Berdasarkan hasil dari ketiga titik lokasi sampling, fitoplankton dengan jenis spesies terbanyak terdapat pada lokasi T3 (dekat muara) yaitu sebanyak 15 spesies. Hal ini didukung oleh pernyataan Wulandari (2011) dalam penelitiannya bahwa jenis fitoplankton pada wilayah perairan terbuka (*offshore*) lebih tinggi, akan tetapi untuk kelimpahannya lebih rendah. Sesuai dengan hasil penelitian bahwa kelimpahan plankton pada lokasi T3 (dekat muara) lebih rendah dibandingkan lokasi T1 dan T2. Kedua titik lokasi tersebut dekat dengan kawasan mangrove dan aktivitas daratan sehingga memiliki nilai kandungan nutrisi lebih tinggi, sedangkan lokasi T3 yang dekat dengan perairan terbuka miskin akan kandungan nutrisi (Syafriani & Apriadi, 2017). Terkait dengan komposisi nutrisi yang berasal dari berbagai aktivitas manusia di sekitar perairan, nutrisi juga sangat dipengaruhi oleh faktor hidrologi dan pengadukan. Peng & Liangmin (2010) dalam Syafriani & Apriadi (2017) menyebutkan bahwa limbah domestik, limpasan sungai, dan juga berbagai aktivitas manusia di sekitar badan perairan akan berdampak

pada keberadaan nutrien. Sebagai informasi, terdapat berbagai aktivitas di sekitar lokasi penelitian yaitu banyak budidaya tambak, pemancingan, industri rumahan, dan wisata religi. Perubahan yang terjadi dalam suatu perairan akibat adanya beban masukan yang ada juga akan menyebabkan perubahan pula pada komposisi, distribusi, serta kelimpahan dari komunitas plankton.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar cemaran mikroplastik sehingga dapat membandingkannya dengan kelimpahan plankton pada sampel air sungai estuari Kepetingan. Total jumlah mikroplastik yang ditemukan pada seluruh lokasi sebanyak 64 partikel. Pada lokasi T1 terdapat mikroplastik sebanyak 27 partikel per 100 L air, sehingga dalam 1 L terdapat 0,27 partikel/L dan kelimpahan plankton sebesar 66880 ind/L. Pada lokasi T2 terhitung mikroplastik sebanyak 0,23 partikel/L dan plankton sebanyak 29700 ind/L. Pada lokasi T3 terhitung mikroplastik sebanyak 0,14 partikel/L dan plankton sebanyak 26840 ind/L. Maka apabila dikategorikan kelimpahan plankton termasuk dalam kelimpahan yang tinggi pada lokasi T1 (>40000 ind/L) dan kelimpahan plankton sedang pada lokasi T2 dan T3 (1000-40000 ind/L) (Dewi & Mawardi, 2020).

Perlunya mengetahui seberapa besar kemungkinan biota yang ada didalamnya mengonsumsi mikroplastik dalam perairan estuari Kepetingan, maka dapat menggunakan data kelimpahan mikroplastik dan kelimpahan plankton yang dihitung dengan perbandingan rasio. Jadi dalam penelitian ini terhitung sebanyak 0,64 partikel/L atau 640 partikel/m³ mikroplastik dalam perairan yang mendesak sebanyak 123420 ind/L atau 1234200 ind/m³

