

**STUDI PENCEMARAN MIKROPLASTIK PADA IKAN, AIR  
DAN SEDIMEN DI KEPULAUAN BALA-BALAKANG,  
KABUPATEN MAMUJU, SULAWESI BARAT**

*MICROPLASTIC POLLUTION STUDIES ON FISH, WATER AND  
SEDIMENT IN THE BALA-BALAKANG ARCHIPELAGO,  
MAMUJU DISTRICT, WEST SULAWESI*

**TIAS PRADITYA PUTRA**

**P0302216011**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2019**



**TESIS****STUDI PENCEMARAN MIKROPLASTIK PADA IKAN, AIR DAN SEDIMEN  
DI KEPULAUAN BALA-BALAKANG, KABUPATEN MAMUJU,  
SULAWESI BARAT**

Disusun dan diajukan oleh

**TIAS PRADITYA PUTRA**  
Nomor Pokok P0302216011

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis  
pada tanggal 25 Januari 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Menyetujui**

**Komisi Penasehat,**



Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc  
Ketua



Dr. Ir. Amir Hamzah Muhiddin, M.Si  
Anggota

Ketua Program Studi  
Pengelolaan Lingkungan Hidup,

Dekan Sekolah Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin,



Prof. Dr. Ir. Bahsar Demmallino, M.Si

Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc



## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tias Praditya Putra

Nomor mahasiswa : P0302216011

Program studi : Pengelolaan Lingkungan Hidup

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Januari 2019

Yang menyatakan,



Tias Praditya Putra



## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “Studi Pencemaran Mikroplastik pada Ikan, Air dan Sedimen di Kepulauan Bala-balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat” ini dapat terselesaikan sebagai syarat memperoleh gelar magister di Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

Pada penyusunan kali ini, penulis menyajikan beberapa hal yang berkaitan dengan judul yang telah disusun dan telah melalui proses pencarian dari berbagai sumber, baik jurnal penelitian; buku maupun dari situs-situs di internet. Untuk itu, melalui kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan ini.

Pertama-tama penulis berterima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc dan Dr. Ir. Amir Hamzah Muhiddin, M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan masukan, motivasi dan pengarahan sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan. Semoga Allah senantiasa memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada beliau.

Terima kasih kepada Ibu Dr. Sri Suryani, DEA; Bapak Dr. Maming, M.Si dan Bapak Prof. Dr. Dadang Ahmad Suriamiharja, M.Eng selaku yang telah meluangkan waktu serta memberikan saran dan bimbingan kepada penulis dalam perbaikan penulisan tesis.



Rasa terima kasih dengan setulus hati penulis hanturkan kepada seluruh keluarga terutama kepada orang tua (Drs. Aslang dan Dra. Nurhayati) dan seluruh saudara (Dwi Yayang Andika Putra, Tri Angga Bayu Putra, Dian Ayu Resky Catur Putri, Nabilah Ariestiyanti Putri, Alfin Ferdiansyah Leo Putra dan Zahrah Dalilah Putri) yang telah banyak mendukung, memberikan kasih sayang, dan doa-doa yang tiada hentinya terucap sebagai semangat penulis untuk tetap bertahan dalam menjalani hidup dan berjuang menyelesaikan studi S2 di Universitas Hasanuddin.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Sukanto Tanoto dan Ibu Tinah Bingei Tanoto yang telah menyalurkan bantuan dana pendidikan melalui Tanoto Fondation kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.

Terima kasih penulis haturkan yang sebesar-besarnya kepada seluruh orang-orang terdekat penulis terutama kepada saudari (Nurmadinah, S.Si) dan teman-teman seperjuangan di Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, Komunitas One Frekuensi serta teman-teman dari Tanoto Scholars Association UNHAS yang telah banyak memberikan dukungan dan doa kepada penulis.



Sebagai manusia biasa, penulis sepenuhnya menyadari segala keterbatasan dan kekurangan dalam proses penyelesaian tesis ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan pada penyusunan tesis ini. Akhir kata saya selaku penulis mengucapkan terima kasih.

Makassar, Januari 2019

Penulis



## ABSTRAK

**TIAS PRADITYA PUTRA** Studi Pencemaran Mikroplastik pada Ikan, Air dan Sedimen di Kepulauan Bala-balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat (dibimbing oleh Akbar Tahir dan Amir Hamzah Muhiddin)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah dan kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen serta untuk menganalisis jenis polimer mikroplastik yang diperoleh.

Pengambilan sampel dilakukan pada tiga pulau di Kepulauan Bala-balakang yaitu Pulau Samataha, Pulau Salissingan dan Pulau Sabakattang. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin sedangkan uji FT-IR dilakukan di Laboratorium Terpadu Departemen Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.

Hasil penelitian menunjukkan data kelimpahan MPs rata-rata pada ikan yaitu 2,47 MPs/individu. Jumlah mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan yakni sebanyak 74 dimana 70% ikan mengandung MPs. Pada ikan terdapat 148 partikel MPs dengan rata-rata kelimpahan 1,03 partikel/liter air laut yang diperoleh. Pada sampel sedimen ditemukan 596 partikel MPs dengan kelimpahan rata-rata berjumlah 110,37 MPs/Kg sampel sedimen. Pada sampel ikan ditemukan adanya bahan pencemar MPs berbentuk fragmen dan fiber dengan warna biru, hitam, merah, transparan, kuning, jingga dan hijau. Pada sampel air ditemukan bahan pencemar MPs berbentuk fiber dan fragmen dengan warna biru, kuning, merah, hijau, jingga dan transparan. Pada sampel sedimen ditemukan bahan pencemar MPs berbentuk fiber, fragmen dan film dengan warna biru tua, biru muda, hijau, hijau muda, merah, merah muda, hitam, abu-abu, kuning, ungu, pigmentasi, transparan, coklat, jingga, putih dan kuning kecoklatan. Hasil penelitian dengan menggunakan analisis FT-IR menunjukkan spektrum yang memiliki tingkat kemiripan yang tinggi dengan polimer *polyethylene*, *polypropylene*, *polystyrene* dan *polyvinyl alcohol*.

Kata kunci : mikroplastik, ikan, FT-IR, Kepulauan Bala-balakang.



## ABSTRACT

**TIAS PRADITYA PUTRA.** *The Study of Microplastic Pollution on Fish, Water and Sediment in Bala-balakang Archipelago, Mamuju District, West Sulawesi Province* (supervised by **Akbar Tahir dan Amir Hamzah Muhiddin**)

This study aims to (1) analyze the amount and abundance of microplastics found in fish, water and sediment; and (2) analyze the characteristics of microplastics obtained.

The samples were collected from three islands in Bala-balakang Archipelago: i.e. the islands of Samataha, Salissingan and Sabakattang. The laboratory examination was conducted in the Laboratory of Ecotoxicology Faculty of Marine Sciences and Fisheries, while the FT-IR analyzes was conducted in the Integrated Laboratory of Chemistry Department of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University.

