

**SKRIPSI**

**ANALISIS KELIMPAHAN DAN PENYEBARAN  
MIKROPLASTIK PADA PELABUHAN SOEKARNO HATTA  
MENGUNAKAN ArcGIS**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**SUKARDI SYAM  
D131 18 1010**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**SKRIPSI**

**ANALISIS KELIMPAHAN DAN PENYEBARAN  
MIKROPLASTIK PADA PELABUHAN SOEKARNO HATTA  
MENGUNAKAN ArcGIS**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**SUKARDI SYAM  
D131 18 1010**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****ANALISIS KELIMPAHAN DAN PENYEBARAN  
MIKROPLASTIK PADA PELABUHAN SOEKARNO HATTA  
MENGUNAKAN *ARCGIS***

Disusun dan diajukan oleh

**Sukardi Syam**  
**D131181010**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 8 Agustus 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc.  
NIP 194306122018016000

Pembimbing Pendamping,



Nurjannah Oktorina, S.T., M.T.  
NIP 199210242019016000

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM.  
NIP 197204242000122001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Sukardi Syam  
NIM : D131181010  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisis Penyebaran dan Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan Pelabuhan Soekarno Hatta dengan ArcGIS

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

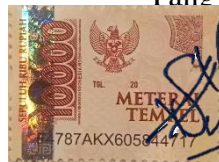
Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 8 Agustus 2023

Yang Menyatakan



Sukardi Syam

## ABSTRAK

**Sukardi Syam.** *Analisis Kelimpahan dan Penyebaran Mikroplastik pada Pelabuhan Soekarno Hatta Menggunakan ArcGIS* (dibimbing oleh **Mary Selintung** dan **Nurjannah Oktorina Abdullah**).

Pelabuhan Soekarno Hatta menjadi salah satu pelabuhan terpadat dan terbesar di Kota Makassar. Terdapat banyak aktifitas yang terjadi pada wilayah pelabuhan yang memicu tingginya tingkat pencemaran plastik yang kemudian menjadi mikroplastik seiring dengan berjalannya waktu akibat degradasi pada plastik. Mikroplastik dapat masuk ketubuh manusia melalui transfer mikroplastik oleh biota laut berupa ikan yang hidup pada air permukaan dan sedimen laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebaran dan kelimpahan mikroplastik pada air laut, sedimen, dan ikan di perairan Pelabuhan Soekarno Hatta dengan ArcGIS.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel air laut pada 6 titik lokasi di perairan Pelabuhan Soekarno Hatta menggunakan alat *Neuston Net* dan 6 titik lokasi pengambilan sampel sedimen menggunakan alat *Grab Sampler* serta ikan diambil langsung dari pemancing yang berada di sekitar wilayah Pelabuhan Soekarno Hatta. Seluruh sampel yang telah diperoleh kemudian dilakukan penyaringan sampel mikroplastik dan pengamatan di laboratorium.

Dari hasil penelitian yang dilakukan, kelimpahan mikroplastik yang diperoleh pada air laut pada Stasiun 1A (13,33 partikel/m<sup>3</sup>), Stasiun 1B (13,26 partikel/m<sup>3</sup>), Stasiun 2A (11,59 partikel/m<sup>3</sup>), Stasiun 2B (12,48 partikel/m<sup>3</sup>), Stasiun 3A (12,48 partikel/m<sup>3</sup>), dan Stasiun 3B (12,00 partikel/m<sup>3</sup>). Kelimpahan mikroplastik yang diperoleh dari sedimen pada Stasiun 1A (0,84 partikel/gram), Stasiun 1B (0,86 partikel/gram), Stasiun 2A (0,85 partikel/gram), Stasiun 2B (0,84 partikel/gram), Stasiun 3A (0,86 partikel/gram) dan Stasiun 3B (0,87 partikel/gram). Sedangkan pada ikan masing-masing diperoleh mikroplastik sebanyak 27 partikel pada ikan Cencaru dan 24 partikel pada ikan Kuwe.

**Kata Kunci:** Mikroplastik, Penyebaran, Kelimpahan, Pelabuhan, Soekarno Hatta.

## ABSTRACT

**Sukardi Syam.** *Analysis of the Abundance and Distribution of Microplastics in the Waters of Soekarno Hatta Port with ArcGIS* (supervised by **Mary Selintung** and **Nurjannah Oktorina Abdullah**).

Soekarno Hatta Port is one of the busiest and largest ports in Makassar City. There are many actions that occur in the port area which trigger high levels of plastic pollution which then turn into microplastics over time due to plastic degradation. Microplastics can enter the human body through the transfer of microplastics by marine biota in the form of fish that live on the surface of the air and sea sediments. This study aims to analyze the distribution and limiting of microplastics in seawater, sediments, and fish in the waters of Soekarno Hatta Harbor with ArcGIS.

This research was conducted by taking seawater samples at 6 locations in Soekarno Hatta Port waters using the Neuston Net tool and 6 sediment sampling locations using the Grab Sampler as well as fish taken directly from anglers around the Soekarno Hatta Port area. All samples obtained were then screened for microplastic samples and observed in the laboratory.

From the results of the research conducted, the limitation of microplastics obtained in seawater was at Station 1A (13.33 particles/m<sup>3</sup>), Station 1B (13.26 particles/m<sup>3</sup>), Station 2A (11.59 particles/m<sup>3</sup>), Station 2B (12.48 particles/m<sup>3</sup>), Station 3A (12.48 particles/m<sup>3</sup>), and Station 3B (12.00 particles/m<sup>3</sup>). The abundance of microplastics obtained from sediments at Station 1A (0.84 particles/gram), Station 1B (0.86 particles/gram), Station 2A (0.85 particles/gram), Station 2B (0.84 particles/gram), Station 3A (0.86 particles/gram) and Station 3B (0.87 particles/gram). Whereas in each fish, 27 microplastic particles were obtained in the Cencaru fish and 24 particles in the Kuwe fish.

**Keywords:** Microplastics, Distribution, Abundance, Port, Soekarno Hatta.

## DAFTAR ISI

	<b>halaman</b>
<b>SKRIPSI</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Karakteristik Air Laut .....	6
2.2 Pelabuhan Soekarno Hatta .....	8
2.3 Pencemaran Laut Oleh Sampah Plastik .....	9
2.3.1 Pencemaran Laut .....	9
2.3.2 Sampah Plastik .....	10
2.4 Mikroplastik pada Air Laut .....	12
2.4.1 Pengertian Mikroplastik .....	12
2.4.2 Terbentuknya Mikroplastik .....	13
2.5 Sumber Mikroplastik .....	14
2.5.1 Mikroplastik Primer .....	14
2.5.2 Mikroplastik Sekunder .....	15
2.6 Sumber Pencemaran Mikroplastik .....	16
2.6.1 Mikroplastik di Permukaan Laut .....	16
2.6.2 Mikroplastik di Sedimen .....	16
2.6.3 Mikroplastik pada Ikan .....	16
2.7 Kelimpahan Mikroplastik di Berbagai Wilayah di Indonesia .....	17
2.8 Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk .....	18
2.8.1 Fiber atau Filament .....	18
2.8.2 Fragmen .....	19
2.8.3 Film .....	20
2.8.4 Granula atau Butiran .....	21
2.9 Klasifikasi Mikroplastik berdasarkan Jenis Polimernya .....	21
2.10 Dampak Pencemaran Mikroplastik .....	23
2.11 Proses Degradasi Mikroplastik .....	24
2.12 Faktor Sebaran Mikroplastik di Perairan .....	25
2.13 Parameter Kualitas Air .....	26
2.13.1 Suhu .....	27
2.13.2 Kekkeruhan .....	27

2.13.3 Salinitas.....	27
2.13.4 Total Suspended Solid (TSS).....	28
2.13.5 Dissolved Oxigen (DO).....	28
2.13.6 Power of Hydrogen (pH).....	28
2.14 Spektroskopi FT-IR.....	29
2.15 Penelitian Terdahulu.....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	33
3.1.1 Variabel Bebas.....	33
3.1.2 Variabel Terikat.....	34
3.2 Matriks Penelitian.....	34
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	35
3.3.1 Lokasi Penelitian.....	35
3.3.2 Waktu Penelitian.....	35
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.4.1 Alat Penelitian.....	35
3.4.2 Bahan Penelitian.....	36
3.5 Populasi dan Sampel.....	37
3.5.1 Populasi.....	37
3.5.2 Sampel.....	37
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	37
3.6.1 Data Primer.....	37
3.6.2 Data Sekunder.....	38
3.7 Pelaksanaan Kegiatan.....	38
3.7.1 Studi Literatur.....	38
3.7.2 Penentuan Lokasi dan Titik pengambilan Sampel.....	39
3.8 Pengambilan Sampel.....	40
3.8.1 Pengambilan Sampel Air Laut untuk Uji Kualitas Air.....	40
3.8.2 Pengambilan Sampel Air Laut.....	41
3.8.3 Pengambilan Sampel Sedimen.....	43
3.8.4 Pengambilan Sampel Ikan.....	43
3.9 Teknik Analisis Data.....	43
3.9.1 Analisis Kelimpahan dan Komposisi Mikroplastik.....	44
3.9.2 Analisis Statistik dengan Software Statistical Package for Social Science (SPSS).....	45
3.9.3 Analisis Distribusi Spasial Mikroplastik dengan Software ArcGIS ...	46
3.10 Pengujian Sampel.....	47
3.10.1 Identifikasi Kelimpahan dan Komposisi Mikroplastik.....	47
3.10.2 Pengukuran Kualitas Air Perairan Pelabuhan Soekarno Hatta.....	57
3.11 Diagram Alir Penelitian.....	59
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>60</b>
4.1 Hasil Analisis Kelimpahan Mikroplastik.....	60
4.1.1 Hasil Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Air Laut.....	60
4.1.2 Hasil Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Pelabuhan Soekarno Hatta.....	63
4.1.3 Hasil Analisis Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan di Perairan Pelabuhan Soekarno Hatta.....	65



4.2 Hasil Identifikasi Komposisi Mikroplastik Pada Perairan Pelabuhan Soekarno Hatta.....	66
4.3 Hasil Identifikasi Komposisi Mikroplastik pada Air Laut.....	68
4.3.1 Komposisi Mikroplastik pada Air Laut di Stasiun 1 .....	68
4.3.2 Komposisi Mikroplastik pada Air Laut di Stasiun 2 .....	70
4.3.3 Komposisi Mikroplastik pada Air Laut di Stasiun 3 .....	72
4.3.4 Komposisi Mikroplastik pada Air Laut di Seluruh Stasiun .....	74
4.4 Hasil Identifikasi Komposisi Mikroplastik pada Sedimen .....	76
4.4.1 Komposisi Mikroplastik pada Sedimen di Stasiun 1 .....	76
4.4.2 Komposisi Mikroplastik pada Sedimen di Stasiun 2 .....	78
4.4.3 Komposisi Mikroplastik pada Sedimen di Stasiun 3 .....	80
4.4.4 Komposisi Mikroplastik pada Sedimen Di Seluruh Stasiun .....	82
4.5 Hasil Identifikasi Komposisi Mikroplastik pada Ikan .....	84
4.6 Hasil Identifikasi Ukuran Mikroplastik di Perairan Pelabuhan Soekarno Hatta.....	85
4.6.1 Identifikasi Ukuran Mikroplastik pada Air Laut.....	85
4.6.2 Identifikasi Ukuran Mikroplastik pada Sedimen .....	86
4.6.3 Identifikasi Ukuran Mikroplastik pada Ikan .....	88
4.7 Hasil Identifikasi Warna Mikroplastik di Perairan Pelabuhan Soelarno Hatta .....	90
4.7.1 Identifikasi Warna Mikroplastik pada Air Laut.....	90
4.7.2 Identifikasi Warna Mikroplastik Pada Sedimen .....	92
4.7.3 Identifikasi Warna Mikroplastik Pada Ikan .....	94
4.8 Hasil Identifikasi Jenis Polimer Mikroplastik .....	96
4.8.1 Identifikasi Jenis Polimer Mikroplastik Stasiun 1 .....	96
4.8.2 Identifikasi Jenis Polimer Mikroplastik Stasiun 2 .....	102
4.8.3 Identifikasi Jenis Polimer Mikroplastik Stasiun 3 .....	108
4.8.4 Identifikasi Jenis Polimer Mikroplastik pada Ikan .....	112
4.9 Analisis Penyebaran Mikroplastik dengan ArcGIS .....	114
4.9.1 Analisis Penyebaran Mikroplastik pada Air Laut .....	114
4.9.2 Analisis Penyebaran Mikroplastik pada Sedimen.....	115
4.9.3 Analisis Perbandingan Penyebaran Mikroplastik .....	117
4.10 Analisis Grafik Hubungan Kelimpahan Mikroplastik .....	119
4.10.1 Grafik Hubungan Kelimpahan dengan Komposisi Mikroplastik .....	119
4.10.2 Grafik Hubungan Kelimpahan dengan Ukuran Mikroplastik.....	120
4.10.3 Grafik Hubungan Kelimpahan dengan Jenis Polimer.....	122
4.11 Analisis Data .....	123
4.11.1 Uji Normalitas.....	123
4.11.2 Uji Homogenitas .....	124
4.11.3 Korelasi Kedalaman terhadap Kelimpahan Mikroplastik.....	126
4.11.4 Korelasi Kualitas Air terhadap Kelimpahan Mikroplastik .....	128
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>131</b>
5.1 Kesimpulan .....	131
5.2 Saran .....	131
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>150</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>159</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>halaman</b>
Tabel 1. Kelimpahan Mikroplastik di Berbagai Wilayah di Indonesia.....	17
Tabel 2. Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk .....	18
Tabel 3. Klasifikasi Jenis Polimer Mikroplastik .....	22
Tabel 4. Penelitian Terdahulu .....	30
Tabel 5. Matriks Penelitian .....	34
Tabel 6. Hasil Uji Normalitas Kelimpahan Mikroplastik pada Air .....	123
Tabel 7. Hasil Uji Normalitas Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen .....	123
Tabel 8. Hasil Uji Homogenitas Kelimpahan Mikroplastik pada Air Laut .....	124
Tabel 9. Hasil Uji One Way Anova .....	125
Tabel 10. Hasil Uji Homogenitas Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen .....	125
Tabel 11. Hasil Uji One Way Anova pada Sedimen.....	126
Tabel 12. Hasil Uji Korelasi Kelimpahan MP pada Air Laut dengan Kedalaman .....	127
Tabel 13. Hasil Uji Korelasi Kelimpahan MP pada Sedimen dengan Kedalaman .....	127
Tabel 14. Hasil Uji Korelasi Kualitas Air Terhadap Kelimpahan .....	128