plankton, sehingga rasio perbandingan total mikroplastik dan plankton adalah sebesar 1:1928 (dalam satuan m^3). Artinya, per m^3 air sungai mengandung sebanyak 1 mikroplastik dan 1928 individu plankton. Terhitung angka kelimpahan plankton jauh lebih tinggi dibandingkan mikroplastik, maka dalam hal ini sesuai dengan pengamatan di lapangan bahwa kawasan lokasi pengambilan sampel tidak jauh dengan area tambak-tambak yang kemungkinan mendapatkan masukan berbagai nutrisi yang diperlukan plankton dalam metabolismenya untuk berkembang biak. Kandungan nutrisi di dalam perairan dapat mendorong tingginya kelimpahan plankton (Widianingsih, 2007) karena pada dasarnya plankton merupakan organisme laut yang mudah dipengaruhi oleh faktor lingkungannya yaitu oseanografi dan nutrisi. Yusuf *et al* (2019) mengatakan dimana pergerakan arus yang berasal dari bagian hulu sungai bisa saja mengangkut senyawa nutrisi sehingga pada akhirnya menyebar di seluruh badan wilayah estuari. Suryati (2017) dalam Yusuf *et al* (2019) menyatakan bahwa kandungan nutrisi seperti nitrat disebabkan oleh limbah domestik yang berasal dari aktivitas penduduk yang bermukim disekitar sungai. Didukung pula oleh pernyataan Nurfadilah *et al* (2020) pada penelitiannya bahwa banyaknya kelimpahan plankton pada setiap lokasi dapat disebabkan karena adanya pengaruh dari alam maupun manusia seperti pemukiman, kawasan tambak, dan industri.

Data pendukung untuk mikroplastik diambil dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Husna (2022) mengenai mikroplastik pada sedimen berlokasi sama di wilayah perairan estuari Kepetingan Sidoarjo serta

titik lokasi pengambilan sampel yang sama menunjukkan hasil pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Data Penelitian Sebelumnya Mikroplastik pada Sedimen di Estuari Kepetingan Sidoarjo

Stasiun Sampling	Kelimpahan
Stasiun 1 (dekat laut)	58 partikel
Stasiun 2 (daerah mangrove)	37 partikel
Stasiun 3 (pintu masuk muara)	85 partikel
Total	180 partikel

Husna (2022) dalam penelitiannya mengidentifikasi mikroplastik dari 140 gram sedimen kering ditemukan total mikroplastik sebanyak 180 partikel. Kelimpahan mikroplastik yang terhitung dari 140 gram sedimen kering sebesar 1,2 partikel/gram. Hasil tersebut menunjukkan jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan total kelimpahan mikroplastik pada air dalam penelitian ini yaitu 0,64 partikel/L. Terlihat pula hasil penelitian oleh Husna (2022) pada stasiun 3 (pintu masuk muara) ditemukan jumlah mikroplastik terbanyak yaitu 85 partikel, dimana lokasi tersebut merupakan lokasi yang dekat dengan pemukiman penduduk. Hasil tersebut sama dengan penelitian ini yang menunjukkan bahwa pada lokasi dekat pemukiman lebih banyak ditemukan adanya partikel mikroplastik. Partikel mikroplastik di perairan lebih banyak ditemukan pada sedimen-nya, hal tersebut dikarenakan perairan muara memiliki sifat atau karakteristik yang dinamis sehingga sewaktu-waktu dapat terjadi erosi sedimen yang menyebabkan mikroplastik mengalami penambahan densitas yang kemudian partikel-partikel mikroplastik tersebut banyak yang mengendap di sedimen (Azizah *et al.*, 2020).