The study results indicated that the mean it MPs abundance in fish was 2.47 MPs/individual. The total of microplastic particles found in fish samples was 74, with 70% of the fish containing MPs. In water there were 148 particles of MPs with the mean abundance of 1.03 particles/liter of sea water. Meanwhile, in sediment samples, 596 particles of MPs were found with the mean abundance of 110.37 MPs/kg of sediment samples. The fish samples showed microplastic contamination in the forms of fragments and fibers with colors it blue, black, red, transparent, yellow, orange and green. The water sample showed the microplastic contamination in the form of fibers and fragments with colors it blue, yellow, red, green, orange and transparent; while the sediment samples showed the forms of fibers, fragments and films with colors it blue, light blue, green, light green, red, pink, black, gray, yellow, violet, pigmentation, transparent, brown, orange, white and yellow brownish. The results of the study using FT-IR analysis showed a spectrum which had a high degree of similarity with polyvinyl alcohol, polyethylene, polystyrene and polypropylene polymers.

Key word: Microplastic, fish, FT-IR, Bala-balakang Island



## DAFTAR ISI

	halaman
SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN TESIS .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	5
D. Kegunaan Penelitian .....	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
BAB II .....	7
DAFTAR PUSTAKA .....	7
Daftar Istilah .....	7



1. Sampah plastik .....	9
2. Jenis-jenis sampah plastik .....	13
B. Mikroplastik .....	16
1. Karakteristik mikroplastik.....	17
2. Jenis mikroplastik.....	18
3. Proses pencemaran mikroplastik di laut .....	19
4. Sumber pencemaran mikroplastik .....	22
C. Arus Laut Selat Makassar Melewati Kepulauan Bala-balakang .....	23
D. Mikroplastik Pada Sedimen dan Air Laut.....	24
E. Mikroplastik Teringesti oleh Ikan .....	25
F. Keamanan Pangan Ikan yang Tercemar Mikroplastik.....	27
G. Ikan Demersal.....	28
H. Identifikasi Mikroplastik .....	29
I. Kerangka Konseptual .....	30
BAB III .....	33
METODE PENELITIAN.....	33
A. Rancangan Penelitian .....	33
B. Lokasi dan Waktu.....	33
C. Populasi dan Teknik Sampel .....	34
D. Alat dan Bahan.....	35
1. Alat.....	35
2. Bahan .....	35
3. Metode Kerja.....	36



1. Analisis parameter lingkungan .....	36
2. Pengambilan sampel.....	36
3. Analisis Laboratorium.....	37
4. Analisis polimer menggunakan Spektroskopi FTIR .....	40
F. Diagram Alir Penelitian .....	41
BAB IV.....	41
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	42
A. Hasil Pengamatan .....	42
1. Identifikasi Jenis Ikan .....	42
2. Proporsi Ikan yang Tercemar MP (Mikroplastik) .....	42
3. Data Kontaminasi Bahan Pencemar MP ( <i>Mikroplastik</i> ) pada Ikan, Air dan Sedimen.....	44
4. Data Jenis MP ( <i>Mikroplastik</i> ) Berdasarkan Tipe yang Ditemukan pada Ikan, Air dan Sedimen .....	44
5. Jumlah MP ( <i>Mikroplastik</i> ) yang Ditemukan Berdasarkan Warna pada Ikan, Air dan Sedimen.....	46
6. Data Ukuran Bahan Pencemar MP ( <i>Mikroplastik</i> ) pada Ikan, Air dan Sedimen .....	48
7. Hasil Pengamatan Mikroskop Sampel.....	49
8. Hasil Uji FTIR.....	50
B. Pembahasan.....	52
Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	52



2. Bahan Pencemar MP (Mikroplastik) pada Ikan, Sedimen, dan Air .....	54
3. Hubungan Arus dengan Kelimpahan MP .....	63
BAB V .....	65
KESIMPULAN DAN SARAN .....	65
A. Kesimpulan .....	65
B. Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	67
LAMPIRAN .....	72



**DAFTAR TABEL**

<b>nomor</b>		<b>halaman</b>
1.	Jenis dan simbol sampah plastik ( <i>Thermoplastik</i> ) .....	15
2.	Data sampel ikan yang diperoleh beserta nama latinnya .....	42
3.	Data Kontaminasi Bahan Pencemar MPs pada Ikan, Air dan Sedimen .....	44
4.	Data Ukuran Bahan Pencemar MPs pada Ikan, Air dan Sedimen .....	48



## DAFTAR GAMBAR

<b>nomor</b>		<b>halaman</b>
1.	Plastik dihasilkan & di olah kembali pada MSW (Municipal Solid Waste) sejak tahun 1960 di Amerika Serikat.....	12
2.	Rincian total produksi dan pengolahan MSW di Amerika Serikat .....	12
3.	Presentase jenis sampah plastik yang dapat di daur ulang sesuai kegunaanya .....	14
4.	Skema pola lintas indonesia.....	23
5.	Kerangka Konseptual Penelitian.....	32
6.	Peta Lokasi Penelitian.....	34
7.	Data jumlah ikan yang mengandung MPs dan yang tidak mengandung MPs pada masing-masing spesies ikan yang diperoleh.....	43
8.	Data proporsi ikan yang mengandung MPs dan tidak mengandung MPs pada keseluruhan sampel ikan.....	43
9.	Data persentase MPs berdasarkan tipe pada sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang .....	45
10.	Data persentase MPs berdasarkan tipe pada sampel air yang diambil di Kepulauan Bala-balakang .....	45
11.	Data jumlah MPs berdasarkan tipe pada sampel sedimen yang diambil di Kepulauan Bala-balakang .....	46
12.	Data jumlah MPs berdasarkan warna pada sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang .....	47
13.	Data jumlah MPs berdasarkan warna pada sampel air yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang .....	47
	Data jumlah MPs berdasarkan warna pada sampel sedimen yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang.....	48



15. Hasil pengamatan MP pada sampel ikan dibawah mikroskop .....	49
16. Hasil pengamatan MP pada sampel air dibawah mikroskop .....	49
17. Hasil pengamatan MP pada sampel sedimen dibawah mikroskop .....	50
18. Hasil analisis FT-IR sampel Ikan .....	51
19. Hasil analisis FT-IR sampel Air.....	51
20. Hasil analisis FT-IR sampel Sedimen.....	52



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>nomor</b>	<b>halaman</b>
1. Data berat dan panjang sampel ikan yang diperoleh .....	73
2. Gambar sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala- balakang .....	74
3. Data Indikasi MPs pada Ikan, air dan sedimen .....	77
4. Data Analisis Deskriptif pada sampel Ikan, Air dan Sedimen.....	86
5. Hasil FT-IR mikroplastik pada sampel ikan, air dan sedimen.....	87
6. Spektrum Polimer Plastik yang telah diketahui .....	96
7. Dokumentasi .....	104



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Sampah merupakan konsekuensi dari semua aktivitas yang dilakukan oleh manusia yang merupakan masalah klasik yang terjadi di negara-negara maju dan berkembang (Yogiesti, 2010). Sampah adalah sisa aktivitas manusia maupun hewan yang berbentuk zat padat dan dibuang karena sudah tidak bernilai bagi pemiliknya, sampah sendiri memiliki banyak jenis yaitu sampah organik dan anorganik (Pitoyo, 2010).

Sampah organik adalah limbah yang berasal dari sisa makhluk hidup manusia, hewan, tumbuhan yang mengalami pembusukan atau pelapukan (Wahyono, 2001). Sampah anorganik adalah sampah yang berasal dari sisa manusia yang sulit untuk diurai oleh bakteri secara alami sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama bahkan bertahun-tahun untuk dapat diuraikan salah satunya plastik (Taufiq & Fajar, 2015).

