

TESIS

DISTRIBUSI KELIMPAHAN DAN KOMPOSISI MIKROPLASTIK PADA AIR LAUT DAN BIOTA DI KAWASAN PESISIR PANTAI GALESONG UTARA KABUPATEN TAKALAR

*Abundance and Composition of Microplastics Distribution in Seawater and
Biota in the Coastal Area of North Galesong Beach Takalar Regency*

ANDI ELFINA WAHYUNI RASYID

D092202004



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

TESIS

DISTRIBUSI KELIMPAHAN DAN KOMPOSISI MIKROPLASTIK PADA AIR LAUT DAN BIOTA DI KAWASAN PESISIR PANTAI GALESONG UTARA KABUPATEN TAKALAR

*Abundance and Composition of Microplastics Distribution in Seawater and
Biota in the Coastal Area of North Galesong Beach Takalar Regency*

ANDI ELFINA WAHYUNI RASYID

D092202004



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

PENGAJUAN TESIS

DISTRIBUSI KELIMPAHAN DAN KOMPOSISI MIKROPLASTIK PADA AIR LAUT DAN BIOTA DI KAWASAN PESISIR PANTAI GALESONG UTARA KABUPATEN TAKALAR

Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister
Program Studi Teknik Lingkungan

Disusun dan diajukan oleh

ANDI ELFINA WAHYUNI RASYID
D092202004

Kepada

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023

TESIS

DISTRIBUSI KELIMPAHAN DAN KOMPOSISI MIKROPLASTIK PADA AIR LAUT DAN BIOTA DI KAWASAN PESISIR PANTAI GALESONG UTARA KABUPATEN TAKALAR

**ANDI ELFINA WAHYUNI RASYID
D092202004**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Lingkungan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 8 Agustus 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.
NIP. 195901161987021001

Pembimbing Pendamping



Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T
NIP. 197506232015042001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng.
NIP. 197309262000121002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Lingkungan



Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T
NIP. 197506232015042001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : **ANDI ELFINA WAHYUNI RASYID**

Nomor mahasiswa : D092202004

Program studi : Teknik Lingkungan

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul **“Distribusi Kelimpahan dan Komposisi Mikroplastik pada Air Laut dan Biota di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar”** adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (**Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.** sebagai Pembimbing Utama dan **Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T.** sebagai Pembimbing Pendamping). Karya Ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di **Jurnal Internasional Scopus Q3 (The Seybold Report Journal, ISSN 1533-9211, Volume 18, Nomor 07, Halaman 801-808, dan DOI 10.17605/OSF.IO/7WUX5)** sebagai artikel dengan judul **“Analysis of Microplastic Abundance in Seawater on the North Galesong Coast of Takalar Regency.”**

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 8 Agustus 2023

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'SEPULUH RIBU RUPIAH', and 'METERAI TEMPEL'. A unique alphanumeric code '460AKX631554062' is printed at the bottom of the stamp.

Andi Elfina Wahyuni Rasyid

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu Alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji bagi ALLAH SWT karena berkat limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul ***“Distribusi Kelimpahan dan Komposisi Mikroplastik pada Air Laut dan Biota di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar”*** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa. Salawat dan taslim senantiasa tercurah kepada Nabiyyullah Muhammad SAW bersama keluarga serta para sahabat Beliau yang merupakan sumber ilmu pengetahuan dan hikmah.

Dalam penyusunan tesis ini, penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat bantuan dan motivasi dari berbagai pihak, akhirnya tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.**, selaku Pembimbing Utama sekaligus Kepala Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
2. Ibu **Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T.**, selaku Pembimbing Pendamping sekaligus Ketua Program Studi S2 Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
3. Ibu **Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc.**, Ibu **Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T.**, dan Bapak **Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.Eng.**, selaku komisi tim penguji.
4. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Teknik, Ketua Departemen Teknik Lingkungan, Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik, serta seluruh Staf dan Karyawan Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi selama menempuh program magister.

5. Seluruh Staf dan Karyawan Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan Departemen Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Laboratorium Pengujian Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Badan Informasi Geospasial, serta seluruh Staf dan Karyawan Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan Kabupaten Takalar, khususnya **ST. Aisyah Humerah, S.T., M.Ling.**, yang banyak mendukung selama penelitian berlangsung.
6. Suami tercinta **Haristang, S.T.**, Putra tercinta **Abdul Zhafran Arasy**, Ayahanda tercinta **Ir. Andi Abd. Rasyid Hikmah**, Ibunda tercinta **Irma H.S.**, serta Kakakku tersayang **apt. Andi Ulfah Magefirah Rasyid, S.Farm., M.Si.**, dan **apt. Zulham, S.Farm, M.Si.**, yang tiada henti-hentinya memberikan perhatian, kasih sayang, dorongan, motivasi, dan iringan do'a yang tulus serta memberikan bantuan moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di bangku kuliah. Terima kasih atas kasih sayang, doa, pengertian, dan bantuannya selama ini.
7. Sahabat Laboratorium Kualitas Air (**Iitra Achbar Sahdian, S.Si., Faisal S.T., Resky Kurniati, S.Si.**, dan **Muh Rafi Aryawardhana, S.T.**) yang telah meluangkan waktu untuk mendampingi proses pengambilan data maupun penyelesaian tesis ini.
8. Adik-Adik Teknik Lingkungan Angkatan 2017 dan 2018, Teknik Kelautan, serta **Om Jalling** yang telah membantu selama penelitian berlangsung.

Tesis ini disusun dengan segala kemampuan dan keterbatasan penulis, karena itu saran dan kritik konstruktif sangat diperlukan demi kesempurnaan penulisannya. Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak luput dari kekurangan dan kelemahan, namun besar harapan kiranya dapat bermanfaat utamanya bagi penulis sendiri dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknik lingkungan pada umumnya.

Wassalamu Alaikum Wr. Wb.

Gowa, 8 Agustus 2023

Andi Elfina Wahyuni Rasyid

ABSTRAK

ANDI ELFINA WAHYUNI RASYID. *Distribusi Kelimpahan dan Komposisi Mikroplastik pada Air Laut dan Biota di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar* (dibimbing oleh **Achmad Zubair** dan **Roslinda Ibrahim**).

Kecamatan Galesong Utara Kabupaten Takalar terletak di kawasan pesisir sebagai salah satu penyumbang sampah plastik yang akan menjadi mikroplastik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan dan komposisi mikroplastik pada air laut dan biota, menganalisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik, dan menganalisis distribusi mikroplastik pada air laut di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel air laut dan biota pada 5 stasiun dan 2 titik sampling. Pengambilan sampel air dilakukan pada kondisi pasang dan surut menggunakan metode dinamis dengan *neuston net*, sedangkan biota menggunakan *probability sampling* dengan jaring. Analisis mikroplastik menggunakan alat mikroskop dan FTIR. Analisis air menggunakan metode SNI dan hubungannya terhadap mikroplastik menggunakan *software* SPSS, sedangkan *software* ArcGIS untuk melihat distribusi persebarannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total rata-rata kelimpahan mikroplastik pada air laut sebesar $157,39 \pm 1,88$ partikel/m³, sedangkan pada biota didominasi oleh organ *Siganus sp.* sebesar $2,67 \pm 1,76$ partikel MPs/individu. Komposisi mikroplastik pada air laut didominasi oleh bentuk *line/fiber*, warna transparan, ukuran kecil, dan polimer *poly vinyl chloride* (PVC), sedangkan pada biota didominasi oleh bentuk *line/fiber*, warna biru, ukuran besar, dan polimer *cellophane* (CP). Hasil uji korelasi *Spearman* menunjukkan bahwa suhu, pH, TSS, kekeruhan, dan salinitas berhubungan secara positif terhadap kelimpahan mikroplastik, namun DO berhubungan negatif. Selain itu suhu dan DO berhubungan sangat kuat. TSS, kekeruhan, dan salinitas berhubungan kuat, sedangkan pH berhubungan cukup terhadap kelimpahan mikroplastik. Distribusi horizontal dan vertikal terhadap kelimpahan dan komposisi mikroplastik menunjukkan fluktuasi yang signifikan.

Kata kunci: mikroplastik, kelimpahan, komposisi, pesisir pantai.

ABSTRACT

ANDI ELFINA WAHYUNI RASYID. *Abundance and Composition of Microplastics Distribution in Seawater and Biota in the Coastal Area of North Galesong Beach Takalar Regency* (supervised by **Achmad Zubair** and **Roslinda Ibrahim**).

North Galesong Subdistrict, Takalar Regency, is located in a coastal area and is one of the contributors to plastic waste, which will become microplastics. This study aims to analyze the abundance and composition of microplastics in seawater and biota, the relationship between water quality and microplastic abundance, and the distribution of microplastics in seawater in the North Galesong Coastal Area of Takalar Regency. This research was conducted by taking samples of seawater and biota at 5 stations and 2 sampling points. Water sampling was carried out during high and low tide conditions using a dynamic method with Neuston nets, while biota used probability sampling with nets. Microplastic analysis using a microscope and FTIR. Water analysis used the SNI method, and its relationship to microplastics used SPSS software, while ArcGIS software was used to see their distribution. The results showed that the total average abundance of microplastics in seawater was 157.39 ± 1.88 particles/m³, while the biota was dominated by *Siganus* sp. with 2.67 ± 1.76 MPs per individual. The composition of microplastics in seawater is dominated by line or fiber form, transparent color, small size, and polyvinyl chloride (PVC) polymer, while in biota it is dominated by line or fiber form, blue color, large size, and cellophane polymer (CP). Spearman's correlation test results showed that temperature, pH, TSS, turbidity, and salinity were positively related to microplastic abundance, but DO was negatively related. In addition, temperature and DO are very strongly related. TSS, turbidity, and salinity are strongly related, while pH is moderately related to the abundance of microplastics. The horizontal and vertical distributions of the abundance and composition of microplastics show significant fluctuations.

Keywords: microplastics, abundance, composition, beach.

DAFTAR ISI

Nomor	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGAJUAN TESIS.....	ii
PERSETUJUAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Pencemaran Perairan	8
2.2. Sampah Plastik	9
2.3. Mikroplastik	10
2.3.1. Bentuk, ukuran, dan warna mikroplastik.....	11
2.3.2. Polimer mikroplastik	13
2.4. Faktor Sebaran Mikroplastik di Perairan	14
2.5. Degradasi dan Fragmentasi Mikroplastik	15
2.6. Dampak Mikroplastik.....	17
2.7. Kecamatan Galesong Utara.....	20

2.8. Biota Laut.....	21
2.9. Metode Sampling Mikroplastik.....	22
2.10. Identifikasi Mikroplastik.....	23
2.11. Parameter Kualitas Air.....	24
2.11.1. Suhu.....	24
2.11.2. <i>Power of hydrogen</i> (pH) / derajat keasaman.....	24
2.11.3. <i>Dissolved oxygen</i> (DO).....	24
2.11.4. <i>Total suspended solids</i> (TSS).....	25
2.11.5. Kekeruhan.....	25
2.11.6. Salinitas.....	25
2.12. Pasang Surut.....	25
2.13. Uji Statistik.....	27
2.14. <i>Symbologi Pie Chart</i>	27
2.15. Kerangka Pikir Penelitian.....	28
2.16. Penelitian Terdahulu.....	29
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1. Rancangan Penelitian.....	35
3.1.1. Variabel bebas (<i>independent variable</i>).....	35
3.1.2. Variabel terikat (<i>dependent variable</i>).....	35
3.2. Matriks Penelitian.....	36
3.3. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	37
3.3.1. Waktu penelitian.....	37
3.3.2. Lokasi penelitian.....	37
3.4. Bahan dan Alat.....	43
3.4.1. Bahan.....	43
3.4.2. Alat.....	43
3.5. Populasi dan Sampel.....	43
3.5.1. Populasi.....	43
3.5.2. Sampel.....	44
3.6. Teknik Pengumpulan Data.....	44
3.6.1. Data primer.....	44
3.6.2. Data sekunder.....	44