Mengingat masih tingginya penggunaan plastik baik dari kegiatan antropogenik rumah tangga, wisata, maupun bahan baku industri maka tetap akan meningkatkan pula masukan sampah plastik kedalam perairan. Sehingga dalam jangka waktu tahunan atau bahkan hingga ratusan tahun pun sampah-sampah plastik akan terurai menjadi partikel kecil mikroplastik yang semakin lama juga akan semakin mengganggu kehidupan makhluk hidup dan ekosistem di perairan (Raintung *et al.*, 2021). Begitu pula menurut Isangedighi *et al* (2018) yang menyatakan bahwa sampah plastik tidak dapat hilang sekaligus dari alam, akan tetapi sampah-sampah plastik tersebut hanya terurai menjadi pecahan/bagian-bagian yang lebih kecil (mikroplastik) serta sampah-sampah plastik yang masuk dan hanyut ke dalam perairan tidak akan meninggalkan perairan tersebut kecuali terdampar di suatu daratan melalui arus. Mikroplastik yang berukuran kecil (<5 mm) menyerupai organisme planktonik dan bentuknya yang menyerupai makanan bagi biota laut akan dapat meningkatkan peluang kemungkinan biota tidak sengaja mengonsumsi mikroplastik, terutama pada biota yang cara makannya dengan menyaring apa saja yang masuk (*filter feeder*) yang pastinya akan berdampak pada metabolisme biota yang memakannya (Raintung *et al.*, 2021).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari sekian pemaparan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Bentuk mikroplastik yang ditemukan pada sampel air sungai estuari Kepetingan terdapat 3 bentuk yaitu fragmen fiber, dan film. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel T1 (dekat pemukiman) sebanyak 0,27 partikel/L, sampel T2 (dekat mangrove) sebanyak 0,23 partikel/L, serta sampel T3 (dekat muara) sebanyak 0,14 partikel/L.
2. Jenis polimer plastik yang teranalisis melalui uji sampel FTIR yaitu polimer jenis Nylon/*polyamide*.
3. Jumlah plankton yang teridentifikasi pada sampel T1 sebanyak 304 individu dengan kelimpahan sebesar 66880 ind/L, sampel T2 sebanyak 135 individu dengan kelimpahan sebesar 29700 ind/L, dan sampel T3 sebanyak 122 individu dengan kelimpahan sebesar 26840 ind/L.

5.2 Saran

Dari penelitian ini, penulis berharap adanya penelitian lebih lanjut yang meliputi:

1. Adanya penelitian lanjutan terhadap mikroplastik dan plankton serta analisis parameter fisika-kimia perairan yang mendukung.
2. Adanya penelitian lanjutan mengenai dampak mikroplastik terhadap keanekaragaman jenis plankton.
3. Adanya penelitian lanjutan dengan menambahkan sampel sedimen untuk identifikasi mikroplastik

DAFTAR PUSTAKA

- Admadi, B.H., & Arnata. 2015. *Modul Kuliah 1: Teknologi Polimer*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana.
- American Public Health Association (APHA). 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water Including Bottom Sediment and Sludges*. 17th ed. *Amer. Publ. Health Association Inc.* New York. 1527 hlm.
- Amri, K., Ma'mun, A., Priatna, A., Suman, A., Prianto, E., & Muchlizar. Sebaran Spasial, Kelimpahan dan Struktur Komunitas Zooplankton di Estuari Sungai Siak serta Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *Jurnal Akuatika Indonesia*. 5(1), 7-19.
- Anam, C. S. 2007. Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji Bensin dan Spiritus menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR. *Fisika*. 10(1), 79-85.
- Ariana, D., Samiaji, J., Nasution, Syafruddin. 2014. Komposisi Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton Perairan Laut Riau. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM)*. <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERIKA/article/view/4212>
- Arinardi, O. H., Trimaningsih dan Sudirdjo. 1994. *Pengantar Tentang Plankton serta Kisaran Kelimpahan dan Plankton Predominan di Sekitar Pulau Jawa dan Bali*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Asensio, R.C., Moya, M.S.A., Roja, J.M.de la., & Gomez, M. 2009. Analytical Characterization of Polymers Used in Conversation and Restoration by ATR-FTIR Spectroscopy. *Anal Bioanal Chem*. 395: 2081-2096. DOI 10.1007/s00216-009-321-2.
- Asmi, N., Baharuddin, M., Febriyanti, A. 2022. Skrining Mikroba Pendegradasi Plastik dari Tanah dan Uji Biodegradasi Menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR). *Al-KAUNIYAH: Jurnal Biologi*. 15(1), 151-163.
- Ayuningtyas, W.C., Yona, D., Julinda, S.H., Iranawati, F. 2019. Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 3(1), 41-45.
- Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C.A. 2020. Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. 9(3), 326-332.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia "Pengelolaan Sampah di Indonesia"*. Catalog 3305001.
- Barnes, R.S.K. 1974. *Estuarine Biology*. Edward Arnold: London.
- Barus, T. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*. USU Press. Medan.