Semakin meningkatnya jumlah penduduk di suatu wilayah bahkan negara, tingkat aktivitas, pola kehidupan dan tingkat kemajuan ekonomi sosial menyebabkan konsumsi masyarakat terhadap barang dan jasa semakin meningkat. Akibatnya, akan memunculkan sampah yang lebih

pula (Riswan, 2011).

di Indonesia, kebutuhan plastik terus meningkat hingga mengalami rata-rata 200 ton/tahun. Tahun 2002, tercatat 1,9 juta ton, di



tahun 2003 naik menjadi 2,1 juta ton, selanjutnya tahun 2004 naik lagi menjadi 2,3 juta ton per tahun. Di tahun 2010, 2,4 juta ton, dan pada tahun 2011, sudah meningkat menjadi 2,6 juta ton. Akibat dari peningkatan penggunaan plastik ini adalah bertambah pula sampah plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari (Iswandi dkk, 2017).

Semakin banyak penumpukan sampah plastik yang ditemukan di perairan akan menyebabkan kerusakan pada lingkungan sekitar perairan dan laut, sampah plastik yang tidak terpungut akan terkena paparan sinar matahari serta paparan udara semakin lama akan terurai hingga menjadi partikel-partikel kecil yang disebut mikroplastik (Hastuti dkk, 2014). Sumber mikroplastik terdapat dua yaitu *Primary MicroPlastics* merupakan plastik yang diproduksi secara mikroskopis yang terlepas ke lingkungan dalam bentuk kecil partikulat baik sengaja maupun tidak disengaja, mikroplastik yang digunakan dalam produk seperti agen penggosok peralatan mandi dan kosmetik serta *Secondary Microplastics* yang merupakan mikroplastik yang berasal dari degradasi plastik dengan ukuran lebih besar menjadi fragmen plastik yang lebih kecil. Hal ini terjadi

fotodegradasi dan proses pelapukan limbah plastik (Boucher & 2017).



Faktor arus sistem laut dunia memperparah tingkat pencemaran mikroplastik di Selat Makassar. Terdapat 3 pintu masuk utama massa air Pasifik ke Perairan Indonesia. Yang pertama dan yang paling dominan adalah selat Makassar. Massa air yang berasal dari Pasifik utara memasuki laut Sulawesi lewat sebelah selatan Mindanao, untuk kemudian masuk ke jantung Perairan Indonesia lewat Selat Makassar. Rute ini dinamakan oleh para ahli dengan sebutan rute barat (*western route*) (Hasanuddin, 1998).

Mikroplastik telah ditemukan di hampir setiap habitat laut di seluruh dunia, dan kepadatan plastik bersama dengan arus laut tampaknya memiliki dampak yang signifikan terhadap distribusi mikroplastik (Lusher, 2015). Kepulauan Bala-balakang merupakan kepulauan yang terletak di Selat Makassar yang menjadi pintu masuk utama massa air dari pasifik sehingga diduga menjadi tempat akumulasi mikroplastik baik pada sedimen, air laut maupun biota yang ada di kepulauan tersebut.

Mikroplastik dapat mengendap di dasar perairan dikarenakan massa jenis yang agak tinggi dan pengaruh dorongan gelombang sedangkan mikroplastik yang massa jenisnya rendah tetap mengapung di permukaan air. Mikroplastik yang berada dalam lingkungan perairan dapat berpindah dari air dan sedimen ke dalam tubuh biota melalui sistem pencernaan.

Studi lapangan kelautan mengkonfirmasi kehadiran kontaminan mikroplastik yang diserap dari lingkungan, dan bukti laboratorium



menunjukkan bahwa kontaminan mikroplastik dapat teringesti oleh ikan laut. Ikan yang menelan mikroplastik dapat mengalami luka internal atau, luka ulserasi, penyumbatan saluran pencernaan, gangguan kapasitas makan, kelaparan, kekurangan tenaga dan kematian (Victoria, 2017). Ikan merupakan sumber pangan hewani yang sudah tidak asing lagi di masyarakat. Ikan merupakan bahan pangan sumber protein hewani yang relatif murah dibandingkan dengan sumber protein hewani lainnya. Luas distribusi dan akumulasi mikroplastik menimbulkan kekhawatiran mengenai interaksi dan potensi efek dari mikroplastik pada ikan, khususnya di Kepulauan Bala-balakang. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi pencemaran mikroplastik pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana status mikroplastik di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat?
2. Bagaimana jumlah dan karakteristik mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat?



### C. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis jumlah dan kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat.
2. Untuk menganalisis jenis polimer mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat.

### D. Kegunaan Penelitian

1. Kegunaan teoritis penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan wawasan dalam memahami mikroplastik dan dampaknya pada lingkungan perairan.
2. Kegunaan praktis penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumbangan pemikiran dalam menangani masalah mikroplastik serta dapat menjadi tambahan informasi bagi masyarakat tentang bahaya mikroplastik sebagai akibat membuang sampah plastik di sembarang tempat dan acuan dalam penelitian selanjutnya dalam menangani mikroplastik.



## E. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian yaitu identifikasi mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. Penelitian ini menggunakan sampel ikan, air dan sedimen pada 3 pulau di Kepulauan Bala-balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat yang disesuaikan dengan kondisi lapangan. Untuk sampel ikan, analisis kandungan mikroplastik dilakukan pada saluran pencernaan 5 spesies berbeda dan 5 kali ulangan. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan corer pada 6 titik di sekitar pulau pada 3 pulau. Sampel air diambil dengan melakukan sapuan air permukaan menggunakan manta net dari 2 sisi pulau pada 3 pulau yang berbeda.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Plastik

Plastik merupakan material yang baru, secara luas dikembangkan dan digunakan sejak abad ke-20, tepatnya pada tahun 1975 diperkenalkan oleh Montgomery Ward, Sears, J.C. Penny, Jodan Marsh dan toko-toko retail besar lainnya. Plastik berkembang secara luar biasa penggunaannya dari hanya beberapa ratus ton pada tahun 1930-an, menjadi 150 juta ton/tahun pada tahun 1990-an dan 220 juta ton/tahun pada tahun 2005. Saat ini hampir tidak ada supermarket, toko atau warung di Indonesia yang tidak menyediakan kantong plastik (Putra & Yebi, 2010).

Sejak ditemukan pertama kali pada tahun 1907 manusia tidak dapat lagi melepaskan diri dari penggunaan plastik. Peningkatan penggunaan plastik ini merupakan konsekuensi dari berkembangnya teknologi industri dan juga jumlah populasi penduduk. Akibat dari peningkatan penggunaan plastik ini adalah bertambah pula sampah plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari



(Surono, 2013). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen (Kumar *et al*, 2011).

Plastik merupakan bahan polimer sintesis yang dibuat melalui proses poli-merisasi dimana tidak dapat lepas dari kehidupan kita sehari-hari yang umumnya kita jumpai dalam bentuk plastik kemasan ataupun penggunaannya pada alat-alat listrik dan peralatan rumah tangga (Asia & Arifin, 2017). Kebanyakan produk pangan yang terdapat di pasaran telah dikemas sedemikian rupa sehingga mempermudah konsumen dalam mengenali dan membawanya, selain sebagai wadah atau pembungkus pangan, plastik dapat digunakan untuk menjaga makanan agar tetap bersih serta mencegah terjadinya kontaminasi mikroba.