## DAFTAR GAMBAR

	<b>halaman</b>
Gambar 1. Gambar lapisan permukaan laut.....	7
Gambar 2. Pelabuhan Soekarno Hatta .....	9
Gambar 3. Tipe mikroplastik jenis fiber .....	19
Gambar 4. Tipe mikroplastik jenis Fragmen .....	20
Gambar 5. Tipe Mikroplastik Jenis <i>Film</i> .....	20
Gambar 6. Mikroplastik Tipe Granula.....	21
Gambar 7. <i>Spectroscopy FTIR</i> .....	29
Gambar 8. Titik Lokasi Pengambilan Sampel .....	39
Gambar 9. <i>Vendorn Water Sampler</i> .....	40
Gambar 10. <i>Neuston Net</i> .....	41
Gambar 11. Software ArcGIS.....	46
Gambar 12. Tahap Identifikasi Sampel Air .....	48
Gambar 13. Tahap Identifikasi Sampel Sedimen.....	51
Gambar 14. Tahap Identifikasi Sampel Ikan .....	54
Gambar 15. Diagram alir penelitian.....	59
Gambar 16. Kelimpahan Mikroplastik pada Air Laut .....	60
Gambar 17. Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen .....	63
Gambar 18. Kelimpahan Mikroplastik pada Ikan.....	65
Gambar 19. Jenis Mikroplastik Pada Wilayah Perairan Pelabuhan Soekarno Hatta .....	67
Gambar 20. Komposisi Mikroplastik pada Stasiun 1 .....	68
Gambar 21. Komposisi Mikroplastik pada Stasiun 2 .....	70
Gambar 22. Komposisi Mikroplastik pada Stasiun 3 .....	72
Gambar 23. Komposisi Mikroplastik pada Seluruh Stasiun .....	74
Gambar 24. Komposisi Mikroplastik pada Stasiun 1 .....	76
Gambar 25. Komposisi Mikroplastik Stasiun 2.....	78
Gambar 26. Komposisi Mikroplastik pada Stasiun 3 .....	80
Gambar 27. Komposisi Mikroplastik pada Seluruh Stasiun .....	82
Gambar 28. Komposisi Mikroplastik pada Ikan .....	84
Gambar 29. Ukuran Mikroplastik pada Air Laut.....	85
Gambar 30. Ukuran Mikroplastik pada Sedimen.....	87
Gambar 31. Ukuran Mikroplastik pada Ikan .....	88
Gambar 32. Warna Mikroplastik pada Air Laut .....	90
Gambar 33. Warna Mikroplastik pada Sedimen.....	92
Gambar 34. Warna Mikroplastik pada Ikan.....	94
Gambar 35. Mikroplastik jenis <i>Polypropylene</i> .....	96
Gambar 36. Rantai Karbon <i>Polypropylene</i> .....	97
Gambar 37. Mikroplastik jenis <i>High density Polyethylene</i> .....	98
Gambar 38. Rantai Karbon HDPE.....	99
Gambar 39. Mikroplastik jenis <i>Polypropylene</i> .....	100
Gambar 40. Rantai Karbon <i>Polypropylene</i> .....	101
Gambar 41. Mikroplastik jenis <i>Propylene Copolymer</i> .....	102
Gambar 42. Rantai Karbon <i>Polypropylene</i> .....	103
Gambar 43. Mikroplastik jenis <i>Celulose Acetate</i> .....	104

Gambar 44. Rantai Karbon <i>Celulosa Acetat</i> .....	106
Gambar 45. Mikroplastik jenis <i>Polyvinylchloride</i> .....	107
Gambar 46. Rantai Karbon PVC .....	108
Gambar 47. Mikroplastik jenis <i>Polyester film</i> .....	108
Gambar 48. Rantai Karbon <i>Polyester Film</i> .....	109
Gambar 49. Mikroplastik jenis <i>Polyvinylchloride</i> .....	109
Gambar 50. Rantai Karbon PVC .....	110
Gambar 51. Mikroplastik jenis <i>Polyvinylchloride</i> (fragmen biru).....	111
Gambar 52. Rantai Karbon PVC .....	112
Gambar 53. Mikroplastik jenis HDPE .....	112
Gambar 54. Rantai Karbon HDPE.....	113
Gambar 55. Pola Penyebaran Mikroplastik pada Air Laut .....	114
Gambar 56. Pola Penyebaran Mikroplastik pada Sedimen.....	116
Gambar 57. Grafik Hubungan Kelimpahan dengan Komposisi pada Air Laut ..	119
Gambar 58. Grafik Hubungan Kelimpahan dengan Komposisi pada Sedimen..	120
Gambar 59. Grafik Hubungan Kelimpahan dengan Ukuran pada Air Laut .....	121
Gambar 60. Grafik Hubungan Keelimpahan dan ukuran pada Sedimen.....	121
Gambar 61. Grafik Hubungan Kelimpahan dan Jenis Polimer pada Air Laut ...	122

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
Cm	Centimeter
DO	<i>Dissolved Oxygen</i>
FT-IR	<i>Fourier Transform InfraRed</i>
GPS	<i>Global Position System</i>
HCl	<i>Hidrogen Klorida</i>
HDPE	<i>High-density polyethylene</i>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrogen Peroksida
IDW	<i>Invers Distance Weighted</i>
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
km	Kilometer
km <sup>2</sup>	Kilometer Persegi
KOH	<i>Kalium Hidroksida</i>
LDPE	<i>Low-density polyethylene</i>
Mdpl	Meter diatas Permukaan Laut
mg	Milligram
mg/L	Milligram per liter
mm	Milimeter
m <sup>3</sup>	Meter kubik
m <sup>3</sup> /s	Meter kubik per detik
NaCl	<i>Natrium Klorida</i>
PET	<i>Polyethylene terephthalate</i>
PS	<i>Polystyrene</i>
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i>
pH	<i>Power of Hydrogen</i>
PP	<i>Polypropylene</i>
PP	Peraturan Pemerintah
°C	Derajat Celcius
ST	Stasiun
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>
V	Volume
W <sub>0</sub>	Berat media penyaring awal
W <sub>1</sub>	Berat media penyaring akhir
WHO	World Health Organization

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>halaman</b>
Lampiran 1. Tabel Hasil Pengamatan Komposisi Mikroplastik pada Air Laut, Sedimen dan Ikan Perairan Pelabuhan Soekarno Hatta .....	160
Lampiran 2. Uji Statistik menggunakan <i>Software</i> SPSS .....	161
Lampiran 3. Dokumentasi Komposisi Mikroplastik pada Seluruh Stasiun .....	164
Lampiran 4. Dokumentasi Lokasi Kegiatan .....	165
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan .....	166
Lampiran 6. Laporan Hasil Pengujian .....	168

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala karena rahmat, hidayah serta kuasa dan izin-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang diberi judul : **Analisis Kelimpahan dan Penyebaran Mikroplastik pada Pelabuhan Soekarno Hatta Menggunakan ArcGIS**. Shalawat serta salam penulis kirimkan kepada junjungan umat, Rasulullah SAW, yang telah mengantar umat manusia dari alam yang gelap menuju masa yang terang benderang.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan pada jenjang Strata-I (S1) di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam proses penyelesaian tugas akhir ini sudah pasti banyak hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat kerja keras, doa, nasehat, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moril maupun material sampai akhirnya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Oleh karena itu, penulis mengucapkan beribu terima kasih kepada Allah SWT karena selalu memudahkan segala kesulitan yang penulis alami karena mampu bertahan sejauh ini serta selalu ikhlas akan segala cobaan hidup, Orang tua penulis tercinta yakni papa tercinta Syafaruddin S. dan mama tersayang Saddia yang tiada hentinya memberikan semangat, nasehat, kasih sayang dan bersusah payah menyekolahkan penulis, serta kedua kakak penulis Rosdiana Syam dan Sudarni yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

Pada kesempatan ini pula penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, M.Si. selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. selaku Dekan fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc. selaku Pembimbing I yang selalu senantiasa membimbing dan memberikan masukan selama penyusunan skripsi.

5. Ibu Nurjannah Oktorina S.T., M.T. selaku pembimbing II yang selalu sabar memberikan arahan, nasehat serta dukungan kepada penulis selama melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingan, arahan dan motivasi yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Pak Syarif selaku laboran Laboratorium Kualitas Air yang selalu memberi bimbingan dan arahan kepada penulis selama melaksanakan penelitian.
8. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin terkhusus Ibu Sumi dan Kak Olan serta Kak Tami yang telah banyak bersabar dalam membantu penulis dalam proses administrasi.
9. Saudari Nur Azzahra Rahmadani Jafar A.Ma. selaku teman bertukar fikir yang senantiasa mendampingi dan memberi motivasi serta semangat kepada penulis selama proses perkuliahan hingga penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi.
10. Teman-teman sesama “Pengendali Air” yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi positif serta gelak tawa selama proses perkuliahan hingga penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi.
11. Kak Elvina yang telah banyak menuangkan ilmunya kepada penulis dan teman-teman “Pembasmi Mikroplastik” yang telah banyak berkorban dan kebersamai selama penulis melaksanakan penelitian hingga penyusunan skripsi.
12. Teman-Teman “Pembasmi Mikroplastik” yang senantiasa berbagi ilmu dan pengetahuan dalam proses penyelesaian tugas akhir.
13. Seluruh teman-teman Lingkungan 2018 yang telah banyak membantu dan memberikan pengalaman berarti bagi penulis selama proses perkuliahan.
14. Teman-teman TRANSISI 2019 atas segala momen berharga dan bantuannya selama proses perkuliahan.
15. Teman-teman KKN Gelombang 106 Jeneponto yang telah memberikan pengalaman yang sangat berarti bagi penulis dalam membangun kembali jiwa sosial penulis.



16. Segenap keluarga besar WWTP B1 Makassar yang memberikan pengalaman yang sangat berarti kepada penulis selama melaksanakan Kerja Praktik.
17. Teman-teman tongkrongan yang senantiasa menyuguhkan tempat berbagi cerita dan pengalaman.
18. Kanda-kanda senior serta dinda-dinda junior yang telah membantu penulis selama proses perkuliahan.