- Boerger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L., & Moore, C.J. 2010. Plastic Ingestion by Planktivorous Fishes in the North Pacific Central Gyre. *Mar. Poll. Bull.* 60: 2275-2278.
- Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T.S., Thompson, R.C. 2011. Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environmental Science & Technology.* 45: 9175-9179.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchell, L. G. 2003. *Biologi Edisi Kelima Jilid II.* Erlangga. Jakarta.
- Carbery, M., O'Connor, W., & Palanisami, T. 2018. Trophic Transfer of Microplastics and Mixed Contaminants in the Marine Food Web and Implications for Human Health. *Environmental International.* 115, 400-409.
- Conway, D.V.P., White, R.G., Hugues-Dit-Ciles, J., Gallienne, C.P., Robins, D.B. 2003. *Guide to the Coastal and Surface Zooplankton of the South-Western Indian Ocean.* Ocassional Publication of the Marine Biological Association of the United Kingdom, No.15, Plymouth, UK.
- Cordova, M. R., Purwiyanto, A. I. S., & Suteja, Y. 2019. Abundance and Characteristics in the Northern Coastal Waters of Surabaya, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin.* 142, 183-188.
- Derraik, J. 2002. The Pollution of Marine Environment by Plastic Debris: A Review. *Mar. Poll. Bull.* 44, 842-852.
- Dewi, I.S., Budiarsa, A.A., Ritonga, I.R. 2015. Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai, Kertanegara. *Depik,* 4(3): 121-131.
- Dewi, S.S., & Mawardi. 2020. Kelimpahan Plankton di Perairan Sungai Pelawi Kecamatan Babalan Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Jeumpa.* 7(2), 414-421.
- Dianthani, D. 2003. *Identifikasi Jenis Plankton di Perairan Muara Badak, Kalimantan Timur.* Makalah Falsafah Sains. Pascasarjana IPB. Bogor.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan.* Kanisius. Yogyakarta.
- Fachrul, M. F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi.* Bumi Aksara, Jakarta.
- Firmansyah, M. D. 2021. Analisis Mikroplastik pada Sedimen, Air, dan Kupang Putih (*Corbula faba* Hinds) di Perairan Kepetingan Sidoarjo, Jawa Timur. *Skripsi.* Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. Surabaya.
- Fries, E., Dekiff, H. J., Wilmeyer, J., Marietheres, N., Martin, E., & Remy, D. 2013. Identification of Polymers Types and Additives Marine

Microplastics Particles Using Pyrolysis-GC/MS and Scanning Electron Microscopy. *Environ. Sci. Process Impacts*. 15(10), 1949-1956.