Pada tahun 1996, pengiriman plastik sintesis dari industri plastik Kanada meningkat sebesar 10%, pada akhir abad ke-20 produksi plastik diseluruh dunia mencapai 130 juta ton/tahun, saat itu negara-negara di eropa dalam laporannya penggunaan plastik mencapai 100 kg/orang setiap tahunnya (Setyanto, 2013). Kemasan plastik sudah mendominasi industri makanan di indonesia dan kemasan luwes (fleksibel) mencapai sekitar 80%, plastik yang digunakan untuk mengemas, menyimpan atau membungkus makanan mencapai 53%. Kemasan plastik memiliki beberapa keunggulan karena sifatnya yang kuat tetapi ringan, tidak karatan, bersifat termoplastik serta dapat diberi warna (Sulchan & Endang,



## 1. Sampah plastik

Plastik menjadi sangat diperlukan pada berbagai bidang kehidupan di zaman modern (Verawati, 2016). Sampah merupakan hasil dari aktifitas rumah tangga dan pabrik. Masyarakat telah memanfaatkan laut sebagai tempat yang strategis untuk membuang limbah selama berabad-abad, baik secara langsung atau tidak langsung melalui sungai. Volume limbah meningkat dengan pertumbuhan populasi dan masyarakat yang semakin maju. Permintaan terhadap barang-barang manufaktur dan kemasan meningkat sepanjang abad kedua puluh. Produksi skala besar plastik dimulai pada tahun 1950-an dan plastik telah menjadi material yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Banyak hal yang menguntungkan produsen barang dari penggunaan plastik, termasuk daya tahan dan biaya rendah, membuat plastik menjadi pilihan yang terbaik (GESAMP, 2015). Sayangnya, manajemen sampah selama beberapa tahun ini, belum dapat mencegah plastik memasuki lingkungan laut. Akibatnya, terjadi penambahan volume yang besar limbah yang ditambahkan ke laut selama 60 tahun terakhir. Adanya pengaruh dari arus laut membuat sampah plastik menjadi tersebar di seluruh lautan.

Dapat dibayangkan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan oleh penghuni bumi ini akan semakin meningkat. Sampah sendiri merupakan salah satu bentuk konsekuensi dari adanya aktivitas manusia dan ia berbanding lurus dengan jumlah penduduk. Apabila tidak dihandle secara efektif dan efisien, eksistensi sampah di alam tentu akan



berbalik menghancurkan kehidupan sekitarnya (Putra & Yebi, 2010). Menurut (Sahwan dkk, 2005) sampah plastik sangat berpotensi mencemari lingkungan karena plastik merupakan bahan yang sangat sulit terdegradasi sehingga jika ditimbun dalam penimbunan akhir akan memberikan banyak masalah.

Jumlah sampah yang dihasilkan tiap harinya sekitar 20 m<sup>3</sup> sekitar 3% merupakan sampah plastik (Prasetyo dkk, 2014). Sampah plastik akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai dengan cepat dan dapat menurunkan kesuburan tanah (Iswandi dkk, 2017). Penanganan sampah plastik yang populer selama ini adalah dengan 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). *Reuse* adalah memakai berulang kali barang-barang yang terbuat dari plastik. *Reduce* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. *Recycle* adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik (Mulyadi, 2014).

Indonesia masuk dalam peringkat kedua dunia setelah Cina menghasilkan sampah plastik di perairan mencapai 187,2 juta ton. Hal itu berkaitan dengan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyebutkan bahwa plastik hasil dari 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu 1 tahun saja, telah mencapai 10,95 juta lembar sampah kantong plastik. Jumlah

yata setara dengan luasan 65,7 hektar kantong plastik (Inggrum, 2016). Limbah plastik yang ada pada saat ini pada



umumnya hanya dibuang (*disposal*), *landfill*, dibakar atau didaur ulang (*recycle*). Limbah plastik jika diolah dengan cara yang tepat, dapat menghasilkan hidrokarbon yang merupakan bahan dasar energi dan bahan kimia. *Polyethylene* sebagai bahan dasar pembuatan kantong plastik merupakan polimer termoplastik sehingga dapat terdegradasi dengan perlakuan termal. Metode perlakuan termal yang biasa digunakan salah satunya adalah pirolisis (Utama dkk, 2016).

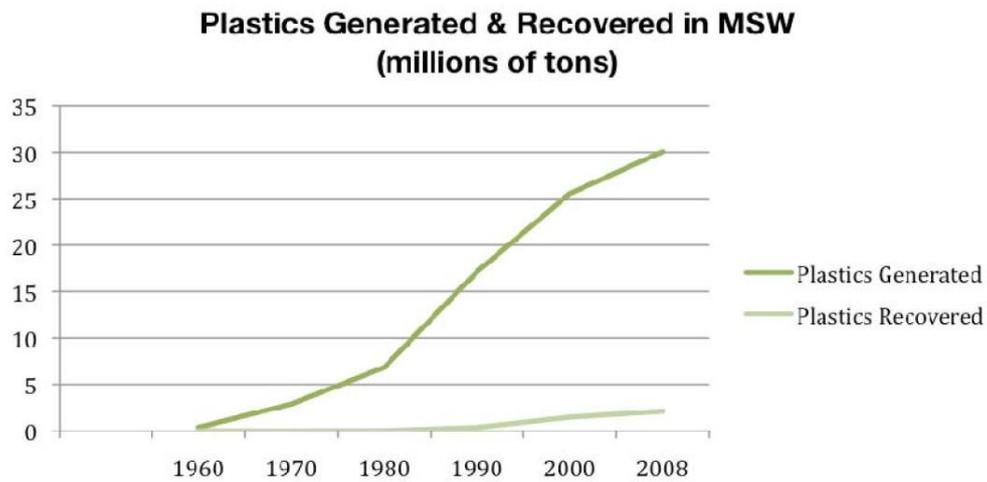
EPA AS memperkirakan bahwa 30 juta ton (16,8% menurut perkiraan EPA dari total MSW dan 8% menurut survei nasional *BioCycle / Columbia*), dari limbah padat perkotaan (MSW) yang dihasilkan di AS setiap tahunnya adalah dalam bentuk plastik. Dari jumlah ini hanya 7,1% yang dipulihkan untuk didaur ulang, dan sekitar 10% dibakar dalam fasilitas *Waste to Energi* (WTE) untuk menghasilkan listrik (Lihat Gambar 1 dan 2). Sebagian besar limbah plastik ditimbun, yang jelas-jelas merupakan hilangnya sumber daya berbasis fosil yang tidak terbarukan. Oleh karena itu, penggunaan limbah plastik yang menguntungkan diperlukan untuk menghindari penguburan sumber daya yang berharga. Rute yang tersedia untuk pengelolaan limbah plastik seringkali tetap tidak jelas bagi perkotaan, yang merupakan tingkat di mana daur ulang berlangsung (Bhatti, 2010).