Serta kepada seluruh pihak yang membantu selama penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan kalian. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki kekurangan dari tugas akhir ini. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat dalam perkembangan bidang ilmu dan pengetahuan dan bisa dijadikan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

Gowa, 8 Agustus 2023

Penulis

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan terhadap air bersih semakin hari semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk serta rendahnya ketersediaan air bersih di beberapa wilayah tertentu. Hal tersebut disebabkan tingginya tingkat pencemaran oleh sampah terhadap sumber air serta perilaku masyarakat yang masih banyak membuang sampahnya ke badan air sehingga mencemari lingkungan terutama terhadap ekosistem perairan.

Pencemaran laut oleh sampah dapat menyebabkan kerusakan ekosistem dan biota laut oleh sampah dari aktivitas kehidupan manusia. Selain itu faktor lain yang juga mempengaruhi kerusakan ekosistem lingkungan disebabkan oleh berbagai aktifitas manusia. Hal tersebut dilakukan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia memerlukan sejumlah kegiatan yang justru menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan khususnya terhadap ekosistem perairan (Ningsih, 2018).

Tercemarnya lingkungan daerah pesisir menyebabkan terganggunya ekosistem pada daerah pesisir. Salah satu sampah hasil pembuangan dari manusia yang sangat melimpah di pesisir adalah sampah plastik. Plastik banyak digunakan pada kehidupan sehari-hari karena memiliki harga yang relatif murah dan terbuat dari polimer organik sintesis (Ayu Dyah, 2019)

Menurut Peraturan Presiden No. 83 Tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut, sampah laut merupakan sampah yang berasal dari daratan yang biasanya berasal dari limbah rumah tangga yang mengalir ke laut melalui aliran sungai. Selain itu, sampah laut juga dapat berasal dari badan air, sampah pesisir yang mengalir ke laut hingga sampah yang berasal dari kegiatan di laut juga disebut sampah laut. Mikroplastik juga dapat menyebar baik dari pesisir dan kawasan air dangkal hingga perairan laut dalam. Komposisi dan penyebaran sampah plastik banyak dipengaruhi oleh kegiatan-kegiatan manusia, karakteristik fisik dari material sampah serta kondisi cuaca dan perairan di wilayah tersebut. Sebagian besar sampah yang terdapat di laut merupakan sampah plastik yang berasal dari berbagai aktifitas yang terjadi di perairan maupun dari pemukiman sekitar pantai.

Sampah plastik merupakan sampah yang tidak dapat terlepas dari kehidupan manusia setiap harinya. Plastik terbuat dari bahan polimer sintesis yang dibuat melalui proses polimerisasi yang memiliki sifat tidak mudah terdegradasi dan terurai begitu saja di lingkungan atau dapat dikatakan memerlukan waktu yang cukup lama untuk dapat terurai sehingga sampah plastik menjadi faktor yang sangat berbahaya terhadap keberlangsungan ekosistem lingkungan perairan (Ningsih, 2018).

Tingginya tingkat pencemaran terhadap wilayah perairan yang disebabkan oleh mikroplastik tidak terlepas dari lamanya proses degradasi dari mikroplastik itu sendiri. Proses degradasi plastik memakan waktu yang sangat lama, partikel plastik sangat tahan di lingkungan laut untuk periode waktu yang sangat lama. Plastik juga berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan perairan. Hal tersebut dapat terjadi apabila plastik terkontaminasi dengan makhluk hidup yang berada di perairan serta mampu membahayakan kesehatan manusia apabila mengonsumsi biota laut yang terkontaminasi dengan mikroplastik. Bagian terkecil dari plastik yang telah mengalami proses degradasi dikenal dengan sebutan mikroplastik (Barnes *et al.*, 2009 dalam Ayuningtyas 2019).

Hasil laut merupakan salah satu sumber pangan utama bagi sebagian manusia. Seiring dengan meningkatnya penggunaan plastik, maka muncul kontaminan baru yang disebut dengan mikroplastik yang dapat menyebabkan hasil laut menjadi terkontaminasi sehingga sangat berbahaya apabila ikut dikonsumsi oleh manusia. Mikroplastik dapat berpindah ke tubuh manusia dari hasil laut melalui rantai makanan. Mikroplastik yang dikonsumsi oleh plankton dapat kembali dikonsumsi oleh biota laut lainnya dengan tier yang lebih tinggi sehingga mikroplastik dapat terakumulasi ke dalam tubuh organisme laut. Beberapa penelitian sedang menyoroti potensi risiko transfer mikroplastik dari rantai makanan ke manusia. Namun penelitian mengenai mikroplastik pada perairan laut masih cukup terbatas (Nursyafaat 2018)

ArcGIS merupakan perangkat lunak yang dikeluarkan oleh *Environmental System Research Institute* (ESRI). Dalam penelitian ini penggunaan ArcGIS terfokus pada *software* ArcMap. ArcMap adalah *software* yang paling utama yang

dimiliki oleh ArcGIS karena hampir semua tahapan GIS seperti input, analisis, dan output data dapat dilakukan pada *software* ArcMap.

Pelabuhan Soekarno Hatta merupakan salah satu pelabuhan terbesar di Indonesia yang terletak di Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Pelabuhan Soekarno Hatta juga merupakan penghubung jalur pelayaran nasional yang disinggahi beberapa kapal penumpang dan barang dari wilayah timur Indonesia. Berdasarkan data tahun 2016 kunjungan kapal yang mengunjungi Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar tercatat mencapai 5450 pergerakan kapal yang terdiri dari kapal dalam dan luar negeri, tahun 2015 sebanyak 5487 pergerakan kapal, dan pada tahun 2014 mencapai 4368 pergerakan kapal pertahunnya. Tingginya tingkat aktifitas yang terjadi di Pelabuhan Soekarno Hatta berpotensi terdapat kontaminan mikroplastik. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai mikroplastik pada Pelabuhan Soekarno Hatta guna mengetahui adanya partikel mikroplastik dan mengidentifikasi kelimpahan, pola penyebaran, jenis polimer, serta tipe mikroplastik pada air laut dan sedimen serta biota laut di wilayah Pelabuhan Soekarno Hatta.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pernyataan diatas, rumusan masalah yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kelimpahan mikroplastik pada air, sedimen dan biota laut pada perairan Pelabuhan Soekarno Hatta?
2. Bagaimana komposisi mikroplastik pada air, sedimen dan biota pada perairan Pelabuhan Soekarno Hatta?
3. Bagaimana persebaran mikroplastik pada air dan sedimen perairan Pelabuhan Soekarno Hatta?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik pada air, sedimen dan biota laut pada kawasan perairan Pelabuhan Soekarno Hatta.
2. Menganalisis komposisi mikroplastik pada air, sedimen, dan biota pada perairan pelabuhan Soekarno Hatta.

3. Menganalisis persebaran mikrolastik pada air laut dan sedimen perairan Pelabuhan Soekarno Hatta.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi sehingga dapat digunakan dengan baik untuk pihak terkait, seperti pemerintah, masyarakat, akademisi, maupun peneliti selanjutnya.

1. Manfaat Bagi Departemen Teknik Lingkungan

Diharapkan dapat memberikan informasi kajian keilmuan dan diharapkan nantinya dapat memberikan suatu pemecahan masalah mengenai masalah mikroplastik di lingkungan khususnya di Pelabuhan Soekarno Hatta.

2. Manfaat Bagi Masyarakat

Masyarakat diharapkan mampu menyadari tentang pentingnya menjaga lingkungan dengan agar tetap terjaga dengan tidak secara terus menerus membuang sampah dan limbah domestik yang berpotensi dapat merusak lingkungan perairan khususnya sampah-sampah yang sulit terurai.

3. Manfaat Bagi Peneliti

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar ST (Sarjana Teknik) di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin serta sebagai sarana untuk menambah wawasan keilmuan, khususnya mengenai penyebaran dan komposisi mikroplastik dalam ruang lingkup perairan.

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian ini dilakukan di kawasan Pelabuhan Soekarno Hatta yang terletak di Kota Makassar, Sulawesi Selatan.
2. Titik pengambilan sampel air laut dan sedimen sebanyak enam titik dan dilakukan sebanyak tiga kali dan sampel ikan diambil sebanyak 2 ekor.
3. Komposisi mikroplastik yang akan diidentifikasi adalah bentuk, ukuran, dan warna mikroplastik.
4. Analisis pola sebaran mikroplastik dilakukan pada sampel air laut dan sedimen.

5. Pengujian akhir yaitu menganalisis kelimpahan dan pola sebaran mikroplastik yang terdapat pada tiga jenis sampel yang telah diperoleh.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Karakteristik Air Laut**

Laut merupakan sumber kehidupan dari banyak organisme perairan di bumi ini, selain itu hampir 70% permukaan bumi ini tertutup oleh laut. Sebagian besar permukaan bumi ditutupi oleh air laut. Kualitas air laut ditentukan oleh faktor konsentrasi bahan material laut di dalamnya. Air laut merupakan campuran dari 96,5% air tawar dan 3,5% material lain seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik serta partikel-partikel tak terlarut.

Laut merupakan kumpulan air asin yang sangat luas dan menempati sebagian besar permukaan bumi yang dapat dikatakan memisahkan atau menghubungkan suatu benua dengan benua lainnya serta suatu pulau dengan pulau lainnya. Laut menjadi ekosistem yang sangat baik dan memiliki beragam manfaat bagi manusia, salah satunya dimanfaatkan sebagai mata pencaharian oleh nelayan pencari ikan serta sebagai wadah budidaya masyarakat sekitar yang juga berprofesi sebagai nelayan. Peran laut terhadap kehidupan manusia terbilang sangat besar, hal tersebut dikarenakan sebagian masyarakat yang tinggal di pesisir pantai dan berprofesi sebagai nelayan karena laut merupakan sumber utama mata pencaharian mereka (Syahputra, 2018).

Ekosistem air laut memiliki peran yang sangat penting, apabila ekosistem perairan laut terjaga maka hasil tangkapan dari aktifitas laut akan semakin bertambah, sedangkan apabila ekosistem perairan laut mengalami kerusakan dan penurunan kualitas maka akan menyebabkan berkurangnya hasil tangkapan. Air memiliki sifat yang selalu mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah, permukaan laut selalu dijadikan tolak ukur suatu tempat yang berada di daratan, hal ini dikarenakan permukaan laut merupakan permukaan yang paling rendah dan datar (Syahputra, 2018).

Air laut secara umum dapat dibedakan satu sama lainnya. Perbedaan tersebut didasarkan pada kondisi laut itu sendiri seperti suhu, kecerahan dan salinitas pada air laut. Kondisi suhu laut banyak ditentukan oleh faktor penyinaran matahari yang disebut isolasi. Kecerahan atau warna laut ditentukan oleh biota laut dan zat

anorganik dalam laut. Serta salinitas air laut merupakan jumlah kadar garam yang terkandung dalam tiap 1 kg air laut. Salinitas normal air laut adalah 35%. Sifat fisik air laut meliputi massa jenis air laut, suhu, arus, gelombang dan pasang surut. Sifat kimia laut meliputi pH, salinitas, oksigen terlarut dan nutrient. Sifat kimia air merupakan sifat unsur air yang dapat berubah melalui proses persenyawaan yang terjadi dalam air.

Air laut memiliki zona yang ditentukan berdasarkan kedalaman dasar lautnya. Terdapat beberapa zona laut seperti zona litoral yang merupakan daerah pasang surut, yaitu wilayah yang akan terisi air ketika terjadi pasang laut dan menjadi pantai. Di wilayah ini hidup beragam spesies binatang pantai seperti kepiting, kerang, beros, dan lain-lain. Zona neritik atau laut dangkal adalah laut dengan kedalaman 0 sampai 200 meter dibawah permukaan laut. Zona neritik merupakan perairan yang masih bisa ditembus oleh sinar matahari. Gambar zona kedalaman air laut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambar lapisan permukaan laut

Suhu di laut mempengaruhi faktor yang penting bagi kehidupan organisme laut. Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme maupun perkembangan organisme. Beberapa kondisi meteorology yang mempengaruhi suhu permukaan laut antara lain curah hujan, penguapan, kelembaban udara, suhu udara kecepatan angin dan intensitas radiasi matahari. Perubahan suhu dilaut berpengaruh terhadap gejala fisika di laut dan biota laut (Yulianda, 2019).



## 2.2 Pelabuhan Soekarno Hatta

Teknologi transportasi laut berkembang cukup signifikan. Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar sebagai salah satu *gate way port* saat ini juga mengalami perkembangan sangat pesat. Lalu lintas penumpang di pelabuhan Soekarno Hatta termasuk yang tertinggi di antara pelabuhan Indonesia, dan merupakan pelabuhan laut terbesar di Sulawesi yang menangani lalu lintas barang. Pelabuhan Makassar menjadi salah satu pelabuhan utama Indonesia. Pelabuhan Soekarno Hatta adalah pelabuhan yang secara umum memiliki fungsi yang sama dengan pelabuhan lainnya. Profil aktivitas yang terdapat pada pelabuhan Soekarno Hatta adalah bongkar muat barang general cargo, penumpang dan peti kemas.