- Galgani, F. 2015. *The Mediterranean Sea: from Litter to Microplastics*. Micro 2015: Book of Abstracts.
- Galloway, T. S., Cole, M., & Lewis, C. 2017. Interactions of Microplastic Debris Throughout the Marine Ecosystem. *Nature Ecology and Evolution*. 1(5), 1-8.
- Genisa, A. S., Wijopriono., dan S. Budiharjo. 1999. Keanekaragaman Ikan di Muara Sungai Membramo, Irian Jaya. Prosiding Seminar Biologi Menuju Millenium III. Fakultas Biologi UGM. Pp 237-248.
- Gewert, B., Ognowski, M., Barth, A., Macleod, M. 2017. Abundance and Composition of near Surface Microplastics and Plastic Debris in the Stockholm Archipelago, Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 120, 292-302.
- Ginting, I.Y.B., Restu, I.W., Pebriani, D.A.A. 2015. Kualitas Air dan Struktur Komunitas Plankton di Perairan Pantai Lovina Kabupaten Buleleng Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 5(1), 109-118.
- Guo, X., dan Wang, J. 2019. The Chemical Behaviors of Microplastics in Marine Environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*. 142, 1-14.
- Hanif, K.H., Suprijanto, J., & Pratikto, I. 2021. Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendal, Kabupaten Kendal. *Journal of Marine Research*. 10(1), 1-6.
- Hariyadi, S., Adiwilaga, E.M., Prartono, T., Hardjoamidjojo, S. 2010. Produktivitas Primer Estuari Sungai Cisadane Pada Musim Kemarau. *LIMNOTEK*. 17(1), 49-57.
- Hasan, O.D.S., Sudinno, D., Danapraja, S., Suhaedy, E., & Djunnaidah, I.S. 2017. Diversitas Plankton dan Kualitas Perairan Waduk Darma Kabupaten Kuningan Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*. 11(3), 144-159.
- Hasle, G.R., Syvertsen, E.E., Steidinger, K.A., Tangen, K., Throndsen, J., Heimdal, B.R. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press an Imprint of Elsevier. Oxford, UK.
- Hastuti, A.R., Yulianda, F., Wardiatno, Y. 2014. Distribusi Spasial Sampah Laut di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*. 4(2), 94-107.
- Husna, Ulfi H. 2022. Analisis Perbandingan Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen, Air dan Bivalvia Kupang Putih (*Corbula Faba* Hinds), Kerang Darah (*Anadara Granosa*), Kerang Hijau (*Perna Viridis*) di Wilayah Perairan Estuari Sidoarjo. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya. Surabaya.

- Hutabarat, S., & Evans, S. M. 2014. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta. 159 hlm.
- Insani, N., A'Rachman, R.F., Ningsih, K.H., & Rachmawati, P.A. 2019. *Jurnal Praktis dan Dedikasi Sosial*. 2(1), 28-35.
- Isangedighi, I.A., Obot, A., & David, G.S. 2018. Plastic Waste in the Aquatic Environment: Impacts and Management. *Research Gate*. 2: 1-31.
- Jung, M.R., Horgen, F.D., Orski, S.V., Rodriguez, C.V., Beers, K.L., Balazs, G.H., Jones, T.T., Work, T.M., Brignac, K.C., Royer, S., Hyrenbach, H.D., Jensen, B.A., & Lynch, J.M. 2018. Validation of ATR FT-IR to Identify Polymers of Plastic Marine Debris, Including those Ingested by Marine Organisms. *Marine Pollution Bulletin*. 127, 704-716.
- Junior, A.N. de S., Magalhaes, A., Pereira, L.C.C., Costa, R.M. da. 2013. Zooplankton Dynamics in a Tropical Amazon Estuary. *Journal of Coastal Research*. 65, 1230-1235.
- Kataoka, T. 2019. Assessment of the Sources and Inflow Processes of Microplastics in the River Environments of Japan. *Environmental Pollution*. 244: 958-965.
- Kurniyawan, B., Adriman., Sumiarsih, E. 2022. Komparasi Kelimpahan Fitoplankton Perairan Mangrove dan Perairan Terbuka di Perairan Desa Mengkapan Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Siak. *Berkala Perikanan Terubuk*. 50(3), 1608-1619.
- Kusumastuti, W. 2009. Evaluasi Lahan Basah Bervegetasi Mangrove Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan (Studi Kasus di Desa Kepetingan Kabupaten Sidoarjo). *Thesis*. Program Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lattin, G.L., Moore, C.J., Zellers, A.F., Moore, S.L., Weisberg, S.B. 2004. A Comparison of Neustonic Plastic and Zooplankton at Different Depths Near the Southern California Shore. *Marine Pollution Bulletin*. 49: 291-294.
- Law, K.L., and Thompson, R.C. 2014. Microplastic in the Seas: Concern is rising about widespread contamination of the marine environment by microplastics. *Science*. 345, 144-145.
- Lestari, K., Haeruddin, & Jati, O.E. 2021. Karakterisasi Mikroplastik dari Sedimen Padang Lamun, Pulau Panjang, Jepara dengan FT-IR Infra Red. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 13(2), 135-154.
- Lusher, A.L., O'Donnell, C., Officer, R., & O'Conno, I. 2015. Microplastic Interactions with North Atlantic Mesopelagic Fish. *J. Mar. Sci.* 73(4), 1214-1225.
- Lusher, A.L., Welden, N.A., Sobral, P., & Cole, M. 2017. Sampling Isolation and Identifying Microplastics Ingested by Fish and Invertebrates. *Analytical Methods*. 9: 1346-1360.