Limbah plastik adalah masalah yang relatif baru. Pada tahun 1960,

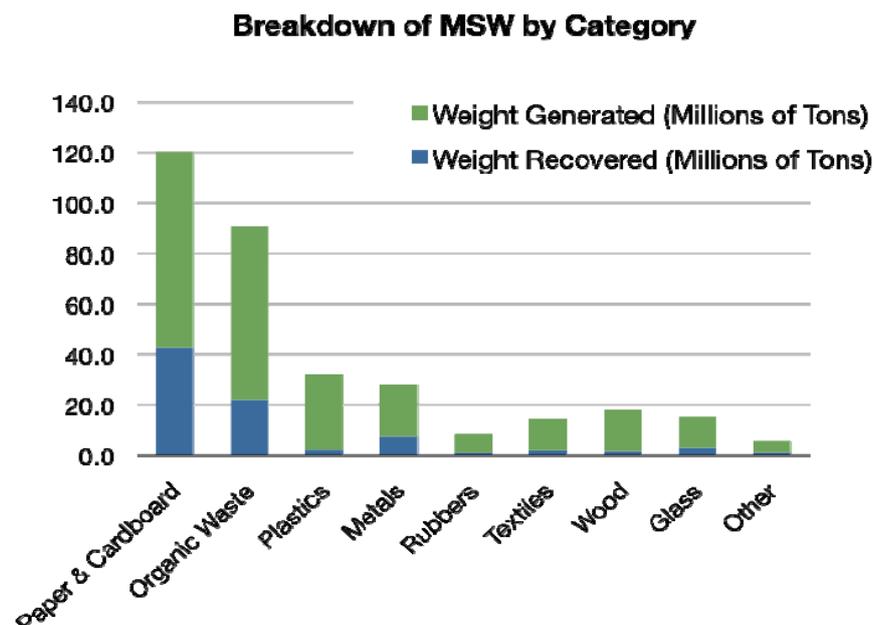
terdiri dari kurang dari 0,5% limbah padat perkotaan (MSW) di Serikat. Pada tahun 2008, lebih dari 30 juta ton dibuang ke aliran



limbah rumah tangga. Peningkatan tingkat pemulihan tidak sesuai dengan tingkat pertumbuhan, sehingga hanya 2,1 juta ton (7,1%) yang dipulihkan untuk didaur ulang pada tahun 2008 (Bhatti, 2010).



Gambar 1. Plastik dihasilkan & diolah kembali pada MSW (Municipal Solid Waste) di Amerika Serikat sejak tahun 1960 (Bhatti, 2010)



2. Rincian total produksi dan pengolahan MSW di Amerika Serikat (Bhatti, 2010)

## 2. Jenis-jenis sampah plastik

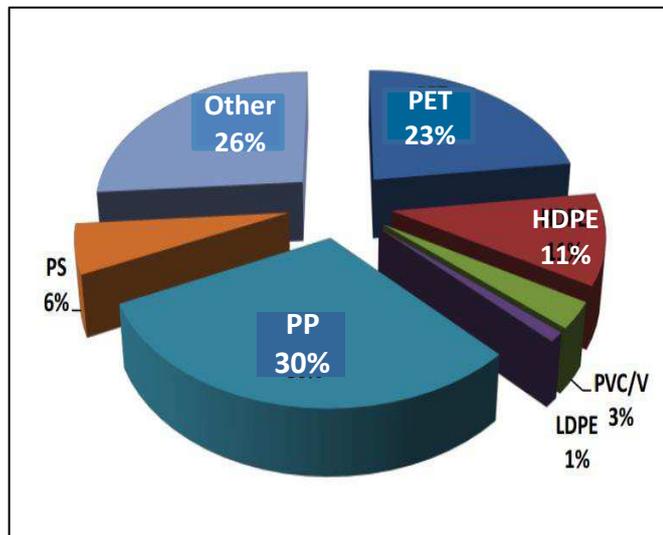
Plastik dibagi menjadi dua berdasarkan kegunaannya yaitu plastik komoditi dan plastik teknik. Plastik komoditi dicirikan oleh volumenya yang tinggi serta murah dan sering digunakan dalam bentuk barang yang hanya digunakan sekali pakai seperti lapisan pengemas contohnya yaitu *Low Density Polyethylene* (LDPE) sebagai lapisan pengemas, isolasi kabel dan kawat barang mainan dan botol fleksibel *High Density Polyethylene* (HDPE) digunakan sebagai botol, drum, pipa saluran, lembaran, film, isolasi kawat dan kabel, *Polypropylene* (PP) digunakan sebagai bagian perkakas mobil, tali, anyaman, karpet, *Poly Vinyl Chloride* (PVC) digunakan sebagai bahan bangunan, pipa, bahan untuk lantai Dan *Polystyrene* (PS) digunakan sebagai bahan pengemas (busa dan film), perkakas, perabotan rumah dan barang mainan. Persentase jenis sampah plastik yang dapat didaur ulang dari beberapa jenis sampah plastik yang paling besar adalah PP (Gambar 3). Plastik teknik yaitu *poliformaldehida*, *poliamida*, *poliester*, beberapa penggunaan dari plastik teknik terutama dalam bidang transportasi, konstruksi, barang-barang listrik dan elektronik dan mesin industri (Setyanto, 2013).

Dampak dalam perkembangan penggunaan plastik dan penggunaan yang tidak sesuai persyaratan akan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, pemicu kanker, kerusakan jaringan tubuh manusia,

atnya kadar prostat, penurunan kandungan hormon testosteron, payudara, membuat seseorang menjadi hiperaktif dan pada



umumnya plastik sulit didegradasikan oleh mikroorganisme, selain plastik dapat mengganggu kesehatan manusia plastik juga berpengaruh pada lingkungan dengan banyaknya masyarakat membuang sampah plastik yang tidak digunakan lagi pada sungai dan laut (Karuniastuti, 2014).



Gambar 3. Presentase jenis sampah plastik yang dapat didaur ulang sesuai kegunaanya (Purwaningrum, 2016)

Sampah plastik dikelompokkan menjadi dua macam berdasarkan sifatnya yaitu *Thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah bahan yang jika dipanaskan sampai suhu tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik tersebut maka *thermoplastic* adalah jenis yang

ungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan



penggunaannya (Tabel. 1) (Purwaningrum, 2016). *Thermoset* atau *thermodursisabel* merupakan jenis plastik yang tidak dapat mengikuti perubahan suhu (tidak reversible) sehingga bila pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan dengan suhu tinggi tidak akan melunakkan jenis plastik ini melainkan akan membentuk arang dan terurai. karena sifat thermoset yang demikian maka bahan ini banyak digunakan sebagai tutup ketel (Okatama, 2016).

Tabel 1. Jenis dan simbol sampah plastik (*Thermoplastik*) (Putra & Yebi, 2010).

Jenis sampah plastik	Simbol	Keterangan
Pete		<i>Polyethylene Terephthalate (PET, PETE)</i>
HDPE	 HDPE	<i>High Density Polyethylene (HDPE)</i>
PVC	 PVC	<i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i>
LDPE	 LDPE	<i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i>
PP	 PP	<i>Polypropylene (PP)</i>
PS	 PS	<i>Polystyrene (PS)</i>
<i>Other</i>	 OTHER	<i>Other</i>



## B. Mikroplastik

Limbah plastik yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Sampah plastik yang dibuang ke lingkungan pada akhirnya akan masuk ke wilayah perairan, terutama laut. Plastik merupakan komponen utama dari sampah yang terdapat di laut. Jumlahnya hampir mencapai 95% dari total sampah yang terakumulasi di sepanjang garis pantai, permukaan dan dasar laut. Sampah plastik telah menyebar secara luas di seluruh wilayah laut dunia. Sampah plastik dalam berbagai ukuran, mulai dari mikroskopik hingga makroskopis ditemukan di hampir seluruh habitat bentik dan pelagik di seluruh lautan. Plastik yang berukuran mikroskopik inilah yang dikenal sebagai mikroplastik (Victoria, 2017).