Pelabuhan Makassar berlokasi di tepi perairan Selat Makassar yang merupakan perairan dalam dan ditetapkan sebagai alur laut kepulauan Indonesia. Letaknya yang strategis kawasan ini didukung dengan oleh sumber daya alam serta sumber daya manusia yang terampil memungkinkan kawasan ini tumbuh berkembang setara dengan Provinsi-provinsi lain di Indonesia. Pada saat ini pelabuhan Makassar telah memiliki Rencana Induk Pelabuhan yaitu berdasarkan keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 2 Tahun 2004 tentang Rencana Induk Pelabuhan Makassar tanggal 23 Januari dimana tertuang tentang tahapan pengembangan yakni Tahap I 2007-2015 dan Tahap II 2015-2025 dengan kebutuhan area lahan seluas 301,29 Ha dan areal perairan seluas 42,718 Ha.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Zulfikar (2019) menyatakan bahwa Pelabuhan Soekarno Hatta tidak memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), dengan demikian dipastikan akan menimbulkan masalah kesehatan, gangguan bau, estetika dan tempat perindukan nyamuk. Standarnya, harus dialirkan melalui pipa tertutup, mempunyai *sloping gradient*, tidak terjadi penyumbatan, harus *ditreatment*, sehingga memenuhi syarat BOD (*Biological Oxygen Demand*) kurang dari 50 ppm dan MPN (*Most Probable Number*) untuk *coliform* kurang dari 1000 per 100 ml, chlorinasi dan disinfeksi.

Letaknya yang berada pada kawasan ALKI menjadikan Pelabuhan Soekarno Hatta berskala Internasional, selain itu pelabuhan ini menjadi salah satu pelabuhan dalam program tol laut Indonesia serta salah satu pelabuhan sibuk di Indonesia.

Dalam menunjang kegiatan bongkar muat, Pelabuhan Soekarno Hatta memiliki dua terminal, yaitu terminal Soekarno dan Hatta.

Terminal Soekarno didominasi dengan aktivitas atau kegiatan bongkar muat barang general cargo dan penumpang. Untuk menunjang berbagai aktivitas terminal memiliki fasilitas pokok berupa dermaga, terminal penumpang, gudang, terminal mobil, lapangan penumpang, serta jembatan timbang. Terminal Hatta merupakan terminal yang peruntukannya khusus peti kemas yang terdiri dari fasilitas dermaga, lapangan penumpukan, dan jembatan timbang. Kondisi Pelabuhan Soekarno Hatta dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pelabuhan Soekarno Hatta

## 2.3 Pencemaran Laut Oleh Sampah Plastik

### 2.3.1 Pencemaran Laut

Menurut peraturan pemerintah No.19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Pengrusakan Laut adalah masuknya atau dimasukkannya kontaminan berupa makhluk hidup, zat energi dan atau komponen lain kedalam lingkungan laut yang disebabkan oleh kegiatan manusia sehingga menyebabkan penurunan kualitas laut pada titik tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak lagi sesuai dengan fungsi dan baku mutunya (Hamuna *et al.*, 2018)

Pencemaran laut diartikan sebagai proses masuknya zat atau kontaminan pencemar kedalam suatu lingkungan. Zat atau energi tersebut dapat memasuki

lingkungan karena beberapa faktor, seperti disebabkan oleh aktifitas manusia baik itu dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Hal tersebut tentunya dapat menyebabkan dampak buruk terhadap lingkungan serta dapat merugikan dan membahayakan manusia. Dampak negatif sebuah pencemaran terhadap lingkungan tentunya juga dapat menyebabkan kerusakan terhadap sumberdaya hayati, terutama di lingkungan perairan (Gesamp, 1991 dalam Nursyafaat, 2018).

Menurut Sumardi (1996) dalam Nursyafaat (2018) menyatakan bahwa pencemaran laut merupakan menurunnya kualitas air laut disebabkan oleh aktivitas manusia baik disengaja maupun tidak disengaja memberikan atau memasukkan zat pencemar kedalam lingkungan laut yang menyebabkan lingkungan laut tercemar dan membahayakan makhluk hidup didalamnya serta memberikan dampak negatif terhadap sumberdaya hayati dan nabati di laut, kesehatan manusia, serta aktifitas manusia yang berada di lingkungan perairan.

Pencemaran laut dapat dibedakan menjadi pencemaran pantai dan pencemaran lepas pantai. Pencemaran pantai banyak disebabkan oleh kegiatan manusia di darat, termasuk membuang sampah di sungai kemudian sampah tersebut hanyut dibawa arus sungai yang selanjutnya memasuki muara sungai dan mencemari pantai disekitarnya (Nursyafaat, 2018).

### **2.3.2 Sampah Plastik**

Sebagian besar sampah yang memasuki perairan dan merusak ekosistem laut adalah sampah jenis plastik, logam, karet, kertas, tekstil dan berbagai jenis alat tangkap nelayan lainnya yang secara sengaja ataupun tidak sengaja dibuang dan memasuki lingkungan laut setiap harinya dan menjadi sampah laut atau dikenal dengan sebutan *marine debris* (NOAA, 2018).

Salah satu sampah laut yang paling banyak ditemui dan menjadi masalah bagi lingkungan perairan adalah sampah plastik. Hal tersebut dikarenakan sampah plastik memiliki proses degradasi yang sangat lama disbanding dengan jenis sampah lain. Sampah laut yang selanjutnya menjadi ikroplastik banyak berasal dari sampah-sampah plastik berukuran besar. Saat ini, Indonesia menjadi negara terbesar ke-2 di dunia yang membuang sampah plastiknya ke laut (Jambeck *et al.*, 2015 dalam Ayuningtyas *et al.*, 2019).

Menurut Rodriguez *et al.*, (2017) dalam Nursyafaat (2018) menyatakan bahwa plastik merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari minyak bumi (*petroleum source*). Terdapat lebih dari 20 jenis plastik polimer organik yang mempunyai karakteristik dan sifat yang berbeda, seperti perbedaan komposisi kimia serta densitas dari setiap jenis plastik. Namun jenis plastik yang paling banyak ditemui yaitu jenis *Polypropylene* (PP), *Polyvinil Clorida* (Pvc), *Polyuretan* (PUR), *Polyethylene*, *Polystyrene* (PS) dan *Polyethylene Terephthalete* (PET). Enam jenis plastik tersebut mewakili 90% dari total jenis plastik yang diproduksi.

Kandungan kimia plastik yang bersifat persisten membuat material-material pada plastik banyak yang menjadi kebutuhan manusia. Namun hal tersebut menyebabkan plastik menjadi material yang sangat sulit untuk terdegradasi secara alami sehingga pada akhirnya setelah di pakai plastik ini akan menjadi sampah yang tentunya sulit diuraikan oleh mikroba sehingga dapat mencemari lingkungan (Wahyudi, 2018).

Pencemaran oleh sampah plastik di lingkungan untuk saat ini menjadi permasalahan yang sangat serius. Sifat persisten yang dimiliki oleh plastik seiring dengan waktu akan tetap mengalami degradasi dan menjadi serpihan yang lebih kecil. Sampah plastik banyak ditemukan di perairan pantai, sampah tersebut dapat terdegradasi oleh sinar ultraviolet, mikroba, panas serta abrasi fisik oleh pantai menjadi serpihan plastik (Singh & Sharma, 2008 dalam Langka, 2022).

Menurut Koelmans *et al.*, (2015) dalam Langka (2022) menyatakan bahwa plastik berukuran besar terbentuk dari lelehan pembentukan produksi resin atau serabut yang dimodifikasi. Plastik yang berukuran kecil seperti *microbeads* berupa butiran-butiran halus dengan komposisi partikel plastik yang banyak digunakan pada produk kosmetik, gel rambut, scrub. Selain itu, mikroplastik juga banyak dijumpai pada biomedis dan farmasi. Mikroplastik yang umum ditemui pada biomedis atau produk kesehatan adalah mikroplastik jenis *microbeads*.

Berdasarkan asalnya, sampah plastik dapat dibedakan menjadi dua yaitu sampah plastik yang berasal dari rumah tangga yaitu sampah yang dihasilkan oleh kegiatan sehari-hari manusia serta sampah plastik yang berasal dari industri yaitu sampah yang berasal dari kegiatan pemrosesan industri tersebut (Syamsiro *et al.*, 2013 dalam Langka 2022).

Menurut Das & Pandey (2007) dalam Wahyudi *et al.*, (2018) menyatakan bahwa plastik berdasarkan sifatnya dapat di kelompokkan menjadi dua macam menjadi dua macam antara lain *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* merupakan plastik yang telah digunakan dapat di daur ulang kembali menjadi material baru yang harus melewati tahap atau proses pemanasan. Sedangkan *Thermosetting* merupakan plastik yang apabila telah dibuat dalam material tertentu yang apabila telah digunakan tidak lagi dapat di daur ulang dan dibuat kedalam produk lain.

## **2.4 Mikroplastik pada Air Laut**

### **2.4.1 Pengertian Mikroplastik**

Mikroplastik merupakan partikel plastik atau fiber yang berukuran kurang dari 5 mm. Mikroplastik belum memiliki ukuran batas bawahnya namun pada umumnya mikroplastik yang diambil berukuran 300  $\mu\text{m}$ . Mikroplastik berdasarkan ukurannya dibagi kedalam dua kategori, yaitu ukuran kecil dengan ukuran  $<1$  mm, dan ukuran besar yang memiliki range antara 1-5 mm. Mikroplastik dapat dibedakan menjadi berbagai macam ukuran, bentuk serta sifat-sifat lainnya (Nursyafaat 2018). Sampah plastik yang ada di perairan jika terpapar sinar matahari dapat terdegradasi dari waktu ke waktu menjadi potongan-potongan kecil disebut mikroplastik (Gewert, Plassmann and Macleod, 2015).

Menurut Rodriguez-Seljo and Pereira (2017) dalam Nursyafaat (2018) menyatakan bahwa mikroplastik yang ditemukan dalam lingkungan laut cenderung memiliki keberagaman ukuran, kerapatan, bentuk serta komposisi kimia yang beragam. Mikroplastik tersebut memiliki keberagaman dikarenakan partikel dari mikroplastik berasal dari sumber yang berbeda satu sama lain. Mikroplastik dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder.

Mikroplastik primer merupakan mikroplastik yang sengaja diproduksi dengan ukuran  $<5$  mm, seperti serat, scrub, dan *microbeads* yang berperan sebagai bahan tambahan untuk produk kosmetik. Mikroplastik primer selanjutnya masuk kedalam perairan laut melalui limbah yang dibuang ke sungai yang kemudian bermuara di laut maupun secara langsung dibuang kelaut. Sedangkan mikroplastik sekunder meliputi plastik yang dengan ukuran makro yang terdegradasi oleh aktifitas fisik,

kimia, maupun biologi seperti degradasi biotik, abrasi, atau radiasi ultraviolet, sehingga mikroplastik sekunder cenderung memiliki ukuran yang tidak beraturan (Nursyafaat, 2018).

#### **2.4.2 Terbentuknya Mikroplastik**

Sampah plastik merupakan sampah yang berasal dari limbah domestik baik yang disengaja maupun tidak disengaja dibuang ke lingkungan melalui saluran air. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya degradasi terhadap material plastik tersebut ketika memasuki lingkungan perairan. Salah satu faktornya yaitu periode waktu sampah plastik selama berada dalam perairan yang menyebabkan terbentuknya mikroplastik. Mikroplastik terdegradasi banyak dipengaruhi oleh faktor eksisting dari setiap lokasi.

Setiap plastik memiliki bahan yang berbeda, beberapa plastik dirancang biodegradable, yaitu plastik yang mudah terurai dalam lingkungan. Namun ada juga plastik yang dirancang dari bahan yang kuat sehingga sulit untuk dapat terdegradasi serta membutuhkan waktu yang lama hingga ribuan tahun untuk dapat terdegradasi (Bergman *et al.*, 2015 dalam Nursyafaat 2018).