- Masura, J., Baker, J., Foster, G., and Arthur, C. 2015. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for Quantifying Synthetic Particles in Water and Sediments*. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Maulina, W. 2016. Kajian Membran Komposit Nilon-Arang Melalui Karakterisasi FTIR dan SEM. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan*. 2(1), 56-60.
- Mirad, A., Yoswaty, D., & Thamrin. 2020. Identification Microplastic Waste in Seawater and the Digestive Organs of Senangin Fish (*E. tetradactylum*) at Dumai City Sea Waters. *Asian Journal of Aquatic Sciences*. 3(3), 248-259.
- Moore, C.J., Moore, S.L., Weisberg, S.B., Lattin, G.L., Zellers, A.F. 2002. A Comparison of Neustonic Plastic and Zooplankton Abundance in Southern California's Coastal Waters. *Marine Pollution Bulletin*. 44, 1035-1038.
- Moore, C.J., Weisberg, S.B., Moore, S.L. 2001. A Comparison of Plastic and Plankton in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*. 42(12), 1297.
- Nahdiyah, N. 2016. Struktur Komunitas Fitoplankton Di Perairan Dusun Kepetingan, Desa Sawoha, Kecamatan, Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nontji, A. 2017. *Fitoplankton Laut: Hutan yang Tampak*. Jakarta. 8 hlm.
- Nurfadilah., Rani, C., & Lukman, M. 2020. Kelimpahan Jenis Plankton di Perairan Muara Sungai Pangkep Sulawesi Selatan. *Manfish Journal*. 1(2), 58-62.
- Nurhajati, D.W., Indrajati, I.N., Mayasari, H.E., & Sholeh, M. 2018. Pengaruh Penambahan Pati Tapioka Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Komposit *High Density Polyethylene*. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 34(2), 77-84.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan oleh H. Muhammad Eidman. PT. Gramedia. Jakarta. 480 hlm.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Omori, M., dan Ikeda, T. 1984. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. John Willey & Sons. New York.
- Pambudi, A., Farid, M., & Nurdiansah, H. 2017. Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalanus asper*) Hasil Proses Alkalisasi sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*. 6(2), 441-444.
- Pandey, M., Joshi, G.M., Mukhrejee, A., & Thomas, P. 2016. Electrical Properties and Thermal Degradation of poly(vinyl chloride)/polyvinylidene