Mikroplastik adalah istilah yang mulai diperkenalkan dalam beberapa dekade terakhir untuk menggambarkan potongan-potongan kecil plastik yang ditemukan di laut (Isensee & Valdes, 2015). Mikroplastik merupakan partikel plastik yang diameternya berukuran kurang dari 5 mm. Batas bawah ukuran partikel yang termasuk dalam kelompok mikroplastik belum didefinisikan secara pasti namun kebanyakan penelitian mengambil objek partikel dengan ukuran minimal 330  $\mu\text{m}$ . Mikroplastik terbagi lagi menjadi kategori ukuran, yaitu besar (1-5 mm) dan kecil (<1 mm) (Storck,

2015)

Sumber mikroplastik terbagi menjadi dua, yaitu primer dan sekunder. Mikroplastik primer merupakan butiran plastik murni yang



mencapai wilayah laut akibat kelalaian dalam penanganan. Sementara itu, mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang dihasilkan akibat fragmentasi plastik yang lebih besar (Lihat Gambar 4) (Andrady, 2011). Sejumlah faktor telah diperkirakan sebagai penyebab banyaknya mikroplastik yang ada di lingkungan perairan tawar. Beberapa di antaranya adalah perbandingan populasi manusia dibandingkan dengan jumlah sumber air, letak pusat perkotaan, waktu tinggal air, ukuran sumber air, jenis pengolahan limbah, dan jumlah saluran pembuangan (Moore & Lattina, 2011).

### 1. Karakteristik mikroplastik

“Mikroplastik yang terdapat dan tersebar di lingkungan atau perairan akan menimbulkan bahaya kesehatan, terutama mikroplastik yang terdapat di lautan, ukuran mikroplastik sangatlah kecil sehingga mudah lepas di perairan atau tidak terambil pada saat pembersihan sampah plastik”, dalam investigasi kelautan, ada beragam teknik sampling mikroplastik yang terbagi menjadi metode pengumpulan, identifikasi, dan enumerasi, termasuk sampling selektif dan pengurangan volume. Sampling selektif diaplikasikan untuk permukaan sedimen sementara pengurangan volume digunakan untuk sampling sedimen atau paket air (Galgani *et al*, 2013). Dalam upaya penanganan serta penelitian

selanjutnya dilakukan beberapa metode untuk dapat melihat secara pasti mikroplastik, dengan mengidentifikasi dapat diketahui panjang mikroplastik  $\pm 792,16 \mu\text{m}$ , ukuran  $\leq 5 \text{ mm}$ , mikroplastik jenis serat, filamen



dan filmnya dengan panjang 2,2 mm. Ukuran mikroplastik yang kecil dapat memungkinkan masuk ke dalam tubuh organisme perairan (Hapitasari, 2016).

## 2. Jenis mikroplastik

Mikroplastik terdapat di berbagai lingkungan lautan di seluruh dunia, mikroplastik secara biologis merupakan partikel kecil yang tinggal di laut dalam kurun waktu yang cukup lama, ukuran mikroplastik tersedia untuk berbagai organisme termasuk pengumpan deposit, pengumpan filter dan pemulung ada dua sumber penyebab mikroplastik yaitu mikroplastik primer dan sekunder (Galgani *et al*, 2013).

Sumber mikroplastik terdapat dua yaitu *Primary Microplastics* merupakan plastik yang diproduksi secara mikroskopis yang langsung dilepas ke lingkungan dalam bentuk kecil partikulat, mikroplastik digunakan dalam produk seperti agen penggosok peralatan mandi dan kosmetik (*shower gel*). Mikroplastik bisa berasal dari abrasi plastik besar selama pembuatan, penggunaan atau perawatan seperti erosi ban saat mengemudi atau dari abrasi tekstil sistesis saat mencuci (Boucher & Damien, 2017). Sedangkan *Secondary Microplastics* merupakan mikroplastik yang berasal dari degradasi plastik yang lebih besar menjadi fragmen plastik yang lebih kecil dalam lingkungan laut. Hal ini terjadi

fotodegradasi dan proses pelapukan limbah yang ada di lautan pelalaian manusia (Solomon dan Palanisami, 2016).



Mikroplastik yang tersebar hingga seluruh dunia termasuk antartika, sampah manusia yang terakumulasi selama 4 dekade terakhir (Fossi, 2014). Potensi efek sampah plastik pada laut secara kimia cenderung meningkat seiring menurunnya ukuran partikel plastik (mikroplastik).

Menurut Hastuti dkk (2014) mikroplastik dikelompokkan ke dalam 4 jenis yaitu:

**a. Film**

Film merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan memiliki densitas terendah.

**b. Fiber**

Fiber merupakan serat plastik memanjang dan berasal dari fragmentasi monofilamen jaring ikan, tali dan kain sintesis

**c. Fragmen**

Fragmen merupakan hasil potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat

**d. Pelet**

Pelet merupakan mikroplastik primer yang langsung diproduksi oleh pabrik sebagai bahan baku pembuatan produk plastik.

### 3. Proses pencemaran mikroplastik di laut



plastik adalah bahan yang memberikan manfaat sosial yang sangat dengan produksi global saat ini melebihi 320 juta ton pertahun, 40% nya digunakan sebagai plastik kemasan satu kali pakai dan

menghasilkan sampah plastik. Proporsi sampah plastik yang dihasilkan setiap tahun akan terakumulasi dan bertahan di lingkungan laut hingga sekitar 250 milyar ton pertahun pada tahun 2025. Puing-puing sampah plastik yang ada di lingkungan akan terpapar sinar ultraviolet dari matahari yang mengkatalisi foto-oksidasi plastik yang menyebabkannya rapuh yang dikombinasikan dengan paparan angin, aksi gelombang serta abrasi, fragmen plastik terdegradasi menjadi mikro ( $0,1-1000 \mu\text{m}$ )<sup>3</sup> dan berpotensi menjadi partikel nano ( $\leq 0.1 \mu\text{m}$ )<sup>4</sup> partikel dari sinilah disebut mikroplastik dan nanoplastik terbentuk (Wright & Kelly, 2017). Air laut sudah mengandung banyak mikro dan nano partikel (106-107) partikel/ml atau 10-500 kg/l kebanyakan dari mikroplastik ukuran  $<100 \text{ nm}$ . Mikroplastik dan nanoplastik kemungkinan besar dihasilkan di pantai, pentingnya perbaikan pantai sebagai strategi pengurangan atau menghilangkan potong-potongan plastik yang lebih besar dari pantai, pembersihan pantai dapat memiliki manfaat ekologis yang sangat jauh melampaui perbaikan estetika pantai dan dengan mengurangi mikroplastik, maka kita berkontribusi terhadap kesehatan jaringan makanan laut (Andrady, 2011).

“Mikroplastik yang terdapat di lautan yang telah terurai hingga tak dapat terlihat langsung oleh mata melainkan menggunakan mikroskop, pentingnya mengurangi sampah plastik agar tidak terurai menjadi stik yang dapat merusak ekosistem laut”. Menurut (Asia & Arifin, pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya



mahluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Pencemaran di laut juga dapat berupa plastik yang tidak terurai.