Mikroplastik terbentuk dari hasil produk-produk berbahan dasar plastik yang terurai akibat pengaruh dari makhluk hidup terutama mikroorganisme, cahaya, oksidasi pada suhu sedang dan hidrolisis (Andrady *et al.*, 2011 dalam Cordova, 2018). Pada dasarnya terdapat dua cara degradasi plastik biasa terjadi, yaitu secara biotik dan abiotik. Degradasi pada material yang terbuat dari polimer dan plastik dapat terjadi pada kondisi biotik yang dilakukan oleh mikroorganisme (biodegradasi) atau dalam kondisi abiotic yang disebabkan oleh bahan kimia atau fisika-kimia.

Degradasi biotik di mediasi oleh mikroorganisme yang terjadi pada kondisi lingkungan yang berbeda dan dapat di klasifikasikan menurut adanya oksigen atau aerobik dan tanpa adanya oksigen atau anaerobik. Degradasi abiotic pada plastik mengacu pada proses pelapukan pada bahan plastik akibat faktor lingkungan seperti gaya mekanik, cahaya, suhu, gas dan air. Bahan kimia dari plastik juga memiliki kelemahan tersendiri untuk terdegradasi ke lingkungan (Crawford and Quinn, 2017 dalam Nursyafaat 2018).

## 2.5 Sumber Mikroplastik

Mikroplastik berasal dari berbagai sumber, termasuk dari sampah plastik yang berukuran besar yang banyak tersebar di wilayah perairan dan dibiarkan secara terus menerus di dalam laut hingga terdegradasi oleh sinar matahari yang disebut dengan fotodegradasi sehingga membentuk partikel-partikel plastik yang memiliki ukuran kurang dari 5 mm (Elsa, 2019). Menurut sumbernya mikroplastik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder.

### 2.5.1 Mikroplastik Primer

Mikroplastik primer merupakan plastik yang memang sengaja diproduksi dalam ukuran kecil seperti yang berada dalam produk kosmetik berupa scrub. Sumber primer mencakup kandungan plastik dalam produk-produk pembersih dan kecantikan, pellet untuk pakan hewan, serta umpan produksi plastik. Mikroplastik yang memasuki wilayah perairan dapat melalui saluran limbah rumah tangga, umumnya mencakup polietilen, polipropilen, dan polistiren (Gregory, 1996 dalam Nursyafaat 2018)

*Microbeads* merupakan jenis mikroplastik primer yang banyak digunakan dalam pembuatan kosmetik, terdapat sekitar 1,5% dari sabun cair mengandung *microbeads*. Mikroplastik primer juga banyak digunakan sebagai bahan pembersih. Selain itu, mikroplastik primer juga banyak digunakan pada produk cat serta pelapis cat. Cat yang dilarutkan dalam pelarut seperti pennis selanjutnya akan terjadi pengikatan pada polimer, selanjutnya cat yang telah terjadi pengerasan akan membentuk film polimer. Kadar mikroplastik yang terdapat pada cat diperkirakan mencapai 14% hingga 30%. Selain itu, *microbeads* merupakan mikroplastik yang banyak dipergunakan dalam produksi kosmetik seperti pasta gigi dan eksfoliator (Nerland *et al.*, 2014 dalam Nursyafaat, 2018). Menurut Crawford and Quinn (2017) dalam Nursyafaat (2018) menyatakan bahwa mikroplastik yang banyak ditemui secara umum biasanya berbentuk seperti manik-manik bulat berukuran kecil yang secara sengaja diproduksi sebagai bahan kosmetik, produk perawatan pribadi dan bahan pembersih.

Serat sintesis yang digunakan untuk memproduksi pakaian juga dikategorikan kedalam mikroplastik primer karena sengaja dibuat dalam ukuran kecil. Produk

mikroplastik tersebut nantinya akan bermuara di laut melalui sungai dan saluran pembuangan limbah. Mikroplastik yang telah bermuara selanjutnya akan mengendap bersama sedimen serta akan mengapung diperairan sesuai karakteristik dari setiap mikroplastik tersebut (Crawford *et al.*, 2017 dalam Nursyafaat, 2018).

### **2.5.2 Mikroplastik Sekunder**

Mikroplastik sekunder adalah partikel plastik kecil yang dihasilkan dari pemakaian, sobekan, abrasi, kerusakan dan degradasi puing-puing plastik besar. Sumber sekunder meliputi serat atau potongan hasil pemutusan rantai dari plastik yang lebih besar yang mungkin terjadi sebelum mikroplastik memasuki lingkungan. Mikroplastik sekunder dapat berasal dari jala ikan, bahan baku industri, kantong plastik, alat rumah tangga, serat sintesis dari pencucian pakaian maupun dari pelapukan produk plastik yang berukuran lebih besar. Mikroplastik dapat masuk ke perairan dikarenakan kerusakan atau degradasi plastik yang lebih besar menjadi ukuran yang lebih kecil (Nerland *et al.*, 2014 dalam Nursyafaat 2018).

Mikroplastik sekunder merupakan partikel yang berasal dari proses fragmentasi sampah plastik yang disebabkan oleh radiasi UV. Plastik yang berada diatas permukaan air akan lebih mudah terdegradasi akibat bantuan radiasi UV daripada plastik yang berada dalam perairan disebabkan sinar UV akan semakin melemah seiring dengan kedalaman perairan. Sinar UV dapat berpengaruh terhadap pasir yang akan membuat partikel plastik ikut terpecah menjadi bagian lebih kecil akibat abrasi dari butiran pasir. (Magnusson *et al.*, 2016 dalam Nursyafaat 2018).

Mikroplastik sekunder cenderung memiliki ukuran yang tidak beraturan yang secara tidak langsung terbentuk menjadi ukuran lebih kecil melalui proses degradasi dari plastik dengan ukuran yang lebih besar sebelum masuk ke lingkungan maupun ketika telah berada dalam lingkungan perairan. Potongan plastik yang berukuran besar akan terpapar sinar UV dari matahari dan faktor oseanografi seperti gelombang hingga menghasilkan potongan plastik yang lebih kecil yang disebut dengan mikroplastik. Namun degradasi dari plastik juga memerlukan waktu yang cukup lama karena plastik berasal dari minyak atau hidrokarbon yang tahan terhadap biodegradasi. Plastik yang telah terdegradasi akan menyebar di perairan (Crawford and Quinn, 2017 dalam Nursyafaat, 2018).



## **2.6 Sumber Pencemaran Mikroplastik**

Plastik menjadi salah satu bahan yang banyak digunakan hampir disebagian besar pekerjaan, material, sandang, pangan dan papan. Hal tersebut dikarenakan plastik memiliki sifat bahan yang lentur serta praktis serta ringan untuk dibawa kemana saja. Sisi lain dari banyaknya pemanfaatan plastik adalah dapat merusak lingkungan terutama badan air (Tobing *et al.*, 2020).

### **2.6.1 Mikroplastik di Permukaan Laut**

Menurut Lusher (2015) dalam Nursyafaat (2018) menyatakan bahwa mikroplastik banyak tersebar di dasar laut yang dalam dan diseluruh kolom air laut. Berat partikel mikroplastik yang cenderung ringan mampu menyebabkan plastik mengapung di kolom perairan dan menyebar mengikuti arus laut. Sebagian plastik juga akan mengendap di sedimen karena plastik banyak yang diproduksi memiliki densitas yang cukup tinggi sehingga akan tenggelam saat berada di perairan. Terdapat sekitar 50% mikroplastik yang memiliki densitas yang lebih tinggi daripada air laut sehingga partikel mikroplastik akan tenggelam dan bercampur dengan sedimen.

### **2.6.2 Mikroplastik di Sedimen**

Mikroplastik memiliki densitas yang berbeda-beda, sebagian mikroplastik akan mengapung di permukaan perairan jika partikel mikroplastik memiliki densitas yang lebih rendah daripada air laut. Mikroplastik dengan densitas yang lebih tinggi dari air laut akan tenggelam dan mengendap bersama sedimen ketika memasuki perairan. Terdapat dua cara mikroplastik masuk ke dasar perairan yang akan bercampur dengan sedimen, yaitu secara biologis seperti *marine snow*, dan secara fisisk seperti densitas mikroplastik. Mikroplastik dengan densitas rendah juga dapat berada dibawah sedimen ketika sedimen tersuspensi menempel pada mikroplastik dengan densitas rendah sehingga mikroplastik tersebut akan tenggelam (Auta *et al.*, 2017 dalam Nursyafaat 2018).

### **2.6.3 Mikroplastik pada Ikan**

Keberadaan mikroplastik di lingkungan khususnya lingkungan perairan pesisir pantai dapat memberikan dampak negatif terhadap biota laut salah satunya adalah

mengganggu habitat organisme laut (Elsa, 2019). Sampah plastik telah menjadi ancaman yang cukup serius bagi ekosistem laut. Mikroplastik di lingkungan perairan telah berdampak kepada lebih dari 690 spesies laut baik yang berupa puing-puing (*debris*) maupun yang berukuran mikroskopis atau yang dikenal dengan mikroplastik. Mikroplastik banyak diamati pada saluran pencernaan organisme laut dari berbagai tingkatan trofik rantai makanan, mulai dari trofik terendah hingga trofik tertinggi melalui siklus rantai makanan ekosistem laut (Carbery *et al.* 2018).

## 2.7 Kelimpahan Mikroplastik di Berbagai Wilayah di Indonesia

Beberapa penelitian mengenai kelimpahan mikroplastik di Indonesia telah dilakukan dan terdapat berbagai tingkatan kandungan mikroplastik di berbagai tempat. Penelitian yang membahas tentang mikroplastik I beberapa wilayah di Indonesia baik pada air permukaan, air laut, sedimen, maupun ikan telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian mengenai mikroplastik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelimpahan Mikroplastik di Berbagai Wilayah di Indonesia

Wilayah	Air/Sedimen/Ikan	Kandungan Mikroplastik	Satuan	Referensi
Jawa Timur	Air	$57,11 \times 10^2$	Partikel/m <sup>3</sup>	Ayuningtyas (2019)
Pontianak	Air	$94,3 \times 10^2$	Partikel/m <sup>3</sup>	Sugandi (2021)
Sumatera Barat	Sedimen	$57,4 \times 10^2$	Pertikel/gram	Elsa <i>et al.</i> , (2019)
Jawa Tengah	Sedimen	$16,47 \times 10^2$	Partikel/gram	Ridio <i>et al.</i> , (2020)
Kota Bengkulu	Biota	52,7	Partikel/ind	Dewi <i>et al.</i> , (2021)
Jawa Timur	Biota	193	Partikel/ind	Ismail <i>et al.</i> , (2021)

## 2.8 Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Menurut Syachbudi (2020) menyatakan bahwa mikroplastik secara umum digolongkan menurut karakteristiknya antara lain bentuk, ukuran dan warnanya. Klasifikasi dan jenis mikroplastik berdasarkan bentuk diklasifikasikan dalam beberapa bentuk hasil dari degradasi mikroplastik itu sendiri yang kemudian menjadi plastik berukuran kecil atau yang biasa disebut mikroplastik. Penentuan ukuran mikroplastik ditentukan setelah hasil identifikasi mikroplastik dibawah mikroskop. Klasifikasi mikroplastik berdasarkan bentuk dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Klasifikasi Bentuk	Istilah Lain Yang Digunakan
Fragmen	Partikel tidak beraturan, Kristal, bulu, bubuk, granula, potongan, serpihan
Serat	Filamen, microfiber, helain, benang
Manik-manik	Biji, bulatan manik kecil, bulatan mikro
Busa	Polistiren
Butiran	Butiran resinat, nurdles, nib

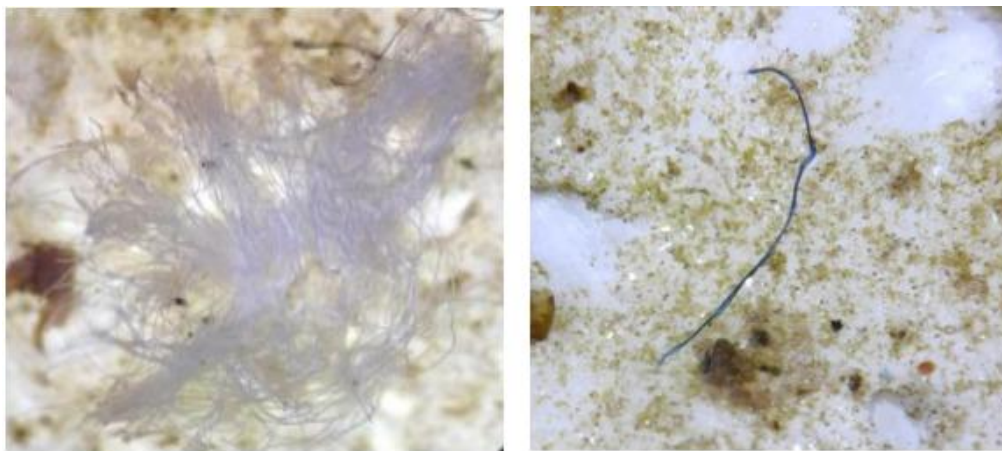
Sumber: (Syachbudi, 2020)