3.7. Pelaksanaan Penelitian	45
3.7.1. Observasi lapangan.....	45
3.7.2. Pengambilan sampel.....	45
3.7.2.1. Pengambilan sampel air laut untuk uji kualitas air.....	45
3.7.2.2. Pengambilan sampel untuk mengetahui kelimpahan dan komposisi mikroplastik pada air laut.....	46
3.7.2.3. Pengambilan sampel biota.....	47
3.7.3. Identifikasi kelimpahan dan komposisi mikroplastik pada air laut dan biota	47
3.7.3.1. Preparasi sampel.....	48
3.7.3.2. <i>Wet peroxide oxidation</i> (WPO).....	50
3.7.3.3. <i>Density separation</i>	51
3.7.3.4. Mikroskopi	51
3.7.3.5. <i>Fourier-transform infrared</i> (FTIR) <i>spectroscopy</i>	52
3.8. Analisis Hubungan Kualitas Air terhadap Mikroplastik.....	54
3.8.1. Suhu.....	54
3.8.2. <i>Power of hydrogen</i> (pH) / derajat keasaman	54
3.8.3. <i>Dissolved oxygen</i> (DO)	54
3.8.4. <i>Total suspended solids</i> (TSS).....	54
3.8.5. Kekeruhan	55
3.8.6. Salinitas	55
3.9. Teknik Analisis Data.....	55
3.9.1. Analisis kelimpahan dan komposisi mikroplastik.....	55
3.9.2. Analisis statistik dengan <i>software statistical package for social science</i> (SPSS)	57
3.9.3. Analisis distribusi spasial mikroplastik dengan <i>software ArcGIS</i>	57
3.10. Diagram Alir Penelitian	58

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	59
4.1. Kelimpahan dan Komposisi Mikroplastik pada Air Laut dan Biota di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar.....	59
4.1.1. Kelimpahan mikroplastik pada air laut dan biota di kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kab. Takalar	59
4.1.2. Komposisi mikroplastik pada air laut dan biota di kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar	68
4.1.2.1. Bentuk mikroplastik pada air laut dan biota.....	68
4.1.2.2. Warna mikroplastik pada air laut dan biota	74
4.1.2.3. Ukuran mikroplastik pada air laut dan biota	79
4.1.2.4. Jenis polimer mikroplastik pada air laut dan biota	85
4.2. Analisis Hubungan Kualitas Air terhadap Kelimpahan Mikroplastik pada Air Laut di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar	90
4.2.1. Hubungan kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik pada air laut dengan SPSS.....	92
4.2.1.1. Perbedaan rata-rata jarak penarikan, kondisi pasang surut, dan titik pengambilan sampel	93
4.2.1.2. Hubungan kualitas air	95
4.3. Distribusi Mikroplastik pada Air Laut di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar	99
4.3.1. Stasiun 1	106
4.3.2. Stasiun 2	107
4.3.3. Stasiun 3	107
4.3.4. Stasiun 4	107
4.3.5. Stasiun 5	107
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	109
5.1. Kesimpulan	109
5.2. Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA.....	111
LAMPIRAN.....	130

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1. Deskripsi bentuk mikroplastik.....	12
Tabel 2. Ukuran mikroplastik	13
Tabel 3. Jenis polimer dan densitasnya	14
Tabel 4. Penelitian terdahulu	29
Tabel 5. Matriks penelitian	36
Tabel 6. Lokasi pengambilan sampel	38
Tabel 7. Kelimpahan mikroplastik pada air laut.....	59
Tabel 8. Karakteristik dan morfometrik sampel biota	62
Tabel 9. Kelimpahan mikroplastik pada biota	64
Tabel 10. Komposisi mikroplastik pada air laut berdasarkan bentuk.....	68
Tabel 11. Komposisi mikroplastik pada biota berdasarkan bentuk	71
Tabel 12. Komposisi mikroplastik pada air laut berdasarkan warna.....	74
Tabel 13. Komposisi mikroplastik pada biota berdasarkan warna	76
Tabel 14. Komposisi mikroplastik pada air laut berdasarkan ukuran	79
Tabel 15. Komposisi mikroplastik pada biota berdasarkan ukuran.....	80
Tabel 16. Kisaran ukuran mikroplastik pada biota	81
Tabel 17. Komposisi mikroplastik pada air laut berdasarkan polimer	85
Tabel 18. Komposisi mikroplastik pada biota berdasarkan polimer	87
Tabel 19. Hubungan kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik	91
Tabel 20. Hasil uji normalitas.....	92
Tabel 21. Hasil uji normalitas <i>two way annova</i> perbedaan rata-rata jarak penarikan, pasang surut, dan titik sampel terhadap kelimpahan mikroplastik.....	93
Tabel 22. Hasil uji <i>two way annova</i> perbedaan rata-rata jarak penarikan, pasang surut, dan titik sampel terhadap kelimpahan mikroplastik.....	93
Tabel 23. Hasil analisis <i>spearman correlation</i> hubungan kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik	95

Gambar 22. Peta distribusi komposisi bentuk mikroplastik pada kondisi pasang	100
Gambar 23. Peta distribusi komposisi bentuk mikroplastik pada kondisi surut	100
Gambar 24. Peta distribusi komposisi warna mikroplastik pada kondisi pasang	101
Gambar 25. Peta distribusi komposisi warna mikroplastik pada kondisi surut.	101
Gambar 26. Peta distribusi komposisi ukuran mikroplastik pada kondisi pasang	102
Gambar 27. Peta distribusi komposisi ukuran mikroplastik pada kondisi surut	102
Gambar 28. Peta distribusi komposisi jenis polimer mikroplastik pada kondisi pasang	103
Gambar 29. Peta distribusi komposisi jenis polimer mikroplastik pada kondisi surut	103
Gambar 30. Distribusi horizontal mikroplastik kondisi pasang dan surut.....	105
Gambar 31. Distribusi vertikal mikroplastik kondisi pasang surut (a) distribusi bentuk MP, (b) distribusi warna MP, (c) distribusi ukuran MP, dan (d) distiribusi polimer MP	105

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi.....	130
Lampiran 2. Komposisi mikroplastik pada air laut dan biota	140
Lampiran 3. Hasil analisa statistik	148
Lampiran 4. Data pasang surut	151

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/singkatan	Arti dan keterangan
°C	= <i>Celcius</i>
CA	= <i>Cellulose Acetate</i>
CP	= <i>Cellophane</i>
DO	= <i>Dissolved Oxygen</i>
E	= <i>East / Bujur/ Longitude</i>
FTIR	= <i>Fourier-Transform Infrared</i>
GPS	= <i>Global Positioning System</i>
mg/l	= Milligram per liter
MP	= Mikroplastik
NOAA	= <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NR	= <i>Natural Rubber</i>
PA	= <i>Polyacetylene</i>
PE	= <i>Polyethylene</i>
PES	= <i>Polyester</i>
PET	= <i>Polyethylene Terephthalate</i>
pH	= <i>Power of Hydrogen</i>
PP	= <i>Polypropylene</i>
PVC	= <i>Poly vinyl chloride</i>
S	= <i>South / Lintang Selatan / Latitude</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
SPSS	= <i>Statistical Package for Social Science</i>
STA	= Stasiun
TSS	= <i>Total Suspended Solids</i>
WPO	= <i>Wet Peroxide Oxidation</i>
µm	= mikromilli
(o/oo)	= per mil

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap usaha dan/atau kegiatan yang dilakukan oleh manusia tentunya menghasilkan suatu limbah yang dapat membahayakan lingkungan hidup apabila tidak dikelola dengan baik, salah satunya yakni limbah plastik yang dapat mengalami perubahan ukuran menjadi mikroplastik melalui proses pelapukan akibat paparan sinar matahari (Harpah et al., 2020), gesekan serta kecepatan aliran. Plastik yang sifatnya *nonbiodegradable* termasuk jenis limbah yang paling banyak ditemukan di lingkungan sekitar akibat aktivitas manusia (Rocha-Santos, 2014). Hal ini disebabkan karena sifat plastik yang ringan, tahan lama dan harganya cukup murah sehingga memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat saat ini (Joesidiawati, 2018). Akan tetapi, sampah plastik dapat menimbulkan masalah lingkungan yang sangat memprihatinkan (Plastics Europe, 2020). Sekitar 1,9 juta ton plastik dikirim selama tahun 2013 ke Indonesia dengan rata-rata kapasitas produksi sebesar 1,65 juta ton/tahun dan Indonesia merupakan salah satu negara produksi dan pengguna plastik terbesar kedua di dunia (Jambeck & Johnsen, 2015).

Mikroplastik sebagai zat pencemar bersumber dari hasil degradasi dan fragmentasi limbah plastik berukuran di bawah 5 mm serta memiliki bentuk, warna, dan polimer yang bervariasi (Stanton et al., 2019). Ukurannya yang kecil dan jumlahnya yang melimpah menjadikan mikroplastik sebagai kontaminan yang dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem perairan dengan dampak yang berbeda-beda (Hiwari et al., 2019). Sampah plastik yang terdeposit di tepi pantai, baik yang telah terfragmentasi menjadi mikroplastik kemudian masuk ke dalam perairan laut melalui arus, gelombang, pasang surut ataupun akibat terjadinya erosi pantai (Joesidawati, 2018), umumnya jenis mikroplastik yang ada di lautan yakni *polyethylene terephthalate* (57,26%), *polyethylene* (13,52%) dan *polypropylene* (11,24%) dengan ukuran 2,5 mm serta berbentuk pellet, film, busa (Veerasingam, 2020) serta serat yang berasal dari aktivitas nelayan seperti pukat, jaring dan tali. Banyaknya jenis mikroplastik di lautan disebabkan karena plastik tersebut cukup

murah sehingga banyak digunakan sebagai kemasan makanan baik dalam skala industri ataupun yang dihasilkan dari suatu konsumen (Jualaong, 2021).

Keberadaan mikroplastik di lautan telah didokumentasikan oleh beberapa peneliti, diantaranya Terzi et al. (2022) menemukan kandungan mikroplastik di permukaan air laut Pantai Laut Hitam sebesar 18,68 partikel/m³. Di Indonesia, khususnya di barat daya perairan laut Sumatera, keberadaan mikroplastik dilaporkan oleh Cordova (2016) yang menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan di 8 area dari 10 lokasi pengambilan sampel sedimen. Mikroplastik lebih banyak ditemukan di daerah dengan kedalaman yang bervariasi dengan konsentrasi 0-14 partikel/100 cm³ sedimen. Mikroplastik juga ditemukan di 4 dari 10 saluran pencernaan ikan *Silverside (Stolephorus heterolobus)* berbentuk fragmen berwarna transparan dan biru yang dikumpulkan di Pasar Ikan Paotere, Makassar (Tahir & Rochman, 2014).

Keberadaan mikroplastik di lautan akan bertahan dalam jangka waktu yang lama karena sifat plastik tidak dapat terurai, sehingga keberadaan mikroplastik dapat menjadi ancaman global bagi keanekaragaman hayati khususnya biota dan ekosistem laut (Wahyudi, 2020), hal ini dikarenakan biota laut menjadikan mikroplastik sebagai makanannya karena ukurannya yang sangat kecil sehingga mirip dengan plankton. Mikroplastik dalam tubuh biota, baik pada usus dan saluran pencernaan akan terakumulasi dalam tubuh biota karena sifatnya yang tidak dapat hancur sehingga bersifat racun bagi biota melalui konsumsi mangsa yang terkontaminasi mikroplastik (Boerger, 2010).

Peningkatan jumlah bahan kimia dan racun akibat mikroplastik juga terjadi pada tubuh manusia melalui rantai makanan baik pada tingkat trofik sehingga berdampak pada kesehatan kulit, masalah reproduksi, penyebab terjadinya penyakit kanker, serta gangguan pernapasan dan pencernaan. Keberadaan mikroplastik dalam tubuh manusia juga dapat terjadi melalui garam yang dikonsumsi dalam kehidupan sehari-hari, hal ini disebabkan karena air laut yang digunakan dalam proses pemurnian garam terkontaminasi mikroplastik (Parvin, 2022), sehingga keberadaan mikroplastik sangat berisiko terhadap kelangsungan hidup manusia (Carbery, 2018).