Jumlah limbah ini semakin lama semakin besar, dan hingga sekarang belum diketahui pasti dampak lingkungannya secara jangka panjang adapun ciri-ciri pencemaran sampah plastik yang terurai menjadi mikroplastik di laut adalah sebagai berikut:

- a. Banyak toxic pada karang laut berupa sedimen akibat mikroplastik,
- b. Sedimentasi yang terjadi di suatu perairan dapat berpengaruh antara lain pada pendangkalan dan perubahan bentang alam dasar laut,
- c. Kesuburan perairan,
- d. Keanekaragaman hayati,
- e. Terganggunya siklus rantai makanan organisme laut,
- f. Terjadinya kemunduran serta kerusakan biota laut,
- g. Meningkatnya kematian organisme laut dan kurangnya telur-telur ikan.
- h. Mikroplastik merusak jaringan organisme laut, karena organisme laut tidak bisa membedakan makanannya.

Masuknya bahan pencemar ke dalam badan perairan yang berlebihan dan terus menerus secara cepat mengakibatkan beban

perairan (*pollution load*) meningkat melebihi kapasitas asimilasi (*assimilative capacity*). Bila kecenderungan ini terus terjadi maka



degradasi kondisi lingkungan akan terjadi dan perairan tersebut menjadi tercemar. Secara umum telah diketahui bahwa limbah seperti plastik, unit penangkapan ikan yang tidak terpakai/rusak, akan memberikan dampak negatif terhadap berbagai aspek di antaranya kesehatan manusia, habitat ekosistem laut, kelimpahan biota, keindahan pantai, keamanan navigasi dan kegiatan perikanan. Secara keseluruhan, lebih dari 80% limbah di laut berasal dari kegiatan/aktivitas di darat yang masuk melalui system drainase, sungai, angin atau kelalaian manusia (Risnandar, 2013).

#### **4. Sumber pencemaran mikroplastik**

Pencemaran terjadi akibat semakin berkembangnya teknologi, manfaat perkembangan teknologi dapat dirasakan dan diterima sangat baik oleh masyarakat, namun dibalik peningkatannya terdapat hal-hal yang harus diperhatikan termasuk pencemaran mikroplastik yang semakin lama akan merusak lingkungan sekitar (Puspitasari, 2009).

Dampak mikroplastik terhadap lingkungan yang lebih luas selain memiliki interaksi langsung dengan organisme, mikroplastik di habitat perairan menghasilkan dampak yang lebih luas akibat berinteraksi dengan lingkungan abiotik atau dengan interaksi tidak langsung pada komunitas biotik atau ekosistem (Victoria, 2017). Mikroplastik dapat secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kualitas lingkungan abiotik. Para

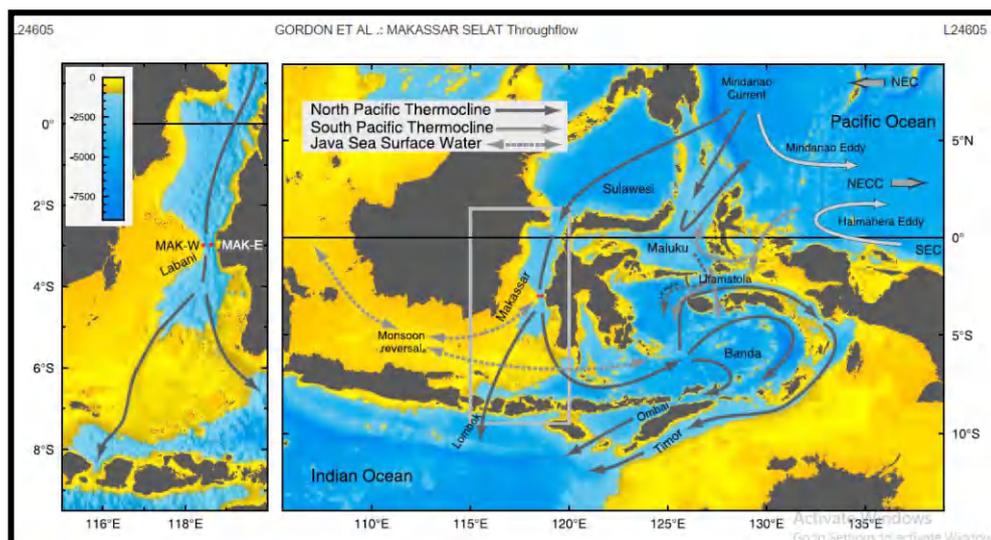
memperkirakan akumulasi mikroplastik dalam habitat pelagis dan mengubah penetrasi cahaya ke dalam kolom air atau karakteristik, dan pada gilirannya perubahan ini dapat mempengaruhi siklus



biogeokimia. Sifat fisik dan sifat kimia sedimen yang penting untuk ukuran butiran *ecosystem include*, ukuran pori, dan kapasitas pengikatan sedimen untuk bahan kimia (Bakri, 2014).

### C. Arus Laut Selat Makassar Melewati Kepulauan Bala-balakang

Sirkulasi laut Indonesia dipengaruhi secara signifikan oleh dua sistem arus utama, yaitu Arus Monsun Indonesia (ARMONDO) yang terbentuk sebagai respon terhadap angin Monsun yang berganti arah dua kali dalam setahun, serta Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) sebagai sistem arus yang persisten dari Samudera Pasifik ke Hindia yang melalui Laut Indonesia dan merupakan komponen penting dari sirkulasi termohalin global (Atmadipoera *dkk*, 2016).



4. Skema pola lintas indonesia (Gordon *et al.*, 2008)

ARLINDO dikenal oleh para ahli oseanografi dengan istilah "*Indonesian Through Flow*", adalah aliran massa air antar samudera yang melewati Perairan Indonesia. Terdapat 3 pintu masuk utama massa air Pasifik ke Perairan Indonesia. Yang pertama dan yang paling dominan adalah selat Makassar (Gambar 4) (Gordon *et al.*, 2008). Massa air yang berasal dari Pasifik utara memasuki laut Sulawesi lewat sebelah selatan Mindanao, untuk kemudian masuk ke jantung Perairan Indonesia lewat Selat Makassar. Rute ini oleh para ahli dinamakan dengan rute barat/western route, pintu kedua bagi masuknya air Pasifik adalah Laut Maluku, dan dari pintu ketiga adalah Laut Halmahera (Hasanudin, 1998).

Selat Makassar sendiri membawa 80-85% massa air yang berasal dari Pasifik Utara dan dapat dipakai untuk menghitung seluruh transpor antar Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia sehingga dapat dijadikan kunci dalam integrasi skala besar antar samudera (Horhoruw dkk, 2015).

#### **D. Mikroplastik Pada Sedimen dan Air Laut**

Perkiraan terbaru menunjukkan mungkin ada antara 7000 dan 35.000 ton plastik mengambang di laut terbuka. Studi lain memperkirakan bahwa lebih dari lima triliun potongan plastik dan > 250.000 ton saat ini mengambang di lautan. Setelah di laut mikroplastik diangkut di seluruh

oleh sistem arus laut di mana mereka bertahan dan menumpuk. Plastik tersuspensi dalam kolom air, air permukaan, perairan pantai, sungai, pantai dan sedimen laut dalam serta tersuspensi dalam



kolom air, mikroplastik juga dapat terjebak oleh arus laut dan menumpuk di daerah laut tengah (Lusher, 2015).