Hingga saat ini, telah banyak penelitian mengenai keberadaan mikroplastik pada ekosistem laut di wilayah pesisir seluruh dunia baik itu di air maupun pada sedimennya dengan jenis dan jumlah plastik yang beragam. Pada umumnya, mikroplastik yang didapatkan berupa fragmen, film, dan fiber. Jenis mikroplastik fiber biasa ditemukan di daerah pinggir pantai, hal tersebut dikarenakan sampah yang terdapat pada pinggir pantai di dominasi oleh sampah masyarakat yang berada di pesisir pantai yang biasanya berprofesi sebagai nelayan. Hal tersebut dikarenakan mikroplastik fiber berasal dari alat tangkap seperti karung plastik yang digunakan untuk menangkap ikan serta dapat berasal dari dari limbah pembuatan pakaian dan lain-lain (Nor, NHM & Obbard, J.P, 2014 dalam Syachbudi, 2020). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rahmadhani (2019) menyatakan bahwa terdapat beberapa jenis tipe mikroplastik antara lain :

### 2.8.1 Fiber atau Filament

Mikroplastik dengan bentuk fiber sering ditemukan di wilayah pemukiman pesisir pantai yang mayoritas penduduknya bekerja sebagai nelayan. Masyarakat pesisir dengan profesi sebagai nelayan biasanya menangkap ikan dengan bantuan berbagai

macam alat tangkap. Alat tangkap yang biasanya digunakan oleh nelayan sebagian besar berasal dari karung plastik yang telah terdegradasi. Mikroplastik jenis fiber banyak digunakan dalam pembuatan pakaian, tali dan berbagai jenis alat tangkap ikan seperti jarring dan pancing (Langka, 2022). Mikroplastik dengan bentuk fiber banyak ditemukan berdasarkan jenis pencemar yang terdapat pada kondisi eksisting masing-masing wilayah tercemar mikroplastik. Mikroplastik jenis fiber memiliki ciri yaitu berbentuk menyerupai serabut ataupun seperti jaring nelayan secara umum mikroplastik jenis fiber mudah ditemukan. Mikroplastik jenis fiber dapat dilihat pada Gambar 3.



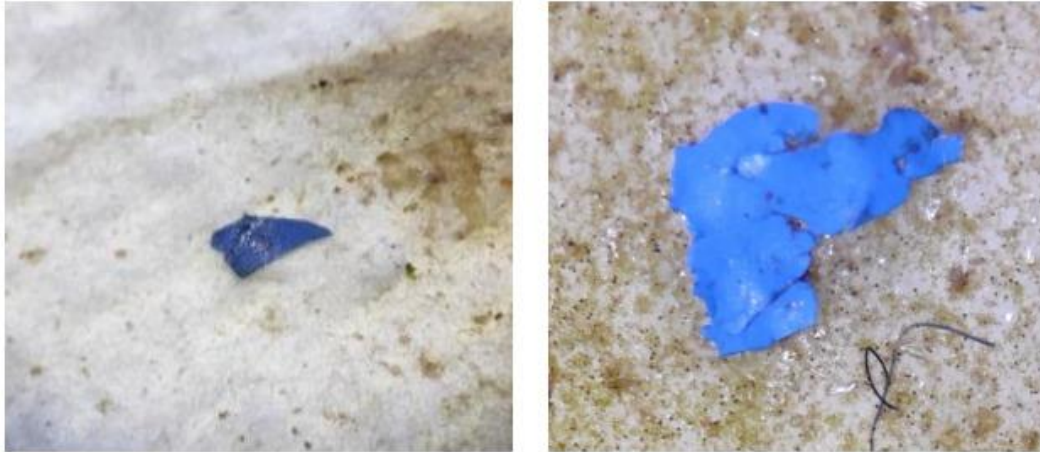
Gambar 3. Tipe mikroplastik jenis fiber

Sumber : Putri Langka (2022).

### 2.8.2 Fragmen

Mikroplastik jenis fragmen merupakan mikroplastik yang berasal dari potongan produk plastik yang memiliki polimer sintesis kuat. Kelimpahan plastik jenis fragmen berasal dari serpihan atau patahan plastik yang berukuran lebih besar yang terdegradasi oleh faktor lingkungan (Cole *et al.*, 2011 dalam Maghfirah *et al.*, 2019).

Menurut Langka (2022) menyatakan bahwa mikroplastik jenis fragmen umumnya berasal dari buangan limbah yang berasal dari pertokoan yang berada di lingkungan sekitar yang selanjutnya terurai menjadi serpihan-serpihan kecil hingga menyerupai fragmen. Mikroplastik jenis fragmen biasanya berasal dari plastik dengan tekstur yang cukup padat dan keras. Mikroplastik jenis Fragmen dapat dilihat pada Gambar 4.



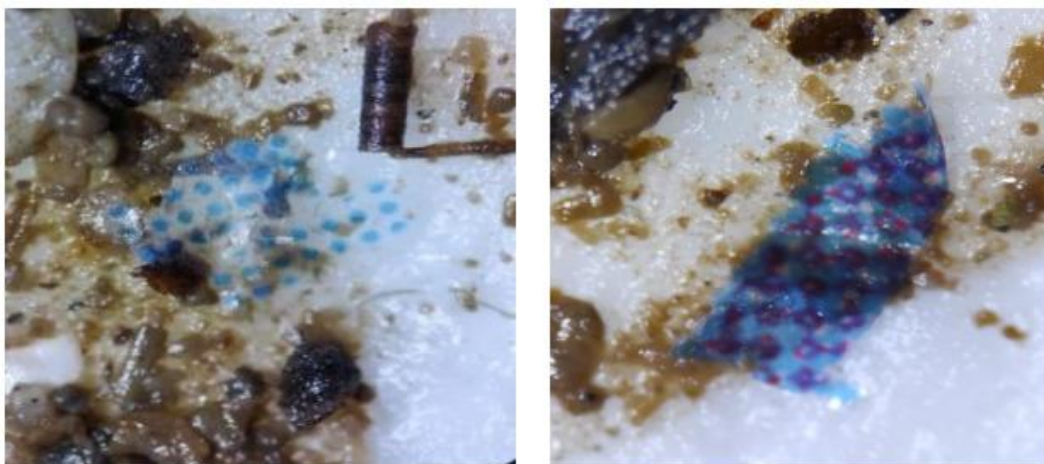
Gambar 4. Tipe mikroplastik jenis Fragmen

Sumber : Putri Langka (2022)

### 2.8.3 Film

Mikroplastik jenis *film* merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik maupun plastik kemasan dan memiliki densitas rendah. Densitas mikroplastik jenis *film* adalah yang paling rendah diantara mikroplastik lainnya sehingga penyebarannya terbilang mudah (Langka, 2022).

Mikroplastik jenis *film* memiliki ciri-ciri berbentuk seperti lembaran atau pecahan plastik yang cenderung transparan biasanya berasal dari plastik kemasan yang terdegradasi menjadi mikroplastik. Mikroplastik jenis film banyak dijumpai dengan bentuk yang cenderung tipis dan sedikit transparan. Penyebaran mikroplastik jenis film sedikit lebih mudah tersebar di perairan dibanding mikroplastik jenis lain. Mikroplastik jenis film dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tipe Mikroplastik Jenis *Film*

### 2.8.4 Granula atau Butiran

Granula atau butiran merupakan mikroplastik jenis butiran-butiran yang beraturan berwarna putih ataupun kecoklatan, padat dan berukuran sekitar 1 mm. Keberadaan mikroplastik jenis granula atau butiran dapat ditemui di berbagai kondisi perairan tak terkecuali pada perairan air asin atau laut yang tercemar oleh sampah plastik.

Mikroplastik jenis granula atau butiran pada umumnya berasal dari pabrik plastik yang sengaja diproduksi dalam ukuran kecil. Mikroplastik dengan tipe tersebut berbentuk butiran dengan warna putih maupun kecoklatan (Virsek *et al.*, 2016 dalam Langka 2022). Kelimpahan mikroplastik berupa granula atau butiran dapat berasal dari degradasi plastik yang semula berukuran besar kemudian terdegradasi menjadi partikel mikroplastik dengan bentuk berupa butiran. Mikroplastik jenis granula banyak ditemukan pada wilayah dengan pencemar sampah plastik baik di perairan laut maupun air tawar.



Gambar 6. Mikroplastik Tipe Granula

Sumber : Virsek *et al.* (2016) dalam Rahmadhani (2019).

### 2.9 Klasifikasi Mikroplastik berdasarkan Jenis Polimernya

Plastik adalah polimer rantai panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau monomer. Plastik yang umum terdiri dari polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, chlorine atau belerang di tulang belakang. Tulang belakang adalah bagian dari rantai di jalur utama yang menghubungkan unit monomer menjadi kesatuan. Untuk mengeset

properti plastik grup molekuler berlainan bergantung dari tulang belakang (biasanya digantung sebagai bagian dari monomer sebelum menyambungkan monomer bersama untuk membentuk rantai polimer).

Berdasarkan jenis produknya, terdapat 6 jenis plastik yaitu *Polyethylene Terephthalate* (PET), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS) dan *Other* (Wedayani, 2018) masing-masing memiliki densitas dan kegunaan umum (Barboza *et al.*, 2019). Pada plastik terdapat pengkodean resin terdapat tanda bahwa plastic tersebut dapat didaur ulang (*recycle*), kode tersebut berupa segi tiga berpanah dan didalamnya terdapat angka yang menjelaskan kode plastic PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS dan *Other* (Abidin *et al.*, 2017). Klasifikasi mikroplastik berdasarkan jenis polimernya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Jenis Polimer Mikroplastik

Jenis plastik	Akronim	Berat jenis (g cm <sup>-3</sup> )	Kegunaan secara umum
<i>Polypropylene</i>	PP	0,83-0,85	Botol, bak es, kantong kripik kentang, <i>microwave</i> , piring, ceret, furnitur taman, kotak makan, pita rambut
<i>Polyethylene</i>	PE	0,91-0,96	Kantong kresek dan botol plastik
<i>Low-density polyethylene</i>	LDPE	0,91-0,93	Bungkus <i>snack</i> , <i>polybag</i> , botol keras, film mulasa hitam, putih atau bening. tempat sampah
<i>High-density polyethylene</i>	HDPE	0,94-0,96	Botol susu, botol jus, botol sampo, botol bahan kimia dan deterjen, pipa pertanian
<i>Polyethylene terephthalate</i>	PET	1,37	Botol air, wadah salad, nampan biskuit, nampan salad saus, dan wadah selai
<i>Polystyrene</i>	PS	1,04	Kotak CD, sendok garpu plastic, gelas kristal imitasi, mainan anak.
<i>High impact polystyrene</i>	HIPS	1,04-1,07	Liner kulkas, kemasan makanan, cangkir, elektronik.
<i>Polyester</i>	PES	1,38-1,40	Fiber dan tekstil
<i>Polyamides</i>	PA	1,13-1,40	Serat, bulu sikat gigi, kap mobil bawah, mesin cetakan, kemasan makanan
<i>Polyvinyl chloride</i>	PVC	1,37-1,39	Pipa, perlengkapan pipa, wadah kosmetik, saluran listrik (kabel), pelapis dinding, atap terpal, selang taman, kantong darah, tabung
<i>Polycarbonate</i>	PC	1,20-1,22	<i>Compact disc</i> , kacamata, perisai anti huru hara, tirai jendela, lampu lalu lintas, lensa, bahan konstruksi

Sumber : (GESAMP, 2019)

## 2.10 Dampak Pencemaran Mikroplastik

Pencemaran yang bersumber dari mikroplastik merupakan salah satu permasalahan yang cukup besar bagi lingkungan dan banyak disoroti oleh para pemerhati lingkungan di seluruh dunia. Permasalahan terkait mikroplastik ini menjadi gambaran dalam tingginya penggunaan plastik pada kehidupan sehari-hari yang tidak diikuti dengan pengolahan yang baik serta kebiasaan manusia yang membuang sampah di sembarang tempat sehingga menyebabkan kerusakan ekologi pada wilayah perairan (Mardiyana & Kristiningsih, 2020).