Kecamatan Galesong Utara terletak di kawasan pesisir Kabupaten Takalar yang berbatasan langsung dengan berbagai aktivitas manusia mulai dari pemukiman padat dan kurang penduduk, perindustrian, pariwisata, maupun pasar (pelelangan ikan) yang diduga sebagai penyumbang sampah plastik yang akan menjadi mikroplastik. Kecamatan Galesong Utara terdiri dari beberapa desa, diantaranya Desa Aeng Batu-Batu merupakan kawasan pemukiman padat penduduk yang menghasilkan sampah dari aktivitas limbah rumah tangga, laundry, pertokoan atau warung-warung berupa kantong kresek, pembungkus makanan dan minuman, dan juga karena adanya limpasan aliran muara Sungai Jeneberang yang berbatasan langsung dengan Kota Makassar, sedangkan Kelurahan Bontolebang merupakan kawasan pemukiman kurang penduduk, dimana rumah warga tidak berbatasan langsung dengan perairan laut, dan jumlah penduduknya juga lebih sedikit, serta terdapat banyak vegetasi dan lahan pertanian.

Dusun Taman Pandanga Desa Aeng Batu-Batu merupakan area industri yang menghasilkan sampah dari proses pengolahan telur ikan terbang, aliran outlet IPAL menuju ke pesisir, aktivitas pengisian bahan bakar bagi kapal-kapal nelayan (SPBN), serta juga terdapat aktivitas rumah tangga. Dusun Sampulungan Beru Desa Sampulungan merupakan area wisata yang terdapat aktivitas perhotelan, restoran, dan limpasan outlet dari IPAL, serta kegiatan rekreasi wisatawan yang membuang sampahnya di sekitar pesisir. Sedangkan Dusun Beba Desa Tamasaju merupakan kawasan pasar (pelelangan ikan), dimana terdapat aktivitas jual beli hasil tangkapan laut, adanya kapal nelayan dan beberapa peralatan tangkapan, terdapat beberapa rumah warga, pertokoan dan warung makan, serta adanya aliran muara Sungai Campagaya yang diduga sebagai penyumbang sampah plastik.

Mikroplastik memasuki ekosistem perairan melalui sistem pembuangan limbah, limpasan permukaan, dan pengendapan atmosfer (Dris et al., 2016), akibat outlet limbah ke garis pantai (Browne et al., 2011), suspensi arus oleh pasang surut (Aliabad et al., 2019), dan kemampuan distribusi yang luas di permukaan air (Lebreton & Andrady, 2019) yang pada akhirnya berakhir di habitat laut yang diduga menjadi sumber kontaminan bagi makanan (mangsa) yang salah dikira oleh biota laut.

Dengan demikian, dari permasalahan sampah yang terfragmentasi dan terdegradasi menjadi mikroplastik di perairan laut akibat pembuangan sampah yang dilakukan di tepi pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar melalui berbagai aktivitas manusia mulai dari pemukiman, perindustrian, pariwisata, maupun pasar (pelelangan ikan) dapat mengancam kelangsungan hidup biota laut dan juga berdampak pada kesehatan manusia, maka penulis tertarik melakukan suatu penelitian mengenai distribusi kelimpahan dan komposisi mikroplastik pada air laut dan biota laut dan bagaimana hubungan kualitas air laut terhadap kelimpahan mikroplastik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada uraian di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana kelimpahan dan komposisi mikroplastik pada air laut dan biota di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar?
2. Bagaimana hubungan kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik pada air laut di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar?
3. Bagaimana distribusi mikroplastik pada air laut di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka dibuat tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis kelimpahan dan komposisi mikroplastik pada air laut dan biota di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar.
2. Menganalisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik pada air laut di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar.
3. Menganalisis distribusi mikroplastik pada air laut di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Bagi Peneliti

Sebagai referensi dalam melakukan kajian ilmiah tentang mikroplastik pada air laut dan biota di Kawasan Pesisir.

2. Bagi Pemerintah

Sebagai pedoman dalam penentuan titik pemantauan kualitas air laut dan keamanan pangan di Kabupaten Takalar, perencanaan tata ruang kota berdasarkan distribusi spasial mikroplastik, sebagai alternatif penyusunan kebijakan untuk mengatasi pencemaran oleh mikroplastik di Kabupaten Takalar.

3. Bagi Masyarakat

Dapat membuktikan secara ilmiah dan memberikan informasi kepada masyarakat terkait keberadaan mikroplastik pada air laut dan biota di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai tujuan, maka batasan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Wilayah studi penelitian dilakukan di sepanjang Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar berdasarkan pada 5 lokasi sampling yang masing-masing terdiri dari 2 titik dengan total berjumlah 10 titik.
2. Pengambilan sampel untuk uji kualitas air yaitu pada kedalaman 0-1 m, 0,2 D, 0,5 D, dan 0,8 D yang dihomogenkan pada jarak 100 m dan 200 m, serta dilakukan tiap pekan selama 3 minggu (variasi ulangan *triplo*) pada waktu pasang dan surut.
3. Pengambilan sampel mikroplastik untuk air laut menggunakan alat *neuston net* yang dilakukan pada waktu pasang dan surut, yaitu pada jarak 0-100 m dan 100-200 m di 5 (lima) lokasi pengambilan sampel di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, serta dilakukan tiap pekan selama 3 minggu (variasi ulangan *triplo*).

4. Data pasang surut menggunakan data sekunder dari Badan Informasi Geospasial.
5. Tanpa mengukur data hidrodinamika dan meteorologi.
6. Pengambilan sampel biota ditangkap langsung dengan bantuan tangkapan nelayan pada area yang berada pada stasiun 1 sampai stasiun 5 di Kawasan Pesisir Pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar.
7. Identifikasi komposisi mikroplastik berfokus pada bentuk (*fragment*, *foam*, *film*, *line/fiber*, dan *pellet*), warna, ukuran, serta jenis polimer.
8. Analisis data pada sampel air laut dan biota menggunakan uji statistik melalui *Software Statistical Package for Social Science* (SPSS) 26.
9. Analisis distribusi spasial mikroplastik hanya dilakukan pada air laut yang didokumentasikan melalui *Software ArcGIS 10.8*.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan penjabaran secara deskriptif mengenai gambaran terhadap kegiatan penelitian dan penyusunan tesis:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan informasi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat dan ruang lingkup, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan informasi mengenai uraian dan pengertian, teori-teori dari berbagai literatur.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menyajikan metode, prosedur atau langkah-langkah analisis data yang akan digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan data hasil penelitian yang merujuk pada rumusan masalah dan tujuan penelitian. Data hasil penelitian berupa data primer dan hasil analisis yang dilanjutkan dengan pembahasan yang mengandung jawaban akan setiap masalah penelitian atau menunjukkan bagaimana tujuan dan menafsirkan segala temuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan yang terkait langsung dengan penelitian yang dapat ditarik dari pembahasan yang relevan dan merangkum semua hasil penelitian yang telah diuraikan. Bab ini juga berisi saran yang bersumber pada temuan penelitian, pembahasan dan kesimpulan hasil penelitian. Saran direkomendasikan kepada perguruan tinggi, lembaga pemerintah atau swasta, atau pihak lain yang dianggap layak.

DAFTAR PUSTAKA DAN LAMPIRAN

Bagian akhir laporan penelitian adalah daftar pustaka dan lampiran. Daftar pustaka memuat semua bahan bacaan yang dirujuk dalam penulisan laporan penelitian, sedangkan lampiran berisi keterangan yang dipandang penting seperti rumus statistika dan foto-foto dalam pelaksanaan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Perairan

Menurut Pasal 1 Ayat (14) Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup sebagaimana telah diubah dengan Pasal 22 ayat 1 angka 14 Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja, menyatakan bahwa pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Masalah pencemaran lingkungan dapat dilakukan dengan meminimalisir tingkat pencemaran, mengendalikan pencemaran, dan meningkatkan kesadaran serta kepedulian masyarakat terhadap lingkungan agar tidak mencemari lingkungan.

Polutan adalah suatu zat atau bahan yang kadarnya melebihi ambang batas serta berada pada waktu dan tempat yang tidak tepat, sehingga merupakan bahan pencemar lingkungan, misalnya bahan kimia, debu, panas dan suara. Polutan dapat menyebabkan lingkungan menjadi tidak berfungsi sebagaimana mestinya dan akhirnya malah merugikan manusia dan makhluk hidup lainnya. Tingkat pencemaran laut di Indonesia masih sangat tinggi. Kawasan pantai dan laut Indonesia sangat rentan terhadap berbagai bahaya pencemaran, baik yang bersumber dari aktivitas domestik (*marine debris*), industri perikanan, transportasi laut seperti tumpahan minyak (*oil spill*) dan berbagai kegiatan lainnya.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa pencemaran laut adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau bagian yang berpotensi berbeda ke dalam laut oleh aktivitas manusia sehingga kualitasnya turun ke level tertentu yang membuat lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu/standar air laut. Hal ini tentunya akan berdampak buruk pada ekosistem, habitat, biota laut, serta penurunan kualitas lingkungan

pesisir. Bahaya pencemaran tersebut jika tidak ditangani dengan tepat maka dapat menimbulkan akibat yang merugikan secara luas bagi kehidupan manusia dan biota.

2.2. Sampah Plastik

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menyatakan bahwa sampah adalah sisa/bekas aktivitas manusia sehari-hari dan/atau siklus alam yang berwujud padat. Sampah sejenis sampah rumah tangga merupakan sampah rumah tangga yang bersumber dari kegiatan komersial, kegiatan industri, kegiatan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan lainnya.

Adapun menurut Peraturan Presiden Nomor 83 Tahun 2018 tentang Penanganan Sampah Laut mendefinisikan sampah yaitu bekas aktivitas manusia sehari-hari dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah laut merupakan sampah yang bersumber dari daratan, badan air, dan pesisir/pantai yang bermuara ke laut atau sampah yang bersumber dari kegiatan di laut. Sampah plastik merupakan sampah yang di dalamnya terkandung senyawa polimer.



Gambar 1 Sumber mikroplastik dari berbagai kegiatan manusia
Sumber : Yona et al. (2021)

Produk plastik yang sifatnya serbaguna, menguntungkan, ringan, tahan lama, dan ekonomis menyebabkan meningkatnya pula sampah plastik melalui berbagai aktivitas manusia (Rocha-Santos, 2014). Akan tetapi, sampah plastik dapat menimbulkan masalah lingkungan yang sangat memprihatinkan (Plastics

Europe, 2020). Sekitar 1,9 juta ton plastik dikirim selama tahun 2013 ke Indonesia dengan rata-rata kapasitas produksi sebesar 1,65 juta ton/tahun dan Indonesia merupakan salah satu negara produksi dan pengguna plastik terbesar kedua di dunia (Jambeck dan Johnsen, 2015). Mikroplastik berasal dari kegiatan rumah tangga, aktivitas pertanian, transportasi, industri (Mason et al., 2016) dan perikanan, yakni melalui aktivitas nelayan menjadi penyuplai kelimpahan mikroplastik di perairan. Limbah plastik akibat aktivitas manusia terbawa ke perairan melalui hujan, kemudian masuk ke aliran sungai sebelum akhirnya dilepaskan ke laut (Lusher et al., 2015). Sekitar 165 ribu ton plastik per tahun akan berakhir di perairan laut Indonesia sehingga sifatnya sangat merugikan bagi organisme laut (Moore et al., 2001). Sampah plastik paling jelas terlihat di garis pantai, dimana sampah berkumpul karena aktivitas arus, gelombang dan angin, aliran sungai, dan sampah langsung di pantai.

Pengembangan dan penggunaan produksi plastik untuk saat ini tidak diimbangi dengan upaya pengurangan dampak pencemaran lingkungan sehingga menyebabkan banyaknya sampah yang terbuang ke lingkungan dibandingkan sistem daur ulang sampah plastik (Yona et al., 2021), serta kegiatan rumah tangga yang pada umumnya tidak memiliki pengolahan sampah yang efektif, dan kegiatan industri yang kini menjadi sumber kerusakan lingkungan dan ekosistem sekitar (Fehr et al., 2000).

2.3. Mikroplastik

Mikroplastik sebagai zat pencemar yang bersumber dari hasil degradasi atau fragmentasi limbah plastik memiliki bentuk dan ukuran di bawah 5 mm serta jenis yang berbeda-beda (Stanton et.al., 2019). Ukurannya yang kecil dan jumlahnya yang melimpah menjadikan mikroplastik sebagai kontaminan yang dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem perairan dengan dampak yang berbeda-beda (Hiwari et al., 2019).