- fluoride/ZnO Polymer Nanocomposites. *Polymer International*. Research Article.
- Pawar, P.R., Shirgaonkar, S.S., & Patil, R.B. 2016. Plastic Marine Debris: Sources, Distributions, and Impacts on Coastal and Ocean Biodiversity. *Pencil Publication of Biological Sciences*. 3(1), 40-54.
- Peng, W., & Liangmin, H. 2010. Water Quality and Eutrophication in the Guangzhou Sea Zone of the Pearl River Estuary. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*. 28(1), 113-121.
- Permatasari, D.R., & Radityaningrum, A.D. 2020. Kajian Keberadaan Mikroplastik di Wilayah Perairan: Review. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VIII*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Surabaya.
- Pitanova, T., & Alva, S. 2023. Karakteristik Mekanikal Material Polimer PVC dengan Variasi Konsentrasi VCO (Virgin Coconut Oil). *Jurnal Pendidikan dan Konseling*. 5(1), 4422-4435.
- Praditya, G. 2016. Pemanfaatan *Sulfonated Polystyrene* dalam Mereduksi Limbah Timbal (Pb) dalam Air. *Jurnal Teknik*. 5(1), 1-12.
- Purwanti, S., Hariyati, R., & Wiryani, E. 2012. Komunitas Plankton pada saat Pasang dan Surut di Perairan Muara Sungai Demaan Kabupaten Jepara. *BULETIN ANATOMI DAN FISILOGI dh SELLULA*. 19(2), 65-73.
- Puspita, L. 2018. Struktur Komunitas Plankton Pada Muara Sungai Enam, Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau. *SIMBIOSA*. 7(1), 55-63.
- Raintung, F.A., Hendrawan, I.G., Widiastuti. 2021. Rasio Jumlah Mikroplastik dan Plankton di Kawasan Teluk Benoa, Bali. *JMRT*. 4(2), 8-15.
- Rangkuti, A.M., Cordova, M.R., Rahmawati, A., Yulma., Adimu, H.E. 2017. *Ekosistem Pesisir dan Laut Indonesia*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Reynolds, C. S. 1984. *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University Press. New York.
- Rochman, M.C., Browne, A.J., Underwood, J.A., Van Franeker, R.C., Thompson, L.A., Amaral-Zentler. 2015. The Ecological Impacts of Marine Debris: Unraveling the Demonstrated Evidence from what is Perceived. *Ecology*. 97: 302-312.
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 1998. *Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut*. LIPI. Jakarta.
- Rositasari, Ricky dan Rahayu, S.K. 1994. Sifat-Sifat Estuari dan Pengelolaannya. *Oseana*. 19(3), 21-31.

- Sa'adah, H.V., & Widagdo, S. 2020. Sebaran Salinitas dan Temperatur Permukaan pada Saat Spring Tide dan Neap Tide di Estuari Sungai Porong, Sidoarjo. P-ISSN: 2656-3150, e-ISSN: 2656-7091.48-58.
- Sari, D.P., Kamal, S., & Hanim, N. 2018. Komposisi Jenis Plankton Di Danau Lut Tawar Kabupaten Aceh Tengah. Prosiding Seminar Nasional Biotik 2018. ISBN: 978-602-60401-9-0.
- Seprandita, C.W., Suprijanto, J., & Ridlo A. 2022. Kelimpahan Mikroplastik di Perairan Zona Pemukiman, Zona Pariwisata, dan Zona Perlindungan Kepulauan Karimunjawa, Jepara. *Buletin Oseanografi Mariana*. 11(1), 111-112.
- Sofyan, D.A., & Zainuri, M. 2021. Analisis Produktivitas Primer dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Estuari Daerah Bancaran Kecamatan Kota Bangkalan Kabupaten Bangkalan. *Juvenil*. 2(1), 47-52.
- Sugiyono. 2005. Analisis Statistik Korelasi Linier Sederhana. 06 November 2008.
- Suryanti, E. 2017. Keragaman Fitoplankton Sebagai Indikator Kualitas Perairan Kampung Gisi, Kecamatan Teluk Bintan, Kabupaten Bintan. Skripsi. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, FKIP, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Kepulauan Riau.
- Syafriani, R., & Apriadi, T. 2017. Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Estuari Sei Terusan, Kota Tanjungpinang. *LIMNOTEK*. 24(2), 74-82.
- Syakti, A.D. 2017. Microplastics Monitoring in Marine Environment. *Omni-Akuatik*. 11(2), 1-6.
- Tajuddin, B., & Abdullah, L.C. 2010. Thermal Properties of High Density Polyethylene-kenaf Cellulose Composites. *Polymers and Polymer Composites*. 18(5), 257-261.
- The World Bank. 2019. *Indonesia Economic Quarterly Ocean of Opportunity*. Juni 2019.
- Thiele, C.J., Hudson, M.D., & Russell, A.E. 2019. Evaluation of Existing Methods to Extract Microplastics from Bivalve Tissue: Adapted KOH Digestion Protocol Improves Filtration at Single-digit Pore Size. *Marine Pollution Bulletin*. 142, 384-393.
- Thoha, H. 2007. Kelimpahan Plankton di Ekosistem Perairan Teluk Gilimanuk Taman Nasional Bali Barat. *Makara*. 11(1), 44-48.
- 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. *Phil. Trans. R. Soc.* 364: 2153-2166.
- Tulungen, J. J., M. Kasmidi, C. Rotinsulu, M. Dimpudus, dan M. Tangkilisan. 2003. *Panduan Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Berbasis Masyarakat*. USAID. Jakarta. Hal 2-6.