Mikroplastik memiliki ukuran yang kecil dan cenderung terapung pada kolom air sehingga terakumulasi dalam tubuh organisme laut (Cordova *et al.*, 2019). Salah satu organisme yang dapat makan mikroplastik adalah *zooplankton*. Mikroplastik yang termakan oleh *zooplankton* selain akan memberikan dampak terhadap zooplankton itu sendiri juga dapat memberikan dampak negatif terhadap ekosistem laut. Hal ini dikarenakan zooplankton sangat berperan penting pada ekologi laut sebagai makanan utama bagi biota-biota karnivora kecil seperti larva udang larva bivalvia dan ikan-ikan kecil (Mardiyana & Kristiningsih, 2020)

Pencemaran sampah plastik di laut dipengaruhi oleh ukuran sampah plastik. Sampah plastik yang memiliki ukuran besar, misalnya pancing dan jaring dapat menjebak hewan air, namun plastik yang memiliki ukuran kecil, misalnya tutup botol, korek api, dan pellet plastik dapat ditelan oleh makhluk laut yang dapat mengakibatkan penyumbatan usus, serta dapat menimbulkan keracunan bahan kimia. Mikroplastik juga dapat dikonsumsi biota laut terkecil (Rachmayanti, 2020)

Mikroplastik yang termakan oleh Zooplankton dapat termakan oleh udang yang memiliki satu trofik diatas zooplankton sehingga akan mengakibatkan terjadinya transfer mikroplastik (*trophic transfer*) dalam rantai makanan sehingga memungkinkan terjadinya akumulasi mikroplastik dalam jaringan makanan (Carbery *et al.*, 2018)

Mikroplastik juga berdampak pada kelangsungan hidup manusia, jika terakumulasi pada organisme dan dipindahkan ke manusia melalui rantai makanan. Dampak kesehatan muncul karena bioakumulasi dan biomagnifikasi mikroplastik dan polutan kimia, seperti gangguan kulit, masalah pernapasan, gangguan pencernaan, masalah reproduksi, dan bahkan kanker (Carbery, 2018).



## 2.11 Proses Degradasi Mikroplastik

Proses degradasi sampah laut yang berupa plastik membutuhkan waktu yang lama agar plastik dapat terdegradasi menjadi mikroplastik (Vianti *et al.*, 2020). Mikroplastik yang berada dalam perairan dapat mengalami proses degradasi serta perubahan komposisi akibat pengaruh cahaya matahari, radiasi panas, oksidasi, serta pertumbuhan biofilm dari sinar matahari. Proses degradasi ini dapat mengakibatkan perubahan bentuk ukuran menjadi ukuran yang lebih kecil (*size reduction*), terjadinya perubahan densitas dan warna, perubahan morfologi permukaan, serta perubahan kristalinitas dari plastik (Guo & Wang, 2019).

Polimer plastik kurang dapat terurai pada wilayah perairan termasuk sungai maupun laut, akan tetapi dapat mengalami degradasi menjadi bagian yang lebih kecil akibat radiasi UV dan arus air (Wijaya & Trihadiningrum, 2019). Mikroplastik berdasarkan proses degradasi yang dimilikinya dapat terurai secara fisika, kimia dan biologi. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses degradasi mikroplastik yaitu suhu, pH, kelembaban, tekanan dan peranan dari mikroorganisme pengurai (Tarr, 2003 dalam Almahdahulhizah, 2019).

Degradasi termal diklasifikasikan sebagai degradasi oksidatif yang terjadi pada beberapa sampel polimer. Degradasi termal polimer terjadi melalui degradasi tidak teratur dan rantai (reaksi depolimerisasi) yang dimulai oleh sinar termal dan UV. Degradasi termal polimer menyebabkan pengurangan berat molekul polimer, pemotongan rantai akhir dari ikatan karbon, dan menghasilkan produk yang mudah menguap.

Menurut Pospisil *et al.*, (1998) dalam Langka (2022) menyatakan bahwa mikroplastik berasal dari proses degradasi plastik berukuran besar menjadi polimer-polimer yang berukuran lebih kecil. Plastik dapat mengalami perubahan pada sifat akibat pengaruh dari bahan kimia yang terkandung dalam plastik serta proses fisika dan reaksi biologis yang terjadi sehingga menyebabkan potongan ikatan yang dikenal dengan degradasi polimer plastik.

Menurut Cole *et al.*, 2011 dalam Sandra *et al.*, 2021 menyatakan bahwa plastik dapat mengalami degradasi menjadi partikel plastik yang berukuran lebih kecil yang biasa disebut dengan mikroplastik. Bahan plastik yang masuk ke dalam lingkungan yang merupakan sampah plastik dapat menjadi mikroplastik dan

nanoplastik melalui berbagai macam proses degradasi seperti proses fisik, kimia, biologis (Galgani, 2011 dalam Sandra *et al.*, 2021).

Mikroplastik menjadi faktor penyebab kematian pada biota laut karena merusak pencernaannya dan juga akhirnya masuk ke dalam rantai makanan manusia melalui produk laut seperti ikan dan garam menyebabkan potensi penyakit pada tubuh manusia. Stirena yang terakumulasi dalam tubuh juga dapat mempengaruhi sistem saraf pusat seperti sakit kepala, kelelahan, dan depresi, serta gangguan kinerja enzim pada ginjal (Rodrigues, 2019).

Polistirena merupakan salah satu polimer plastik yang paling banyak digunakan di dunia dan sering sekali ditemukan di laut dalam bentuk mikroplastik (Jangsun, 2020). Polistirena (PS) adalah polimer hidrofobik sintetis dengan berat molekul tinggi yang termasuk dalam jenis thermoplastic. PS dapat didaur ulang tetapi sulit untuk dilakukan biodegradasi (Azizah *et al.*, 2018) memerlukan waktu minimal 500 tahun untuk terdegradasi secara alami (Shao, 2013 dalam David *et al.*, 2021). Waktu degradasi polistirena yang lama serta dampak buruk mikroplastik bagi lingkungan mendorong perlunya dilakukan investigasi berbagai metode degradasi mikroplastik yang lebih cepat dibandingkan degradasi alami, salah satunya dengan memanfaatkan fotokatalis.

Degradasi fotokatalitik merupakan proses penguraian materi yang dipercepat menggunakan katalis dan bantuan cahaya. Metode ini memiliki keunggulan karena teknik yang lebih sederhana, reaksi oksidasi yang lebih cepat, efisiensi yang tinggi dan produknya adalah senyawa yang ramah lingkungan. Degradasi fotokatalik pada polimer merupakan suatu reaksi oksidasi lanjutan pada rantai polimer yang terdiri atas beberapa tahap (inisiasi, propagasi, pemutusan rantai dan terminasi) (David *et al.*, 2021).

## **2.12 Faktor Sebaran Mikroplastik di Perairan**

Sumber-sumber mikroplastik merupakan hasil fragmentasi dari plastik lebih besar yang terbawa oleh sungai, *run off*, pasang surut, dan angin dan terbawa dari sumber-sumber yang berasal dari laut seperti alat tangkap, peralatan budidaya dan dan serat baju yang berasal dari buangan limbah rumah tangga (Thompson, 2014 dalam Ayuningtyas *et al.*, 2019).

Menurut Gewert (2017) dalam Ayuningtyas (2019) menyatakan bahwa selain masukan dari darat, banyaknya konsentrasi mikroplastik disebabkan karena kapal-kapal yang melintas memberikan kontribusi terhadap pencemaran dan pola sebaran mikroplastik.

Fotodegradasi yang diakibatkan oleh paparan sinar UV juga merupakan faktor yang menentukan penyebaran mikroplastik karena dapat mempengaruhi massa dan daya apung mikroplastik (Kowalski *et al.*, 2016). Distribusi mikroplastik dalam bentuk foam dan *film* umumnya ditemukan di daerah pelagis karena densitasnya yang rendah dan rencana penggunaannya untuk membuat daya apung suatu benda. Berbeda dengan fragmen dan fiber yang ditemukan lebih banyak di daerah demersal karena densitasnya lebih tinggi dan umumnya digunakan sebagai fitur alat tangkap ikan (Peda *et al.*, 2020).

Faktor fisika dan kimia juga merupakan faktor yang paling banyak dikenal dalam menentukan fate and transport mikroplastik di perairan, sedangkan faktor biologis seperti terjadinya biofouling atau penempelan mikroorganisme pada permukaan material dapat mengakibatkan perubahan terhadap permukaan dari material itu (Moret-Ferguson *et al.*, 2010). Di samping itu, biofouling dapat mengakibatkan mikroplastik tenggelam ke perairan yang lebih dalam dikarenakan penambahan massa jenis dari materialnya akibat penempelan oleh organisme.

Hal yang sama juga dijelaskan oleh Zettler *et al.*, (2013) yang memaparkan bahwa mikroplastik sangat mudah dikolonisasi oleh mikroorganisme karena plastik (termasuk mikroplastik) adalah media perpindahan karbon alami yang sangat baik. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Jabeen *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa ikan demersal mengkonsumsi lebih banyak mikroplastik karena biofouling. Komposisi mikroplastik yang terdapat pada ikan cenderung mirip dengan mikroplastik yang berada pada lingkungan perairan tempat ikan tersebut hidup.

### **2.13 Parameter Kualitas Air**

Terdapat beberapa parameter yang mampu memberikan pengaruh terhadap kondisi mikroplastik pada perairan, terkhusus pada perairan air asin. Parameter lingkungan seperti suhu, *Total Dissolved Solid*, kekeruhan mampu mempengaruhi proses degradasi mikroplastik dalam lingkungan perairan.

### 2.13.1 Suhu

Penelitian Layn *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu perairan maka semakin tinggi pula nilai kelimpahan mikroplastik pada suatu perairan. Sebagaimana pernyataan Barnes *et al.*, (2009) bahwa kerusakan aksi mekanis dari plastik semakin diperburuk oleh degradasi sinar matahari (fotodegradasi) dan degradasi suhu perairan (degradasi termal), hal inilah yang menyebabkan mikroplastik banyak ditemukan di perairan. Hal tersebut juga tidak terlepas dari sampah plastik yang menjadi faktor banyaknya mikroplastik (Layn *et al.*, 2020).

### 2.13.2 Kekeruhan

Kekeruhan merupakan suatu ukuran biasan cahaya dalam perairan. Kekeruhan bisa disebabkan oleh partikel koloid yang tersuspensi (Abdullah, 2018). Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan padatan sehingga memberikan warna yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan suatu perairan mengalami kekeruhan meliputi tanah liat, sedimen, lumpur dan bahan-bahan organik yang tercampur dalam perairan (Nurazizah, 2022).

Kehadiran Mikroplastik membawa bahaya bagi lingkungan, khususnya lingkungan perairan. Bahaya cemaran mikroplastik tidak hanya karena fisiknya yang sulit terurai, akan tetapi juga zat kimia tambahan yang terkandung didalamnya. Hal ini dapat menaikkan kandungan kekeruhan dalam perairan (Triadi, 2021). Hal tersebut juga didukung oleh Ziajahromi (2021) yang menyatakan bahwa parameter kekeruhan dalam air diduga merupakan salah satu karakteristik kualitas air yang dapat menunjukkan keberadaan mikroplastik dalam air.

### 2.13.3 Salinitas

Koefisien korelasi  $r$  pada variabel TSS yang positif juga menunjukkan bahwa keberadaan mikroplastik adalah ekivalen atau berbanding lurus, dimana semakin meningkatkan nilai TSS dan/atau kekeruhan maka dapat berpeluang meningkatkan kelimpahan mikropastik. Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air, dimana umumnya pada perairan berombak salinitas disebabkan oleh 7 ion utama, yaitu: natrium ( $\text{Na}^+$ ), kalium ( $\text{K}^+$ ), kalsium ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{++}$ ), klorida ( $\text{CL}^-$ ),

sulfat ( $\text{SO}_4$ ) dan bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) dimana ion klorida merupakan anion yang dominan di perairan asin laut (Abdullah *et al.*, 2022).

#### **2.13.4 Total Suspended Solid (TSS)**

Zat-zat tersuspensi di dalam perairan berfungsi untuk membentuk endapan yang bisa menghalangi kemampuan produksi zat organik yang mengakibatkan proses fotosintesis tidak dapat berlangsung secara sempurna. Kandungan TSS yang tinggi akan menyebabkan berkurangnya penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan (Sihombing, 2019).