Keberadaan mikroplastik di lautan telah didokumentasikan oleh beberapa peneliti, yakni Terzi et al. (2022) menemukan kandungan mikroplastik sebesar 18,68 partikel/m³ air laut di permukaan air laut Pantai Laut Hitam. Di Indonesia, khususnya di barat daya perairan laut Sumatera, keberadaan mikroplastik

dilaporkan oleh Cordova (2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan di 8 area dari 10 lokasi pengambilan sampel sedimen. Mikroplastik lebih banyak ditemukan di daerah dengan kedalaman yang bervariasi dengan konsentrasi 0-14 partikel/100 cm³ sedimen. Keberadaan mikroplastik dijadikan sebagai makanan bagi organisme sehingga tubuh biota seperti ikan, udang, dan kerang mengandung mikroplastik.

Komposisi mikroplastik terdiri dari dua jenis, yaitu mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer dapat ditemukan pada limbah sabun pencuci wajah yang umumnya terbuat dari jenis polimer *polipropilena* (PP), *polietilena* (PE), atau *polistirena* (PS) (Chatterjee & Sharma, 2019). Produk yang sering memanfaatkan *microbeads* untuk inokulasi tanah dan tanaman sebagai vektor pemberi nutrisi (Rillig, 2012) dan juga digunakan sebagai *elektroplating* (Yona et al., 2021), partikel abrasif, bubuk cetakan injeksi, *pellet* resin transportasi massal polimer antar lokasi pabrik (GESAMP, 2019).

Mikroplastik sekunder adalah mikroplastik hasil degradasi dan fragmentasi potongan plastik yang lebih besar karena arus, gelombang, dan sinar ultraviolet (Conkle et al., 2018). Mikroplastik sekunder juga terbentuk dari hasil oksidasi fototermal, radiasi ultraviolet, dan pengikisan fisik, tetapi yang paling sering terjadi akibat adanya paparan cahaya matahari yang stabil dan menyebabkan plastik menjadi lebih rapuh dan pada akhirnya hancur berkeping-keping akibat arus dan gelombang di laut (Hidalgo-Ruz et al., 2012).

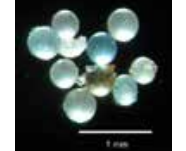
2.3.1. Bentuk, ukuran dan warna mikroplastik

Mikroplastik bersifat heterogen, menampilkan berbagai bentuk atau morfologi dari manik-manik bulat hingga fragmen sudut dan serat panjang. Identifikasi bentuk mikroplastik dapat memberikan beberapa tanda kemungkinan sumber, seperti tekstil atau tali untuk serat, serta cara mikroplastik berperilaku di dalam kompartemen lingkungan (misalnya terdampar atau tenggelam, dikonsumsi oleh biota).

Line/fiber merupakan mikroplastik yang berasal dari kegiatan manusia berupa benang (Mauludy et al., 2019), dibentuk dari jenis polimer *polietilen*, *nilon* atau serat *akrilik* (*polyacrylonitrile*) (Ter Halle et al., 2016). *Film* bersumber dari

polimer *polietilen*, *polipropilen*, dan *polivinil klorida* (PVC) (American Plastics Council, 1996) sedangkan *fragmen* dibentuk dari plastik dengan jenis polimer yang lebih kompleks seperti *polyvinyl chloride* atau *termoplastik* lainnya (Cole et al., 2011), jenis ini umumnya berasal dari botol plastik dan plastik kontainer dengan jenis polimer yang dominan adalah *polietilen* dan *polipropilen* (Ter Halle et al., 2016).

Tabel 1 Deskripsi bentuk mikroplastik

Deskripsi	Istilah Lain	Karakteristik	Contoh Gambar
<i>Fragmen</i>	Granula, serpihan	Partikel keras, berbentuk tidak beraturan.	
<i>Foam</i>	<i>Expanded Polystyrene</i> (EPS)	Partikel hampir bulat/granular, jika di bawah tekanan maka akan berubah bentuk, elastis (jika mengalami pelapukan)	
<i>Film</i>	Lembar	Partikel datar dan fleksibel, dengan tepi halus atau bersudut	
<i>Pellet</i>	Manik-manik, resin	Partikel keras dengan bentuk bulat, halus atau granular	
<i>Line/Fiber</i>	Serat (fiber), filamen	Bahan berserat panjang dan tipis	

Sumber : GESAMP (2019)

Foam merupakan jenis polimer *polistirena* yang umumnya berasal dari *styrofoam* (Trestrail et al., 2020) dan diproduksi menggunakan polimer *polysterene* dan dapat dikenali dari bentuknya yang ringan dan berpori (Zhou et al., 2018). Mikroplastik berbentuk *pellet* digolongkan sebagai jenis mikroplastik primer, mempunyai ukuran sangat kecil, diperoleh dari kegiatan industri atau produk kecantikan yang memanfaatkan *scrub* (Veerasingam et al., 2016).

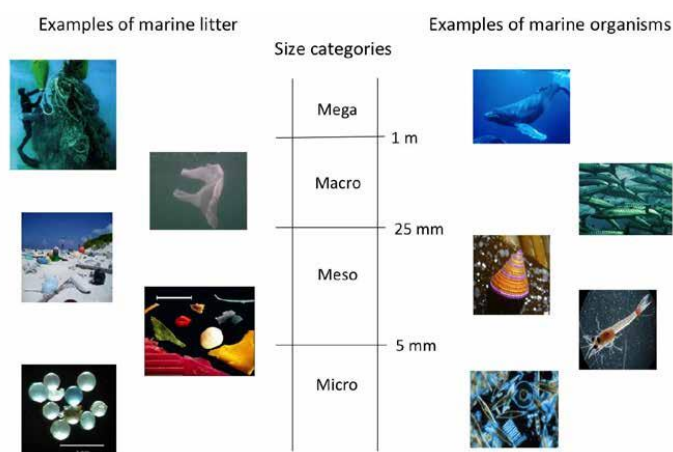
Ukuran dan bentuk dalam pemantauan sampah laut merupakan suatu sifat yang dapat mempengaruhi perilaku sampah di lingkungan, termasuk degradasi, transportasi, tingkat, dan sifat dari setiap efek. Sampah laut terdiri dari beberapa

ukuran, dari partikel kecil hingga objek yang berukuran besar. Adapun ukuran mikroplastik pada sampah laut dan organisme laut menurut GESAMP (2019) dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2 berikut.

Tabel 2 Ukuran mikroplastik

Deskripsi	Ukuran Relatif	Divisi Ukuran Umum
Mega	Sangat Besar	> 1 m
Makro	Besar	25-1000 mm
Meso	Sedang	5-25 mm
Mikro	Kecil	< 5 mm
Nano	Sangat Kecil	< 1 μm

Sumber : GESAMP (2019)



Gambar 2 Ukuran mikroplastik pada sampah laut dan organisme laut
Sumber : GESAMP (2019)

Identifikasi warna sebagai strategi pemberian makan oleh organisme, atau keadaan obyek yang telah terpapar (misalnya pelapukan, pengembangan biofilm). Meskipun demikian, identifikasi warna oleh manusia sangat subjektif dan mungkin terhalang oleh kekurangan visual, seperti buta warna. Adapun warna mikroplastik pada sampah laut menurut Blettler et al. (2017) adalah transparan, kristal, putih, putih bening, merah, orange, biru, buram, hitam, abu-abu, coklat, hijau, pink, dan kuning.

2.3.2. Polimer mikroplastik

Mikroplastik yang berada di dalam air akan mengendap atau mengapung tergantung pada densitas/ketebalan polimernya di dalam air. Beberapa jenis polimer dan densitas pada mikroplastik disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Jenis polimer dan densitasnya

Polimer	Aplikasi	Densitas (gr/cm ³)	Perilaku
<i>Polystyrene</i> (diperluas)	<i>Cool box</i> , pelampung, cangkir	0,02 – 0,64	Mengambang
<i>Polypropylene</i>	Tali, tutup botol, roda gigi, tali pengikat	0,90 – 0,92	
Polyethylene	Kantong plastik, wadah penyimpanan	0,91 – 0,95	
Styrene-butadiene (SBR)	Ban mobil	0,94	
Rata-Rata Air Laut		1,03	
<i>Polystyrene</i>	Peralatan, kontainer	1,04 – 1,09	
<i>Polyamide</i> (Nylon)	Jaring ikan, tali	1,13 – 1,15	
<i>Polyacrylonitrile</i> (acrylic)	Tekstil	1,18	
<i>Polyvinyl chloride</i>	Film tipis, pipa drainase, container	1,16 – 1,30	
<i>Polymethylacrylate</i>	Jendela (kaca akrilik)	1,17 – 1,20	
<i>Polyurethane</i>	Busa kaku dan fleksibel untuk insulasi dan perabot	1,20	Tenggelam
<i>Cellulose Acetate</i>	Filter rokok	1,22 – 1,24	
<i>Poly (ethylene terephthalate)</i> (PET)	Botol, tali pengikat	1,34 – 1,39	
<i>Polyester resin + glass fibre</i>	Tekstil, perahu	>1,35	
<i>Rayon</i>	Tekstil, produk sanitasi	1,50	
<i>Polytetrafluoroethylene</i> (PTFE)	Teflon, plastik isolasi	2,2	

Sumber : GESAMP (2019)

2.4. Faktor Sebaran Mikroplastik di Perairan

Sebaran mikroplastik di perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti aliran sungai (*run off*), arus, dan pasang surut yang terjadi di perairan (Mason et al., 2016), angin yang bertiup dan bergesekan dengan lapisan muka air (Pan et al., 2019), dan terjadinya distribusi vertikal melalui fenomena *upwelling* dan *downwelling* sebagai akibat perbedaan tekanan dan suhu antara lapisan permukaan dan bagian dalam laut (Rocha-santos, 2014).

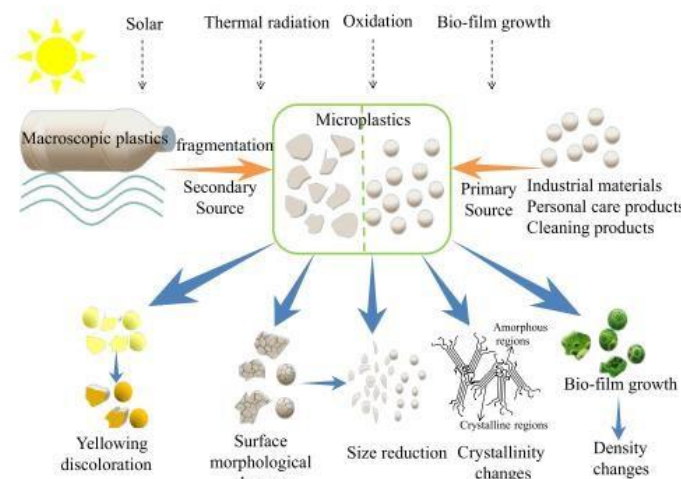
Fotodegradasi akibat paparan sinar UV juga merupakan faktor yang menentukan penyebaran mikroplastik karena dapat mempengaruhi massa dan daya apung mikroplastik (Kowalski et al., 2016). Distribusi mikroplastik dalam bentuk *foam* dan *film* umumnya ditemukan di daerah pelagis (permukaan laut) karena densitasnya yang rendah dan rencana penggunaannya untuk membuat daya apung

suatu benda. Berbeda dengan *fragmen* dan *fiber* yang ditemukan lebih banyak di daerah demersal (dasar laut) karena densitasnya lebih tinggi dan umumnya digunakan sebagai fitur alat tangkap ikan (Peda et al., 2020). Densitas plastik sangat berpengaruh pada transportasi plastik ke lingkungan demersal. Namun, ada juga jenis mikroplastik yang berbentuk tipis, tetapi mempunyai densitas yang tinggi (jenis polimer *cellopha*) sehingga umumnya berada di bagian dasar perairan (Iwanegbe et al., 2011).

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 ini juga dijelaskan oleh hasil studi dari 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. Penelitian yang dilaksanakan oleh Jabeen et al. (2017), menjelaskan bahwa ikan demersal mengkonsumsi lebih banyak mikroplastik karena *biofouling*. Hal-hal tersebut menunjukkan peluang mikroplastik untuk ditemukan di lingkungan ikan demersal dan juga ikan pelagis.