- Uddin, J. 2012. *Macro to Nano Spectroscopy*. Intech: Croatia.
- Vijayakumar, S., & Rajakumar, P.R. 2012. Infrared Spectral Analysis of Waste PET Samples. *International Letters of Chemistry, Physics, and Astronomy*. 4, 58-65.
- Virsek, M.K., Palatinus, A., Koren, S., Peterlin, M, Horvat, P., & Krzan, A. 2016. Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments. Exp.* (118), e55161, doi:10.379/55161.
- Wang, J., Peng, J., Tan, Z. Z. Y. G., Chen, Q., & Cai, L. 2017. Microplastics in the Surface Sediments from the Beijiang River Littoral Zone: Composition, Abundance, Surface Texture Sand Interaction with Heavy Metals. *J. Chemsphere*. 171, 248-258.
- Welch, P. S. 1952. *Limnological Methods*. Mc. Graw-Hill Book Company. Inc. New York.
- Widianingsih. 2007. Kelimpahan dan Sebaran Horizontal Fitoplankton di Perairan Pantai Timur Pulau Belitung. *Jurnal Ilmu Kelautan UNDIP*. 12(1), 6-11.
- Widiyatmoko, H., Purwaningrum, P., & Febrina, P. A. P. 2016. Analisis Karakteristik Sampah Plastik di Pemukiman Kecamatan Tebet dan Alternatif Pengolahannya. *JTL*. 7(1), 24-33.
- Widyarini, H., Pratiwi, M.T.M., Sulistiono. 2017. Struktur Komunitas Zooplankton di Muara Sungai Majakerta dan Perairan Sekitarnya, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. 9(1).
- Wulandari, D.Y. 2011. Distribusi Spasial Fitoplankton di Perairan Selat Bali. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Yona, D., Prikah, F. A., dan As'adi, M. A. 2020. Identifikasi dan Perbandingan Kelimpahan Sampah Plastik Berdasarkan Ukuran pada Sedimen di Beberapa Pantai Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 18(2), 375-383.
- Yuniari, A. 2011. Biodegradasi dan Morfologi Polipaduan *Grafting* LDPE Tapioka dengan Inisiator Dicumil Peroksida. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 27(1), 7-14.
- Yusuf, M., Muliadi., & Minsas, S. 2019. Komposisi dan Struktur Komunitas Fitoplankton di Estuari Sungai Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 2(1), 1-10.
- Zenttler, E.R., Mincer, T.J., Amaral-Zenttler, L.A. 2013. Life in the Plasticsphere: Microbial Communities on Plastic Marine Debris. *Environmental Science Technology*. 46: 7137-7146.

Zhang, W., Ma, X., Zhang, Z., Wang, Y., Wang, J., Ma, D. 2015. Persistent Organic Pollutants Carried on Plastic Resin Pellets from Two Beaches in China. *Marine Pollution Bulletin*. 99, pp. 28-34.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A