#### **2.13.5 Dissolved Oxygen (DO)**

Oksigen terlarut (DO) merupakan total jumlah oksigen yang terlarut dalam air. DO sangat penting bagi jasad hidup karena dijadikan sumber dalam bertahan hidup yakni pernafasan, proses metabolisme dan zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen menjadi kebutuhan dalam suatu proses oksidasi bahan-bahan organik maupun anorganik. Oksigen terlarut menjadi salah satu parameter yang paling memiliki peran dalam perairan karena mampu mempengaruhi organisme akuatik (Langka, 2022).

#### **2.13.6 Power of Hydrogen (pH)**

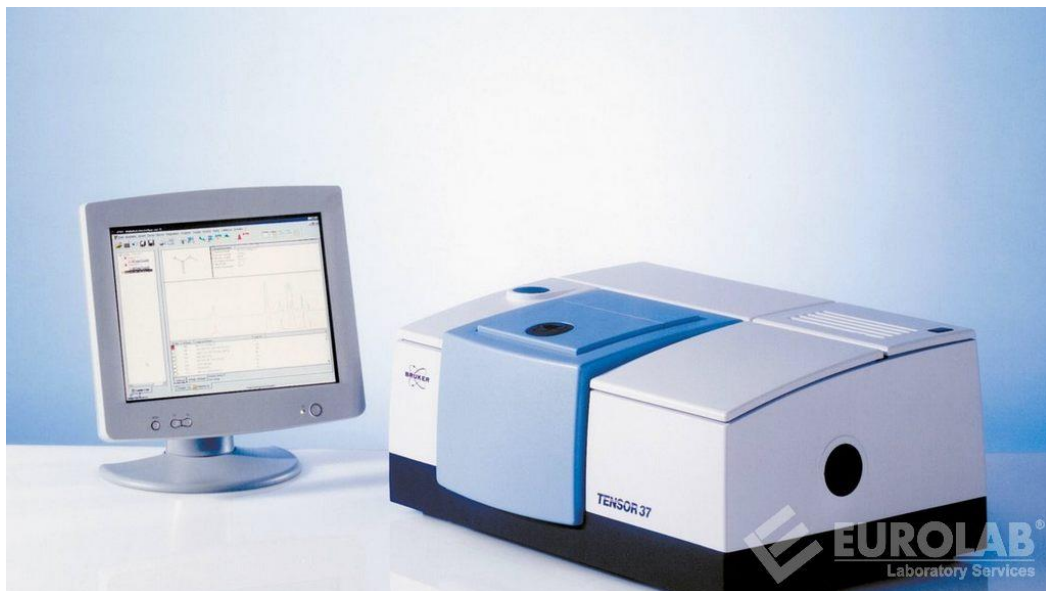
pH atau derajat keasaman suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan. Perubahan nilai pH dalam suatu perairan terhadap organisme mempunyai batasan tertentu dengan nilai pH yang bervariasi, tergantung pada suhu perairan dan konsentrasi oksigen terlarut (Fachrul *et al.*, 2016).

Menurut Ginting, (2011) dalam (Fachrul *et al.*, 2016) perubahan pH dipengaruhi oleh adanya senyawa-senyawa yang masuk ke dalam perairan. Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi tergantung suhu, oksigen terlarut dan kandungan garam-garam ionik suatu perairan. Rata-rata jenis polimer plastik pada setiap stasiun yang mewakili ekosistem pantai, sungai, mangrove adalah nilon, yang mana banyak digunakan untuk bahan jaring ikan karena tahan terhadap kualitas perairan (Suhu dan pH tinggi).

## 2.14 Spektroskopi FT-IR

*Fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR) merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan spektrum inframerah melalui penyerapan atau emisi zat padat, cair dan gas. FTIR digunakan untuk mengumpulkan data resolusi spektral tinggi pada rentang yang luas, biasanya antara 5000 dan 400  $\text{cm}^{-1}$  untuk panjang gelombang wilayah IR tengah, dan antara 10.000 dan 4000  $\text{cm}^{-1}$  untuk panjang gelombang daerah inframerah dekat. Untuk FTIR tipikal, memiliki resolusi 4  $\text{cm}^{-1}$ . Cara langsung untuk pengukuran absorpsi ini adalah dengan menyorotkan berkas cahaya makromatik pada sampel dan mengukur seberapa banyak yang diserap.

Radiasi elektromagnetik pertama kali diciptakan oleh James Clark Maxwell, yang menyatakan bahwa secara fisik, cahaya, termasuk kedalam gelombang elektromagnetik. Hal ini menyatakan bahwa cahaya secara fisik merupakan gelombang elektromagnetik, artinya mempunyai arah garis listrik dan garis magnetic keduanya akan saling tegak lurus dengan suatu arah rambatan. Sinar inframerah yang berhasil menembus sampel berakhir pada *detector*. *Detector* digunakan untuk menghitung berapa besar cahaya inframerah yang berhasil diterima (Yona, *et al.*, 2021).



Gambar 7. *Spektroskopi FTIR*

Dalam mengulangi parameter uji yang sesuai dapat mengontrol jumlah pengukuran untuk setiap panjang gelombang yang berbeda. Dalam FTIR, cahaya dari banyak frekuensi dapat diukur secara bersamaan dan proses ini dapat diulang

berkali-kali. Pembacaan jenis polimer pada mikroplastik didasarkan dengan tujuan untuk mengetahui jenis polimer seperti apa yang menjadi pencemar dalam wilayah perairan laut khususnya dalam wilayah perairan pelabuhan Soekarno Hatta.

Analisis FTIR mempunyai pengukuran intensitas cahaya matahari untuk bilangan gelombang. FTIR menggunakan *Michelson Interferometer* sehingga bisa mengukur lebih cepat dan lebih sensitif. Cermin gerak bergerak dengan kecepatan tetap pada penggerakan yang diatur oleh *detector*. Perpindahan cermin bergerak di monitor mengikuti arah laser, sehingga computer akan merubah sinyal dari interferom menjadi sinyal tunggal melalui *transformasi fourier*. Keuntungan dalam penggunaan FT-IR adalah untuk menghasilkan signal-to-noise yang lebih tinggi dalam waktu yang spesifik. (Song, 2017 dalam Rizqiyah, 2022).

## 2.15 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil tinjauan mengenai jurnal penelitian sebelumnya, tidak ditemukan penelitian yang berhubungan dengan mikroplastik di wilayah perairan Pelabuhan Soekarno Hatta. Tetapi beberapa referensi dari jurnal penelitian sebelumnya untuk menunjang kajian pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Hasil
1	Perhitungan Otomatis dan Klasifikasi Partikel Mikroplastik, 2017	Sebuah metode untuk menghitung dan mengklasifikasikan partikel-partikel mikroplastik telah disajikan sebagai hasil yang menjanjikan. Metode ini digunakan dari kedua teknik perhitungan komputer dan mesin algoritma pembelajaran. Penggunaan metode penentuan batas adaptif yang memperhitungkan bentuk linier dari satu jenis partikel mikroplastik telah meningkatkan hasil segmentasi.
2	Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur, 2019	Secara keseluruhan rata-rata kelimpahan mikroplastik pada perairan di Banyuurip sebesar $57,11 \times 10^2$ partikel/m <sup>3</sup> . Jenis mikroplastik yang ditemukan baik itu pada 30 perairan sama yaitu fragment, fiber dan film. Kelimpahan mikroplastik jenis fragment paling tinggi ditemukan pada semua lokasi.
3	Kelimpahan Mikroplastik di Teluk Jakarta, 2017	Pada sampel air ditemukan sebanyak 2881-7473 partikel m <sup>3</sup> dengan tipe yang lebih banyak ditemukan adalah fragmen berwarna hitam dan

		putih, sedangkan warna fiber lebih bervariasi yaitu warna biru, hitam, dan merah. Ukuran fragmen dominan ditemukan pada kelompok ukuran 1 (20-40 $\mu\text{m}$ ), sedangkan fiber lebih melimpah pada kelompok ukuran 5 (100-500 $\mu\text{m}$ ). Kelimpahan mikroplastik sampel sedimen ditemukan sebanyak 18405-38790 partikel kg-1 sedimen kering, dengan tipe dominan berupa fragmen.
4	Analisa Mikroplastik Menggunakan FT-IR pada Air, Sedimen, dan Ikan Belanak ( <i>Mugil Cephalus</i> ) di Segimen Sungai Bengawan Solo yang Melintasi Kabupaten Gresik, 2019	Pada lokasi penelitian di Banyuwangi ditemukan adanya kontaminasi mikroplastik. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata total kelimpahan mikroplastik sebesar $57,11 \times 10^2$ partikel/ $\text{m}^3$ . Mikroplastik akan berada lebih lama di kolom perairan karena dipengaruhi oleh densitasnya.
5	Mikroplastik dalam seafood dari Pantai Utara Jawa, 2018	Hasil pengamatan <i>particle suspected as microplastic</i> (PSM) pada ikan bandeng disajikan pada tabel yang ada di bawah ini. Data yang disajikan dari hasil pengamatan merupakan data jumlah partikel PSM yang ada pada ikan bandeng dan dibagi menjadi beberapa jenis bentuk PSM yaitu fragmen, fiber, film, dan monofilament. Dari dua <i>batch</i> pengukuran ditemukan proporsi ikan yang telah tercemar PSM sebesar 20% dan 30%
6	Karakteristik Sampah Mikroplastik di Muara Sungai DKI Jakarta, 2018	Kondisi jumlah partikel mikroplastik yang berada di daerah muara sungai perairan Teluk Jakarta yaitu memiliki kondisi lebih banyak pada permukaan dibandingkan pada kedalaman 1 meter dan kondisi surut memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan kondisi pasang. Berat partikel mikroplastik bervariasi pada tiap 32 muara dan juga pada tiap kedalaman. Pola pergerakan partikel mikroplastik yang berada pada di perairan muara dipengaruhi oleh faktor oseanografi seperti arus dan pasang surut yang dapat membawa partikel mikroplastik.
7	Sebaran Spasial Mikroplastik di Sedimen pada Perairan Pangandaran, Jawa Barat, 2018.	Jumlah mikroplastik paling banyak ditemukan di Pantai Barat dengan jumlah total 296 butir. Jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan adalah fiber yang berada di Pantai Barat Pangandaran dengan jumlah 65-68. Stasiun 3 dan 5 adalah stasiun yang paling berat dibanding yang lainnya yaitu berkisar 0,734 g pada stasiun 3 dan



	0,708 g pada stasiun 5. Sedangkan untuk distribusi mikroplastik terbanyak berada pada stasiun 4 pada pantai barat dengan total sebaran mikroplastik yang terperangkap pada sedimen dengan jumlah 68 buah mikroplastik.
8	<p>Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, 2015</p> <p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis mikroplastik yang ditemukan adalah fragmen, film dan fiber. Pada stasiun 1 ditemukan fragmen berkisar 100,2-201,3 partikel/kg, film berkisar 69,6-79,9 partikel/kg dan fiber berkisar 43,1-50,9 partikel/kg, stasiun 2 ditemukan fragmen 21 berkisar 146,5-238,8 partikel/kg, film berkisar 53,2-81,9 partikel/kg dan fiber berkisar 48,8-75,2 partikel/kg, stasiun 3 ditemukan fragmen berkisar 204,2-207,9 partikel/kg, film berkisar 107,7-126,5 partikel/kg dan fiber berkisar 26,1-39,9 partikel/kg.</p>
9	<p>Pencemaran Mikroplastik di Sepanjang Pantai Kabupaten Tuban, 2018.</p> <p>Pantai-pantai dikelompokkan berdasarkan potensi sumber pencemaran yaitu muara sungai, wisata pantai dan pemukiman. Sampel sedimen dikumpulkan dari garis pantai pasang tinggi menunjukkan kelimpahan mikroplastik signifikan lebih tinggi daripada pada garis pantai pasang terendah. Pantai yang berdekatan dengan sungai menunjukkan kelimpahan 22 mikroplastik yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang dipengaruhi oleh kegiatan wisata pantai dan pemukiman.</p>
10	<p>Identifikasi Kelimpahan dan Efisiensi Penyisihan Mikroplastik pada Unit Koagulasi, Sedimentasi, dan Filtrasi pada Instalasi Pengolahan Air Dago Pakar dengan Air Baku Sungai Cikapundung, 2021.</p> <p>Kelimpahan kondisi hujan pada <i>intake</i>, <i>inlet</i> koagulasi, <i>outlet</i> sedimentasi, dan <i>outlet</i> filtrasi masing-masing sebesar 20,61 MP/L. Sedangkan pada kondisi kemarau masing-masing sebesar 6,72 MP/L, 6,22 MP/L, 6,44 MP/L. Efisiensi penyisihan rata-rata mikroplastik masing-masing 44,7 % dan 38,05%.</p>