2.5. Degradasi dan Fragmentasi Mikroplastik

Plastik yang telah mengalami degradasi atau fragmentasi berupa perubahan komposisi karena sinar matahari, radiasi panas, oksidasi, dan pertumbuhan biofilm sinar matahari akan menghasilkan mikroplastik yang berukuran sangat kecil (*size reduction*), perubahan densitas dan warna, perubahan morfologi permukaan, dan perubahan kristalinitas. Kebanyakan sifat plastik konvensional yang ada di lautan sulit terdegradasi (GESAMP, 2019).



Gambar 3 Perubahan kandungan mikroplastik setelah terdegradasi
Sumber : Pan (2019)

Proses degradasi dan fragmentasi akibat faktor fisik-kimia lingkungan menyebabkan sampah plastik berubah ukuran, warna, dan juga bentuk (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain, 2016). Proses degradasi polimer plastik (Singh dan Sharma, 2008), yaitu:

- Degradasi foto-oksidatif merupakan proses dekomposisi bahan oleh aktivitas cahaya. Foto-oksidatif menyebabkan polimer sintetik tidak tahan terhadap degradasi UV dan cahaya yang terlihat sehingga mengubah sifat fisik dan optik plastik. Dampak yang paling merugikan adalah visualisasi khusus (menguning), hilangnya sifat mekanik polimer, perubahan berat molekul, dan dispersi berat molekul yang setara.
- 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.
- Degradasi induksi ozon umumnya menyebabkan degradasi polimer dalam kondisi normal, ketika proses pematangan oksidatif lainnya sangat lambat dan polimer mempertahankan sifat-sifatnya untuk waktu yang cukup lama. Kehadiran ozon di udara, bahkan dalam konsentrasi yang kecil, terutama mempercepat pematangan bahan polimer. Interaksi dalam polimer jenuh ini

bergabung dengan pembentukan intensif senyawa yang mengandung oksigen, dengan penyesuaian berat molekul dan dengan penurunan sifat mekanik dan listrik dari spesimen.

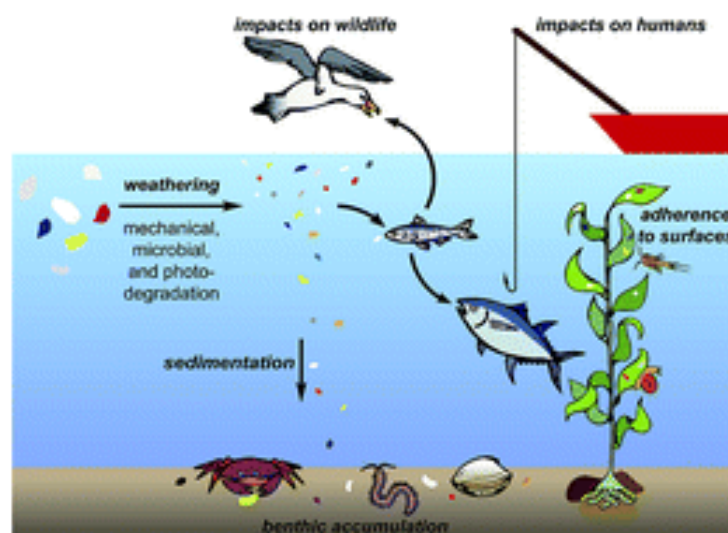
- d. Degradasi mekanik kimia melibatkan kerusakan polimer di bawah tekanan mekanis dan oleh radiasi ultrasonik kuat. Penguraian rantai molekul di bawah gaya geser atau mekanik sering dibantu oleh reaksi kimia dan juga dikenal sebagai degradasi mekanokimia. Pada dasarnya penghancuran rantai molekul ini dibantu oleh oksigen, dimana oksigen ini merespons lebih efektif dengan berbagai senyawa sehingga nantinya akan menyebabkan kerusakan rantai permanen pada polimer plastik.
- e. Degradasi katalitik merupakan penghancuran polimer plastik dengan bantuan katalis. Penambahan katalis tidak hanya meningkatkan kualitas produk yang diperoleh dari pirolisis sampah plastik, menurunkan suhu dekomposisi, tetapi juga memungkinkan selektivitas tertentu untuk barang tertentu yang akan dicapai
- f. Biodegradasi merupakan transformasi biokimia senyawa dalam mineralisasi yang dilakukan oleh mikroorganisme. Mineralisasi senyawa organik menghasilkan karbon dioksida dan air dalam keadaan aerobik, dan metana serta karbon dioksida dalam keadaan anaerobik. Hidrolisis abiotik, foto-oksidasi, dan kerusakan fisik polimer dapat meningkatkan biodegradasi polimer dengan memperluas wilayah permukaannya untuk kolonisasi mikroba atau dengan mengurangi berat molekul.

2.6. Dampak Mikroplastik

Mikroplastik yang berada di laut berpengaruh besar terhadap kehidupan biotik dan abiotik atau interaksi tidak langsung pada ekosistem (Kama, 2020), dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem lingkungan pesisir atau laut (Mauludy et al., 2019), dapat mempengaruhi hasil tangkapan nelayan serta dapat menyebabkan penyakit pada manusia karena adanya hubungan antara manusia dan laut (Fleming et al., 2014).

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. Selain itu, mikroplastik juga dapat dikonsumsi oleh biota laut terkecil (Rachmayanti, 2020) karena mikroplastik memiliki ukuran yang mirip dengan bentos dan plankton, sehingga dapat ditelan oleh biota laut (Peng, 2017). Masuknya mikroplastik ke dalam tubuh biota dapat membahayakan sistem pencernaan, mengurangi laju perkembangan, menghambat produksi enzim, menurunkan kadar hormon steroid, mempengaruhi reproduksi, dan dapat menyebabkan paparan aditif plastik yang lebih toksik (Wright et al., 2013).



Gambar 4 Mikroplastik di ekosistem laut
Sumber : Lin (2016)

Dampak mikroplastik pada biota laut dapat menyebabkan luka dalam atau luar, ulserasi, penyumbatan sistem pencernaan, gangguan kapasitas makan, kekurangan energi, dan sampai menyebabkan kematian (Rahmadhani, 2019). 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). Maka dari itu, diperlukan

suatu upaya untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan mikroplastik (Sutrisnawati, 2018).

Keberadaan mikroplastik dalam tubuh biota telah dikemukakan oleh beberapa peneliti. Esposito et al. (2022) mendeteksi mikroplastik sebanyak 48% pada tubuh ikan. Paler et al. (2021) menemukan mikroplastik dalam usus ikan dengan kelimpahan rata-rata 0,05 item/individu. Boerger et al. (2010) mendeteksi mikroplastik di dalam saluran pencernaan ikan spesies mesopelagik dan epipelagik di laut Pasifik bagian Utara dan ditemukan rata-rata 2,1 partikel dalam tubuh ikan. Rochman et al. (2015) mendeteksi keberadaan mikroplastik pada ikan yang diedarkan di pasar California (USA) dan di Kota Makassar (Indonesia).

Di Indonesia, Rochman et al. (2015) mengidentifikasi mikroplastik pada ikan kembung, ikan layang, ikan herring, ikan jenis *carangidae*, serta ikan baronang. Jumlah mikroplastik terbesar terdapat pada ikan dari famili *carangidae* dengan tipikal jumlah mikroplastik $5,8 \pm 5,1$ partikel per ikan. Mikroplastik yang terdapat pada sistem usus ikan ini memiliki bentuk *fragmen*, *film*, *styrofoam*, dan *monofilament*. Keberadaan mikroplastik pada udang telah dilaporkan oleh Devriese et al. (2015). Sebesar 63% dari udang yang diteliti mengandung mikroplastik yang dipenuhi oleh serat sintetik. Kandungan mikroplastik pada udang yang ditemukan sebesar $1,23 \pm 0,99$ mikroplastik per udang. Penelitian senada juga dilakukan pada kerang yang diambil dari laut Brazil dan menunjukkan adanya mikroplastik dalam kerang (Santana et al., 2016).

Kerang merupakan organisme *filter feeder* (Never, 2015), yaitu mendapatkan makanan dengan menyaring partikel organik dan fitoplankton tersuspensi dalam air. Dengan demikian, kerang mempunyai potensi untuk menyerap berbagai limbah dari air laut dan sedimen berupa mikroplastik sehingga terakumulasi dalam tubuhnya, sehingga aktivitas *filter feeding* yang dimilikinya memberi peluang paparan mikroplastik terdistribusi di laut. Ketika kerang darah mengandung mikroplastik kemudian dikonsumsi oleh manusia, akan terjadi *trophic transfer* yang dapat mengganggu kesehatan tubuh (Li et al., 2015).

Mikroplastik dapat dengan mudah dicerna oleh organisme laut dan terdistribusi melalui sistem rantai makanan (Rochman, 2015). Kondisi ini memungkinkan terjadinya penurunan laju perkembangan dan kemampuan

regenerasi organisme laut. Disamping itu, keberadaan mikroplastik dapat menyumbat bahkan membahayakan saluran pencernaan organisme laut sehingga menyebabkan kematian (*Grace et al., 2017*). Banyak penelitian tentang penemuan mikroplastik pada kerang (*GESAMP, 2015*). Selain itu, mikroplastik dapat menyebabkan dampak kimiawi, fisik, dan biologis pada organisme melalui konsumsi mangsa yang terkontaminasi (*Griet et al., 2015*).

2.7. Kecamatan Galesong Utara

Secara geografis, wilayah Kecamatan Galesong Utara terletak antara $5^{\circ}12'55,19''$ LS - $5^{\circ}18'5,85''$ LS dan $119^{\circ}23'1,77''$ LS - $119^{\circ}22'50,80''$ LS. Kecamatan Galesong Utara terletak di bagian utara Kabupaten Takalar dan berjarak $\pm 15,70$ km dari Kota Makassar dengan luas wilayah sebesar $15,11 \text{ km}^2$ atau sebesar 2,67% dari luas total Kabupaten Takalar. Kecamatan Galesong Utara terdiri dari 10 (sepuluh) desa, yaitu Desa Bontosunggu, Desa Tamasaju, Desa Bontolebang, Desa Tamalate, Desa Aeng Batu-Batu, Desa Bontolanra, Desa Pakkabba, Desa Aeng Towa, Desa Sampulungan, dan Desa Bontokaddopepe. Kecamatan Galesong Utara memiliki batas-batas, yaitu sebelah utara berbatasan dengan Kelurahan Barombong Kecamatan Tamalate Kota Makassar, sebelah selatan dan timur berbatasan dengan laut, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Gowa. Kecamatan Galesong Utara merupakan daerah yang beriklim tropis, dengan curah hujan rata-rata 1.133 mm^3 per tahun.



Gambar 5 Peta administrasi kecamatan Galesong Utara
Sumber : Hasil citra *software GIS 10.8* (2022)

Jumlah penduduk di Kecamatan Galesong Utara sebanyak 41.311 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,50% per tahun. Kecamatan ini sebagian besar merupakan kawasan pesisir yang menerima pencemaran dari aktivitas alam maupun aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah ke laut dari kegiatan domestik, industri, pasar (pelelangan ikan), wisata pantai, dan lain sebagainya. Salah satu limbah yang dibuang ke laut berupa plastik, dimana plastik ini lama kelamaan akan terdegradasi dan terfragmentasi menjadi ukuran yang lebih kecil yang pada akhirnya menyebabkan perubahan kualitas air laut dan dapat memberikan dampak negatif terhadap organisme yang berada di laut.

2.8. Biota Laut

Indonesia sebagai negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang cukup banyak. Pantai sebagai habitat berbagai organisme laut seperti ikan, *crustacea*, *mollusca* dan berbagai jenis organisme serta ekosistem lainnya. Saat ini informasi mengenai berbagai jenis biota dalam suatu perairan laut termasuk daerah pesisir Galesong Utara Kabupaten Takalar masih terbatas sedangkan aktivitas menangkap biota selalu dilakukan sepanjang tahun. Berdasarkan data yang diperoleh dari masyarakat sekitar, jenis biota yang terdapat di perairan pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar yaitu ikan, cumi-cumi, kerang dan kelomang.

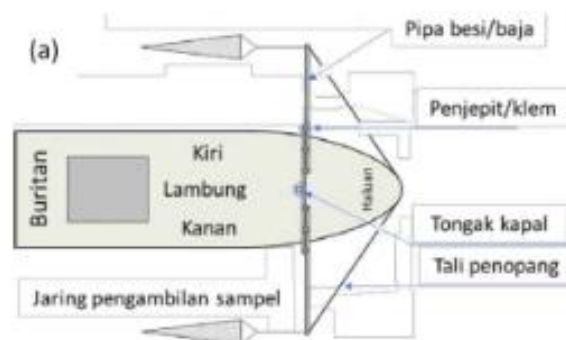
Menurut Ghazali (2020), kurang lebih 247 ekor jenis ikan terdapat di laut, akan tetapi jenis ikan yang dominan tertangkap dengan alat pancing atau jala adalah jenis ikan sariding (*Ambassis dussumieri*) dari family *ambassidae*, ikan julung-julung (*Hyporhamphus quoyi*) dari family *hemiramphidae* dan ikan baronang angin (*Siganus javus*) dan terdapat 25 spesies ikan dari 13 family yang didominasi oleh famili *lutjanidae*. Cumi-cumi merupakan hewan neritik semi pelagis, salah satu jenis filum *mollusca* (hewan bertubuh lunak), kelas *cephalopoda* (memiliki kaki di kepala). Kerang darah (*Anadara granosa* L.) adalah salah satu jenis kerang (*bivalvia*) yang memiliki potensi dan nilai ekonomis yang tinggi untuk dikembangkan sebagai sumber protein dan mineral untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat Indonesia (Bahri et al., 2015). Kelomang atau *hermit crab* (kepiting pertapa) merupakan hewan yang termasuk ke dalam kelas filum

arthropoda sub filum *crustacea* (udang-udangan), dan ordo *decapoda* yang berarti hewan berkaki sepuluh dan termasuk sub ordo *anomura* (Romimohtarto dan Juwana, 2007).

2.9. Metode Sampling Mikroplastik

Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan suatu metode yang mencakup berbagai jenis teknik pengambilan sampel (Taherdoost, 2016). Metode sampling mikroplastik yang paling terkenal di perairan laut adalah dengan menarik jaring/net dengan kapal di perairan tertentu menggunakan durasi penarikan 10-30 menit dengan kecepatan kapal sebesar 1-3 knot (Frias et al.2014). Jenis jaring yang paling banyak digunakan dalam identifikasi mikroplastik yakni *neuston net*.

Nets sampler untuk mikroplastik sebagian besar dipakai menggunakan kapal kecil hingga ukuran kapal besar. Ada dua kemungkinan posisi peletakan dari jaring, di bagian belakang kapal (*buritan/stern*) dan di bagian sisi samping (lambung kanan atau *starboard* maupun lambung kiri atau *port*) dari kapal. Pedoman dari *Ministry of Environment*, Jepang memaparkan bahwa lebih direkomendasikan posisi peletakan jaring di sisi samping kapal dibandingkan di buritan karena dapat menghindari pengaruh turbulensi (Michida et al., 2020).



Gambar 6 Posisi ideal penempatan jaring di kapal
Sumber : Michida et al. (2020)

Sampling biota laut dapat dilakukan dengan beberapa cara, yakni melalui penangkapan langsung di habitatnya dengan menggunakan alat seperti pukat (Rummel et al., 2016), perangkap (Baalkhuyur et al., 2018), *longline* (Anastasopoulou et al., 2013) maupun pancing (Yona et al., 2020). Penggunaan

jenis alat tangkap dan kedalaman pemasangan alat disesuaikan dengan biota yang menjadi tujuan penelitian. Pengambilan sampel secara langsung sangat membantu untuk menjaga kesegaran sampel biota, dan menghindari kerusakan uji mikroplastik pada biota.

2.10. Identifikasi Mikroplastik

Identifikasi mikroplastik dilakukan melalui karakterisasi fisik dan kimiawi. Karakterisasi fisik bertujuan untuk mengetahui morfologi partikel potensial plastik secara visual sebelum penggunaan spektroskopi (Carpenter dan Smith, 1972). Karakterisasi fisik dapat dilakukan melalui metode mata telanjang (*naked eye*) dan mikroskopi. Identifikasi menggunakan mata telanjang dilakukan berdasarkan bentuknya (*fragmen, pellet, fiber/line, film*, dan *foam*), warna dan ukuran spesifik tiap partikel dengan cara mengukur tepi terpanjangnya, baik dimensi mayor dan minor kemudian memperkirakan dimensi ketiga yakni dengan menghitung volume partikel dan massa partikel melalui kerapatan relatif (Simon et al., 2018). Identifikasi secara mikroskopi bertujuan untuk mengetahui jenis mikroplastik yang berukuran ratusan mikron (Shim et al., 2017). Meskipun sebagian besar partikel dengan kisaran ukuran ini dapat dikenali baik, akan tetapi, terkadang sulit mengidentifikasi warna, ukuran dan bentuk mikroplastik tersebut (Song et al., 2015). Sehingga identifikasi mikroplastik menggunakan metode mikroskopi didasarkan pada beberapa kriteria berikut :

- 1) Tidak ada struktur seluler atau organik yang dapat terlihat.
- 2) Fiber harus memiliki ketebalan yang sama di seluruh panjangnya.
- 3) Partikel harus tampak mempunyai pewarnaan homogen yang mengurangi kemungkinan identifikasi positif palsu (Hidalgo-Ruz et al., 2012).

Adapun keuntungan metode mikroskopi dalam mengidentifikasi jenis polimer, yakni sederhana dan biayanya rendah, sedangkan kerugiannya yakni tidak terdapat informasi kimia untuk mengkonfirmasi komposisi dan memungkinkan terjadinya positif palsu yang tinggi.

Karakteristik kimiawi sebagai identifikasi untuk mengkonfirmasi sifat partikel berdasarkan metode mikroskopi. Di samping itu, metode ini memberikan komposisi polimer mikroplastik untuk mengetahui bahan polimernya dan sumber

potensial serta jalur input dan pengelompokan polimer untuk penyelidikan instrumental tambahan dari bahan kimia beracun terkait plastik. Umumnya, metode karakterisasi kimia partikel mikroplastik adalah spektroskopi (misalnya *Fourier Transform Mass Spectroscopy*/FTIR dan Raman) (GESAMP, 2019).

2.11. Parameter Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor penting terkait perubahan lingkungan perairan. Studi terhadap perairan perlu dilakukan untuk dapat memahami sifat-sifat perairan, konsentrasi, dan sejauh mana variabel ini mempengaruhi lingkungan dan biota di dalamnya. Beberapa parameter kualitas air berhubungan terhadap proses degradasi dan fragmentasi mikroplastik pada air laut.

2.11.1. Suhu

Suhu air sangat berpengaruh pada kecepatan reaksi kimia dan tata kehidupan dalam air. Selain itu, kerapatan vegetasi di laut juga mempengaruhi nilai suhu air laut (Marlina et al., 2017).

2.11.2. *Power of hydrogen* (pH) / derajat keasaman

pH merupakan suatu ukuran keasaman dan kadar alkali dari cairan. Nilai pH ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen dalam air, semakin besar konsentrasi ion hidrogen dalam air semakin rendah nilai pH dan perairan semakin bersifat toksik. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH, dan menyukai kondisi pH yang berkisar antara 7,0-8,5. Kondisi pH sangat mempengaruhi dinamika kimiawi unsur/senyawa dan proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan terhambat dengan menurunnya pH perairan, namun logam berat dalam kondisi ionnya dan meningkatkan tingkat toksisitasnya pada pH yang rendah.

2.11.3. *Dissolved oxygen* (DO)

DO merupakan kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk respirasi aerob mikroorganisme. Kadar oksigen yang terlarut di perairan alami bervariasi tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer (Effendi, 2003).

2.11.4. *Total suspended solids (TSS)*

Total Suspended Solids adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $> 1 \mu\text{m}$) yang tertahan di saringan millipore berdiameter $0,45 \mu\text{m}$. TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik yang terdiri dari kikisan tanah dan erosi tanah yang terbawa ke dalam air. 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).

2.11.5. **Kekeruhan**

Kekeruhan merupakan suatu kondisi dimana air mengandung materi tersuspensi yang dapat menghalangi masuknya cahaya, sehingga jarak pandang terganggu (APHA, 1976). Kekeruhan diukur dengan perbandingan antara intensitas cahaya yang dipendarkan oleh air dengan cahaya yang dipendarkan oleh suspensi standar pada konsentrasi yang sama (Eddy, 2008).

2.11.6. **Salinitas**

Pada perairan, salinitas berpengaruh terhadap tingkat kelarutan senyawa tertentu, efektifitas pemakaian bahan tertentu, dan tingkat kesuburan gas sehingga mempengaruhi kesuburan perairan (Perikanan, 2015).

2.12. **Pasang Surut**

Pasang naik dan pasang surut air laut merupakan naik turunnya air laut secara periodik pada waktu 24 jam 50 menit (Pratomo, 2020) yang disebabkan karena gravitasi bulan dan matahari ke bumi. Pasang surut di Indonesia dapat dibagi atas 4 (empat) jenis (Arsyad, 2017), yaitu pasang surut *semi diurnal* atau pasang harian ganda (dua kali pasang dan dua kali surut dalam 24 jam), pasang surut *diurnal* atau pasang harian tunggal (satu kali pasang dan satu kali surut dalam 24 jam), *mixed tide*, *prevailing diurnal* (pasang surut campuran condong harian tunggal), dan *blended tide*, *prevailing semi diurnal* (pasang surut campuran

condong harian ganda). Untuk menentukan tipe pasang surut dapat digunakan persamaan *Formzahl* (Rosida et al., 2020) sebagai berikut :

$$F = \frac{(O1+K1)}{M2+S2} \quad (1)$$

keterangan :

F = Bilangan *Formzahl*

$M2$ = Konstanta yang dipengaruhi posisi bulan

$S2$ = Konstanta yang dipengaruhi posisi matahari

$O1$ = Konstanta yang dipengaruhi deklinasi bulan

$K1$ = Konstanta yang dipengaruhi deklinasi bulan dan matahari

dimana :

$F \leq 0,25$ merupakan tipe semidiurnal

$0,25 < F \leq 1,5$ merupakan tipe campuran, cenderung semi diurnal

$1,50 < F \leq 3,0$ merupakan tipe campuran, cenderung ke diurnal

$F > 3,0$ merupakan tipe diurnal

Metode *least square* (kuadrat terkecil) merupakan metode pengolahan pasang surut yang efektif digunakan untuk analisis pasang surut air laut karena menghasilkan sembilan komponen beserta elevasinya yang berguna untuk mengetahui seberapa besar perbedaan dari nilai komponen dan perbedaan tipe pasang surut dengan persamaan berikut :

$$\eta(t) = S0 + \sum_{i=1}^N A_i \cos(w_i t - P_i) \quad (2)$$

dimana :

$\eta(t)$ = Elevasi pasang surut (fungsi waktu)

$w_i = \frac{2\pi}{T_i}$, T_i merupakan periode komponen

P_i = Fase ke-i

$S0$ = *Mean sea level*

t = Waktu

N = Jumlah komponen

A_i = Amplitude ke-i

2.13. Uji Statistik

Uji statistik bertujuan untuk mengetahui hubungan antar masing-masing variabel dalam sebuah penelitian. Salah satu uji statistik yang digunakan dalam analisis data kuantitatif, yaitu *Software Statistical Package for Social Science* (SPSS) melalui beberapa tahapan pengujian, yaitu:

1. Uji normalitas, untuk mengetahui apakah data berasal dari populasi yang terdistribusi normal (berada dalam sebaran normal) atau tidak. Salah satu uji normalitas yang biasa digunakan untuk menganalisis sampel pada range >50, yaitu uji *Kolmogorov Smirnov*.
2. Uji homogenitas, untuk memperlihatkan bahwa dua atau lebih kelompok data sampel berasal dari populasi yang memiliki varian yang sama. Uji homogenitas untuk menguji varians dari beberapa populasi yaitu uji *Levene*.
3. Uji *two way annova*, untuk mengevaluasi pengaruh dua faktor atau lebih terhadap variabel dependen atau menguji perbedaan rata-rata antara dua atau lebih kelompok.
4. *Spearman correlation*, untuk merupakan uji statistik nonparametrik yang tidak mensyaratkan data harus berdistribusi normal yang sering digunakan untuk melihat tingkat kekuatan hubungan, arah hubungan, serta signifikansi dua variabel.

2.14. *Symbologi Pie Chart*

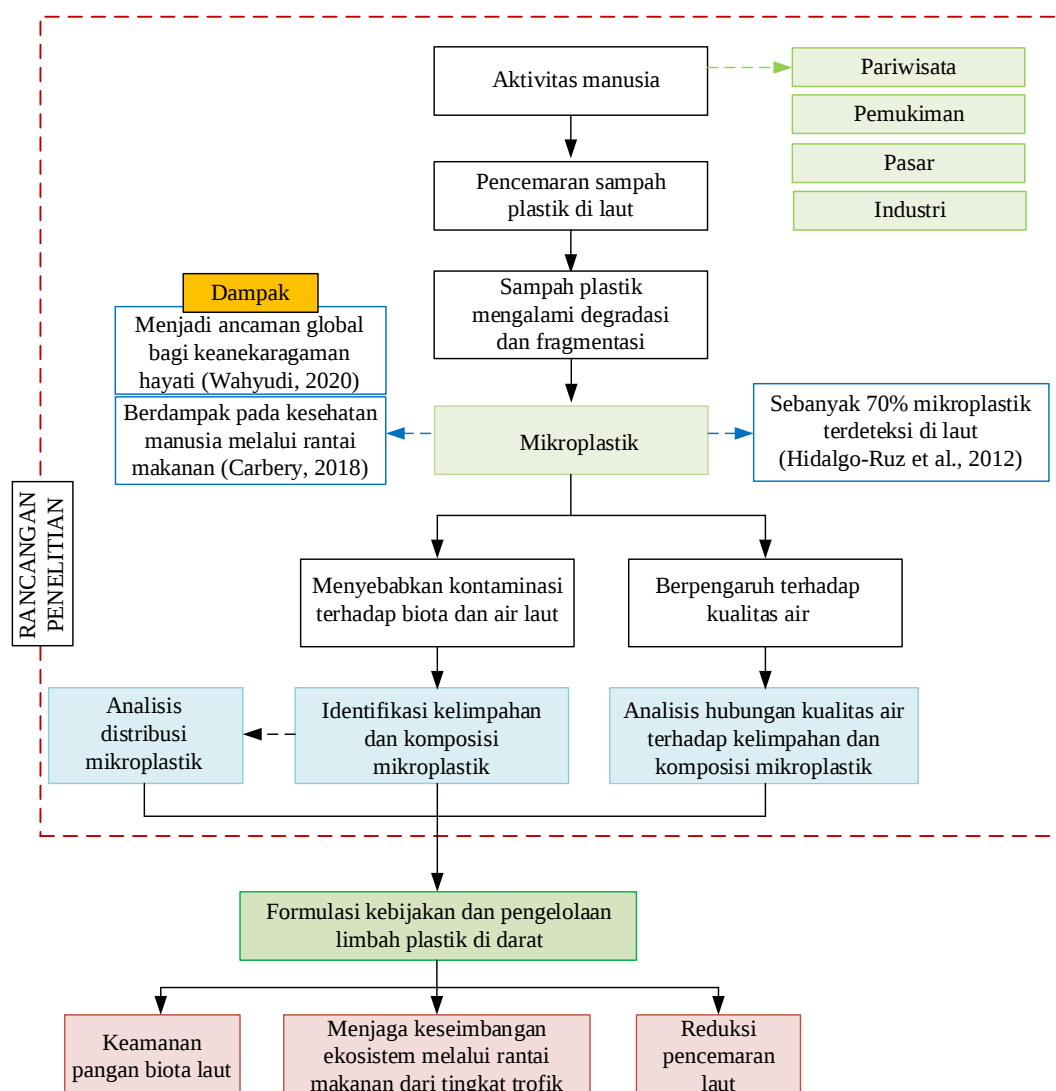
Sistem Informasi Geografis (SIG) menurut Gistut (1994) merupakan sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan dapat mengkoordinasikan penggambaran kawasan dengan kualitas fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut. Pada dasarnya SIG berhubungan dengan data spasial, yaitu data yang memiliki informasi lokasi atau data yang bereferensi geografis yang memiliki tiga karakteristik utama (Faudzan et al., 2015), yaitu:

1. Lokasi adalah suatu objek spasial yang berada pada suatu lokasi yang posisinya diketahui pada sistem koordinat (permukaan bumi).
2. Bentuk adalah suatu objek spasial yang direpresentasikan dalam tipe geometri.
3. Atribut adalah suatu objek spasial dengan karakteristik yang memaparkan objek spasial tersebut.

Metode *symbolologi pie chart* pada *ArcGIS* digunakan untuk mengelompokkan data menjadi irisan untuk memvisualisasikan hubungan bagian keseluruhan. Bagan mewakili total (hitungan atau penjumlahan) dari semua kategori dan setiap potongan adalah proporsi dari satu kategori dibandingkan dengan keseluruhan.

2.15. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian merupakan penjelasan secara garis besar alur dalam penelitian. Adapun kerangka pikir penelitian ini disajikan pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7 Kerangka pikir penelitian

2.16. Penelitian Terdahulu

Untuk mencapai orijinalitas dalam upaya mengisi celah ilmu pengetahuan, diperlukan beberapa *review* penelitian terdahulu yang relevan dengan tema Mikroplastik pada Air Laut dan Biota, yang disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Penelitian terdahulu

NO	ARTIKEL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
1.	<i>Occurrence of Microplastics in the Gastrointestinal Tract of Benthic by Catches from an Eastern Mediterranean Deep-Sea Environment.</i> Esposito et al. (2022) <i>Marine Pollution Bulletin</i> Doi: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113231	Pengukuran partikel mikroplastik di saluran cerna tangkapan sampingan laut, bukti pertama konsumsi mikroplastik pada 8 spesies laut dalam, serta tingkat polusi mikroplastik di biota laut Mediterania timur, dan dalam sistem ngarai bawah laut.	Mikroplastik terdapat pada 16 dari 34 ikan, dimana 1 item mikroplastik ditemukan 48% (33% <i>E.spinax</i> - 75% <i>G. melastomos</i>) sampel dan paling sering adalah <i>polietilen</i> dengan 9 item (filamen, film, fragmen) ditemukan di lima spesies.	Studi ini dapat menambah data baru tentang konsumsi mikroplastik oleh spesies yang menghuni lingkungan laut dalam di Mediterania.	Analisis MP pada biota, serta analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer), dan distribusi MP menggunakan FTIR.	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di laut dalam Mediterania, jumlah ikan sebanyak 34 ekor dari 8 spesies, analisis MP hanya pada biota, tanpa variasi ulangan pada biota, tanpa analisis spasial, analisis statistik dengan SPSS: <i>Chi-Kuadrat Pearson</i> , serta tanpa analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP. 2. Penelitian ini: lokasi penelitian di kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, jumlah biota 15 jenis, analisis MP pada air laut dan biota, variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut, analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk, warna, ukuran, polimer) MP menggunakan ArcGIS 10.8, analisis statistik dengan SPSS 26: <i>Spearman Correlation</i> , serta analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP.
2.	<i>Characterization and Spatial Abundance of Microplastics in the Coastal Regions of Cox's Bazar, Bangladesh: An Integration of Laboratory, and GIS Techniques.</i> Tajwar et al. (2022). <i>Soil and Sediment</i>	Representasi kelimpahan skala besar, karakterisasi cemaran mikroplastik, dan jenis polimernya pada sedimen pantai Cox's Bazar.	Semua sedimen mengandung MP <5 mm, mayoritas berserat <1 mm yang menyumbang >70% dari total MP, yaitu rayon, nilon, PE, PS, PP, PU, alkid, epoksi, dan <i>kopolimer</i> PE + PP, Rayon, nilon, dan PE adalah polimer paling melimpah,	Temuan ini dapat membantu identifikasi sumber potensial mikroplastik yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan lingkungan pesisir dan memberikan petunjuk berharga untuk pengelolaan	lokasi penelitian di pantai, analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer), dan distribusi MP menggunakan FTIR, serta analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk,	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di 20 Stasiun pantau di Pesisir Pantai Cox's Bazar, analisis MP pada sedimen, tanpa variasi ulangan, tanpa analisis statistik, tanpa analisis hubungan kualitas air terhadap MP. 2. Penelitian ini: lokasi penelitian di 5 Stasiun kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, analisis MP pada air laut dan biota, variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut, analisis statistik dengan

Lanjutan Tabel 4 Penelitian terdahulu

NO	ARTIKEL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
	<i>Contamination: An International Journal.</i> Doi: https://doi.org/10.1080/15320383.2021.1910622		sedangkan PP paling sedikit, serta konsentrasi MP tertinggi di Laboni (111) dan Kolatoli (97) di pantai Cox's Bazar, sedangkan Himchori (6) dan Bardeil (5) kelimpahannya terendah.	zona pesisir di wilayah Cox's Bazar.	warna, ukuran, polimer) MP menggunakan ArcGIS.	SPSS 26: <i>Two Way Anova</i> dan <i>Spearman Correlation</i>, serta analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik.
3.	<i>Variation in Polymer Types and Abundance of Microplastics from Two Rivers and Beaches in Adelaide, South Australia.</i> Hayes (2021). <i>Marine Pollution Bulletin.</i> Doi: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112842	Prevalensi polimer mikroplastik di lingkungan perkotaan dan non perkotaan dan menentukan jenis polimer mikroplastik yang paling umum di daerah ini.	Kelimpahan mikroplastik dan berbagai polimer jauh lebih tinggi dalam sedimen Sungai Patawalonga, dibandingkan dengan pantai dan Sungai Port Noarlunga, Australia Selatan, dimana sebagai besar mikroplastik ditemukan berasal dari produk daur ulang polipropilen dan polietilen yang merupakan polimer massal produk sehari-hari.	Studi ini memberikan wawasan bagaimana aliran sungai merupakan hubungan yang besar terhadap akumulasi MP di sedimen sungai dan pantai, sehingga meningkatkan praktik pengelolaan limbah dan menerapkan strategi daur ulang yang lebih baik sehingga masalah dapat dicegah.	Lokasi penelitian di pantai, pemisahan densitas dengan NaCl, analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer) MP menggunakan FTIR, serta analisis statistik.	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di 4 Stasiun pantai: (1) Sungai Patawalonga, Glenelg, (2) Sungai Onkaparinga, Pelabuhan Noarlunga Australia Selatan, (3) Pantai Glenelg, Glenelg, dan (4) Pantai Pelabuhan Selatan, Pelabuhan Noarlunga, Australia Selatan, analisis MP pada air permukaan (sungai) dan sedimen, variasi ulangan <i>duplo</i>, tanpa analisis spasial, analisis statistik dengan <i>Primer v7.0 + Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA)</i>, <i>Pearson Product Moment Correlation</i>, <i>Post Hoc Fisher LSD</i>, <i>Dunn's Test (Benferoni t)</i>, dan <i>Tukey HSD</i>, serta tanpa analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP. 2. Penelitian ini: lokasi penelitian di 5 Stasiun kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, analisis MP pada air laut dan biota, variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut, analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk, warna, ukuran, polimer) MP menggunakan <i>ArcGIS 10.8</i>, analisis statistik dengan <i>SPSS 26</i>:

Lanjutan Tabel 4 Penelitian terdahulu

NO	ARTIKEL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
						Two Way Anova dan Spearman Correlation, serta analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP.
4.	<i>Microplastics in Different Tissues of a Pelagic Squid (Dosidicus gigas) in the Northern Humboldt Current Ecosystem.</i> Gong et al. (2021). <i>Marine Pollution Bulletin.</i> Doi: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112509	Evaluasi kelimpahan dan karakteristik mikroplastik di insang, usus, dan perut cumi-cumi jumbo <i>Dosidicus gigas</i> yang dikumpulkan dari Humdoldt Current Utara.	Kelimpahan mikroplastik rata-rata berkisar 4,0-7,4 item/individu dan 0,2-0,7 item/g berat basah untuk tiga jaringan, ukuran 80,75 hingga 4632,27 µm, dengan ukuran terbesar ditemukan di perut yang berbentuk berserat, berwarna biru atau hitam-abu-abu, dan komposisi plastik.	Penelitian ini diperlukan untuk menyelesaikan dan mengadopsi metode standar yang dapat digunakan untuk mengukur kontaminasi mikroplastik pada organisme laut yang berbeda.	Analisis MP pada biota, degradasi alkalin dengan larutan KOH, analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer), dan distribusi MP menggunakan FTIR.	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di Humdoldt Current Utara, Peru, jumlah cumi-cumi 24 individu (10 betina dan 14 jantan), analisis MP hanya pada biota, tanpa variasi ulangan, tanpa analisis spasial, tanpa analisis statistik, serta tanpa analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP. 2. Penelitian ini: lokasi penelitian di kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, jumlah biota 15 jenis, analisis MP pada air laut dan biota, variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut, analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk, warna, ukuran, polimer) MP menggunakan ArcGIS 10.8, serta analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP.
5.	<i>Microplastic Pollution of Patos Lagoon, south of Brazil.</i> e Silva & de Sousa (2021). <i>Environmental Challenges.</i> Doi: https://doi.org/10.1016/j.ency.2021.100076	Verifikasi keberadaan mikroplastik di Laguna Patos (Pantai Laranjal) di Brazil Selatan melalui prosedur berbiaya rendah untuk menyaring air dari tempat untuk menahan partikel dan mengetahui komposisi beberapa partikel dengan ATR-FTIR.	Dalam 400 L air yang disaring ditemukan sekitar 0,0846 g mikroplastik yang menunjukkan pencemaran tempat tersebut oleh mikropartikel LDPE, HDPE yang menyerupai sebagian besar PFTE.	Pantai Laranjal merupakan tempat wisata, sehingga penting bagi seluruh penduduk untuk terlibat dalam konservasi perairan, berkontribusi pada pengumpulan selektif dan tidak membuang residu melalui program pendidikan, dengan komitmen	Lokasi penelitian di pantai, analisis MP pada air laut, degradasi oksidatif (larutan Fenton) dan pemisahan densitas (NaCl), serta analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer) MP menggunakan FTIR.	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di 2 Stasiun pantau pada Laguna Patos (Pantai Laranjal) Brazil, tanpa variasi ulangan, tanpa analisis spasial, tanpa analisis statistik, serta tanpa analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP. 2. Penelitian ini: lokasi penelitian di 5 Stasiun kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut, analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk, warna, ukuran, polimer) MP menggunakan

Lanjutan Tabel 4 Penelitian terdahulu

NO	ARTIKEL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
				yang jelas dari produsen plastik dan transformer.		<i>ArcGIS 10.8</i> , analisis statistik dengan <i>SPSS 26: Two Way Anova</i> dan <i>Spearman Correlation</i> , serta analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP.
6.	<i>Occurrence of Microplastics and Trace Metals in Fish and Shrimp from Songkhla Lake, Thailand During the COVID-19 Pandemic.</i> Pradit et al. (2021). <i>Applied Ecology and Environmental Research.</i> Doi: https://dx.doi.org/10.15666/aeer/1902_10851106	Mikroplastik pada perut ikan (<i>Arius maculatus</i>) dan udang (<i>Parapenaeopsis harwickii</i> dan <i>Metapenaeus brevicornis</i>) dari Danau Songkhla.	MP per lambung pada ikan dan udang adalah $2,73 \pm 0,15$, $4,11 \pm 1,12$ dan $3,78 \pm 1,12$ berbentuk serat berwarna hitam diikuti biru, putih, dan merah, ukuran MP berkisar $150 \mu\text{m}$ - 5 mm dan 70% ukuran MP <1 mm, serta lima jenis polimer ditemukan termasuk PES, rayon, polivinil, alcohol, PE dan cat, serta serat tekstil pada perut ikan dan udang.	Studi ini dapat memberikan pengetahuan tentang mikroplastik pada hewan air, karena dapat menimbulkan efek berbahaya potensial pada kesehatan organisme air, ekosistem dan manusia.	Analisis MP pada biota, degradasi alkalin dengan larutan KOH, analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer), dan distribusi MP menggunakan FTIR.	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di Danau Songkhla, Thailand, jumlah sampel ikan dan udang 47 sampel dari 3 spesies, analisis MP hanya pada biota, tanpa variasi ulangan pada biota, tanpa analisis spasial, analisis statistik dengan <i>SPSS: Korelasi Pearson</i> , serta tanpa analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP. 2. Penelitian ini: lokasi penelitian di kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, jumlah biota 15 jenis, analisis MP pada air laut dan biota, variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut, analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk, warna, ukuran, polimer) MP menggunakan <i>ArcGIS 10.8</i> , analisis statistik dengan <i>SPSS 26: Two Way Anova</i> dan <i>Spearman Correlation</i> , serta analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik.
7.	<i>Micro-Plastic Pollution along the Bay of Bengal Coastal Stretch of Tamil Nadu, South India.</i> Sunitha et al. (2021). <i>Science of the Total Environment.</i> Doi: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.	Polusi mikroplastik di sepanjang pantai berpasir perkotaan Marina, India.	MP berbentuk fragmen granular, filamen, film dan tubular dalam total 72 sampel laut, partikel MP berkisar 60-829 item per m^3 , 60-1620 item per kg, dan 20-1540 item per kg, serta standar deviasi 193,4, 396,6 dan 356 untuk	Studi ini dapat memberikan gambaran fotografi alam dan distribusi spasial mikroplastik di sepanjang pantai India.	Lokasi penelitian di pantai, degradasi oksidatif dengan larutan Fenton, serta analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer) MP menggunakan FTIR.	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di 72 Stasiun pantau pada Pantai Marina, India, analisis MP pada masing-masing 24 sampel air laut, sedimen basah, dan pasir kering, tanpa variasi ulangan, tanpa analisis spasial, tanpa analisis statistik, serta tanpa analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP. 2. Penelitian ini: lokasi penelitian di 5 Stasiun pantau pada kawasan

Lanjutan Tabel 4 Penelitian terdahulu

NO	ARTIKEL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
	<u>2020.144073</u>		masing-masing air laut, sedimen basah, dan pasir kering, serta mikrofilamen PP 88% dan PE 93% dari persentase atom karbon.			wisata pesisir pantai Kabupaten Takalar, analisis MP pada 30 sampel air laut dan 15 biota, variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut, analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk, warna, ukuran, polimer) MP menggunakan <i>ArcGIS 10.8</i> , analisis statistik dengan <i>SPSS 26: Two Way Anova</i> dan <i>Spearman Correlation</i> , serta analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik.
8.	<i>Distribution of Microplastic in Relation to Water Quality Parameters in the Brantas River, East Java, Indonesia.</i> Buwono et al. (2021). <i>Environmental Technology & Innovation.</i> Doi: https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101915 .	Kelimpahan dan jenis partikel, serta hubungan sifat fisikokimia air dan keberadaan mikroplastik di Sungai Brantas.	Kelimpahan mikroplastik berkisar 133-5467 partikel/m ³ , dibagian hilir lebih banyak fragmen 68-78%, sedangkan hulu lebih banyak serat (39-47%), serta suhu, kekeruhan TSS, dan BOD merupakan parameter fisikokimia yang berhubungan langsung dengan kelimpahan MP di Sungai Brantas.	Studi ini digunakan untuk menangani mikroplastik untuk memastikan kualitas lingkungan jangka panjang yang lebih baik.	Analisis hubungan kualitas air (suhu, kekeruhan, dan TSS) terhadap kelimpahan MP, degradasi oksidatif dengan larutan Fenton, analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer) MP menggunakan FTIR.	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di Sungai Brantas, Jawa Timur, Indonesia, analisis MP hanya pada sampel air sungai, tanpa variasi ulangan, tanpa analisis spasial, serta analisis statistik dengan <i>SPSS: Tukey</i> . 2. Penelitian ini: lokasi penelitian di kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, analisis MP pada air laut dan biota, variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut, analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk, warna, ukuran, polimer) MP menggunakan <i>ArcGIS 10.8</i> , serta analisis statistik dengan <i>SPSS 26: Two Way Anova</i> dan <i>Spearman Correlation</i> .
9.	<i>Microplastics in Different Tissues of Wild Crabs at Three Important Fishing Grounds in China.</i> Zhang et al. (2021). <i>Chemosphere.</i> Doi:	Kelimpahan dan karakteristik mikroplastik dalam jaringan yang berbeda dari empat spesies kepiting liar di tiga daerah penangkapan ikan.	Kepiting dari semua lokasi mengandung MP sebesar 89,34%, MP pada kepiting berkisar $2,00 \pm 2,00$ - $9,81 \pm 8,08$ item/ekor dan $0,80 \pm 1,09$ - $22,71 \pm 24,56$ item/gr, MP berbentuk serat,	Studi ini memberikan perhatian kontaminasi mikroplastik pada kepiting di masa depan.	Lokasi penelitian di pantai, analisis MP pada kepiting, degradasi alkalin dengan larutan KOH, analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna,	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di 9 stasiun di Laut Kuning dan Laut Cina Timur, analisis MP hanya pada kepiting, tanpa variasi ulangan pada biota, tanpa analisis spasial, analisis statistik dengan <i>SPSS: Saphiro Wilk</i> , serta tanpa analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP.

Lanjutan Tabel 4 Penelitian terdahulu

NO	ARTIKEL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
	https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129479		berwarna hitam-abu-abu dan biru-hijau, dan komposisi plastik, serta kelimpahan dan ukuran MP di usus lebih tinggi daripada di insang, tetapi tidak ada perbedaan signifikan dalam warna atau bentuk.		dan jenis polimer), dan distribusi MP menggunakan FTIR.	2. Penelitian ini: lokasi penelitian di 5 stasiun kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, analisis MP pada air laut dan biota, variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut, analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk, warna, ukuran, polimer) MP menggunakan <i>ArcGIS 10.8</i> , analisis hubungan kualitas air terhadap kelimpahan MP, serta analisis statistik dengan <i>SPSS 26: Two Way Anova</i> dan <i>Spearman Correlation</i> .
10.	<i>Assessment of the Sources and Inflow Processes of Microplastics in the River Environments of Japan.</i> Kataoka et al. (2019). <i>Environmental Pollution.</i> Doi: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.111	Mikroplastik yang dipetakan dan dibandingkan dengan 4 karakteristik cekungan dan 6 parameter kualitas air.	Mikroplastik ditemukan di 31 dari 36 lokasi yang terfragmentasi sebelum mencapai lautan yang berkorelasi dengan urbanisasi, kepadatan penduduk, dan parameter kualitas air (BOD dan DO).	Studi ini dapat mengidentifikasi sumber potensial MP terfragmentasi untuk meningkatkan pengelolaan limbah dan memodelkan aliran transportasi MP menggunakan parameter kualitas air dan karakteristik cekungan.	Analisis hubungan kualitas air (DO dan TSS) terhadap kelimpahan MP, pemisahan densitas dengan NaCl, serta analisis kelimpahan dan komposisi (bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer) MP menggunakan FTIR.	1. Artikel Jurnal: lokasi penelitian di Sungai Jepang, analisis MP hanya pada sampel air sungai, analisis data karakteristik cekungan, analisis statistik dengan <i>SPSS: Kruskal-Wallis</i> , data karakteristik cekungan menggunakan <i>ArcGIS 10.8</i> , serta tanpa variasi ulangan. 2. Penelitian ini: lokasi penelitian di kawasan pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar, analisis MP pada air laut dan biota, tanpa analisis data karakteristik cekungan, analisis distribusi spasial kelimpahan dan komposisi (bentuk, warna, ukuran, polimer) MP menggunakan <i>ArcGIS 10.8</i> , analisis statistik dengan <i>SPSS 26: Two Way Anova</i> dan <i>Spearman Correlation</i> , serta variasi ulangan <i>triplo</i> pada air laut.