### E. Mikroplastik Teringesti oleh Ikan

“Pencemaran mikroplastik merupakan masuknya zat atau bahan seperti sampah plastik yang terurai di perairan sehingga menjadi mikro partikel, terurainya sampah plastik ini dapat memicu berbagai hal kerugian pada lingkungan, ekosistem perairan di seluruh dunia”. Dalam studi invertebrata air tawar, sekitar 32-100% dari individu yang terpapar, menelan mikroplastik (Imhof, 2013). Studi lapangan air tawar di sungai menunjukkan bahwa ikan gobi yang dikumpulkan dari 7-11 di sungai Perancis mengandung mikroplastik. Dalam penelitian yang lebih lanjut mengenai dampak terhadap organisme di bidang kelautan, menunjukkan bahwa ada banyak sekali hewan yang menelan mikroplastik (Thompson, 2004). Beberapa invertebrata bahkan lebih memilih partikel plastik, teripang dari habitat bentik menelan fragmen plastik dalam jumlah yang tidak proporsional berdasarkan rasio tertentu plastik dengan pasir. Dalam habitat pelagis laut, mikroplastik tertelan oleh berbagai taksa *Zooplankton* dan oleh ikan dewasa serta larva ikan. Penyelidikan air tawar pertama mengenai penelanan plastik oleh invertebrata menunjukkan bahwa hewan-hewan dari beragam habitat, rantai makanan, dan level tropik yang

, menelan mikroplastik (Imhof, 2013).



Hewan laut yang menelan mikoplastik termasuk organisme bentik dan pelagis, yang memiliki variasi strategi makan dan menempati tingkat trofik yang berbeda. Invertebrata laut bentik yang menelan mikoplastik, termasuk organisme jenis teripang, kerang, lobster, *Amphipods*, *Lugworms*, dan *Teritip* (Victoria, 2017). Pada tingkat trofik yang lebih tinggi, burung laut juga menelan mikoplastik secara langsung serta tidak langsung, melalui ikan yang telah menelan mikoplastik. Penelanan mikoplastik oleh anjing laut dan singa laut di pulau-pulau sub Antartika menjadi bukti bahwa mikoplastik telah mencapai tingkat trofik tertinggi dari jaring-jaring makanan di laut bahkan di lokasi terpencil (McMahon *et al*, 1999).

Organisme laut yang menelan plastik besar dapat tersedak, mengalami luka internal atau eksternal, luka ulserasi, penyumbatan saluran pencernaan, gangguan kapasitas makan, kelaparan, kekurangan tenaga, atau kematian (Victoria, 2017). Mikoplastik yang membawa zat beracun dapat masuk melalui jaringan dan tingkat sel dalam darah ikan serta dapat menyebabkan respon inflamasi respon pada jaringan dan mengurangi stabilitas membran sel dari sistem pencernaan. Partikel (3 dan 9,6  $\mu\text{m}$ ) juga mengalami translokasi dari sistem pencernaan ke dalam sistem peredaran darah di mana mikoplastik dapat bertahan selama lebih dari 48 hari. Salah satu contohnya Ikan medaka Jepang, *Oryzias latipes*,

in fragmen polietilen (<0,5 mm) menyebabkan bioakumulasi,



gangguan hati (depleksi glikogen, vakuolasi lemak, dan nekrosis sel tunggal), dan pembentukan tumor awal (Rochman, 2013).

Studi lapangan kelautan mengkonfirmasi kehadiran kontaminan pada mikroplastik yang diserap dari lingkungan, dan bukti laboratorium menunjukkan bahwa kontaminan terserap dapat ditransfer ke ikan laut dan invertebrata. Karena bahan kimia yang hadir dalam air, memasuki pabrik pengolahan, dalam limbah yang diberi perlakuan, dan pada air minum, ada hal yang bisa menjadi perhatian yaitu sistem air tawar yang dekat dengan industri dan pusat-pusat kota mungkin memiliki potensi kehadiran mikroplastik yang lebih besar dan konsentrasi kontaminan yang lebih besar pula, serta biota di wilayah ini terpapar lebih besar (Victoria, 2017).

#### **F. Keamanan Pangan Ikan yang Tercemar Mikroplastik**

Berdasarkan Badan Pusat Statistik, rata-rata konsumsi ikan dan udang segar per kapita/minggu pada tahun 2015 sebesar 0,298 kg. Data konsumsi seafood cukup tinggi jika dibandingkan dengan konsumsi daging ayam maupun sapi yang hanya sebesar 0,008 kg untuk daging sapi dan 0,108 kg untuk daging ayam (Badan Pusat Statistik, 2017).

Cole & Galloway (2015) menyebutkan bahwa beberapa organisme yang berada di lingkungan laut maupun sekitar laut seperti *bivalvia*,

*krill*, kerang, ikan, udang, tiram, serta paus telah menelan plastik. Adanya hal tersebut dapat menimbulkan dampak negatif bagi



organisme yang secara tidak langsung mengkonsumsi partikel-partikel plastik dengan ukuran yang kecil tersebut. Dampak ini dapat berupa stres secara patologis, komplikasi pada sistem reproduksi, tersumbatnya produksi enzim, serta tingkat pertumbuhan yang rendah (Wagner & Lambert, 2018; Fossi, 2014).

Selain itu, dijelaskan juga bahwa efek samping dari mikroplastik dapat terbentuk karena adanya kombinasi toksisitas intrinsik pada plastik. Mikroplastik juga berfungsi sebagai salah satu vektor patogen yang memiliki potensi cukup besar dalam membawa mikroba (Solomon & Palanisami, 2016). Hal lain yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia adalah adanya akumulasi mikroplastik pada sedimen yang menjadikan biota yang ada dalam lokasi tersebut dapat secara langsung mengkonsumsi dan akan masuk ke dalam tubuh manusia juga apabila manusia mengkonsumsi biota yang terkontaminasi (Rochman *et al.*, 2015).

### G. Ikan Demersal

Ikan demersal merupakan ikan yang menempuh kehidupan sebagian besar masa kehidupannya berada di dasar atau dekat dasar perairan. Ciri-ciri utama kelompok ikan demersal antara lain adalah membentuk gerombolan yang tidak terlalu besar, gerak ruaya yang tidak terlalu jauh, gerak/aktifitas yang relatif rendah (Ernawati, 2007). Ikan-ikan demersal umumnya mencari makan pada malam hari, dan juga bersifat pasif dalam pergerakannya, karena tidak ada mobilitas dalam jarak yang jauh.



Kelompok ikan ini adalah termasuk jenis-jenis ikan karang (Akbar *dkk*, 2013).

## H. Identifikasi Mikroplastik

Spektroskopi diperlukan untuk mengkonfirmasi identifikasi plastik, dan polimer sintetik mikroplastik untuk partikel dengan ukuran  $< 1$  mm. Mikroskopis FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*) adalah metode terbaru dari analisis mikroplastik sehingga memungkinkan mengidentifikasi jenis polimer dalam partikel sekitar  $10 \mu\text{m}$ . Partikel-partikel ini terlihat di bawah mikroskop cahaya dan masih cukup besar untuk diidentifikasi sebagai plastik menggunakan FTIR. Teknik ini bergantung pada transmisi cahaya dan panjang gelombang cahaya, dan jika partikel lebih kecil dari panjang gelombang ini, ada spektrum IR polimer yang dapat digunakan. Hal ini menyebabkan tantangan besar untuk identifikasi partikel plastik pada berbagai ukuran antara  $20 \text{ nm}$  sampai  $10 \mu\text{m}$  ( $10.000 \text{ nm}$ ) (GESAMP, 2015).

*Fourier-transform infrared* (FTIR) spektroskopi menawarkan kemungkinan identifikasi akurat partikel polimer plastik menurut karakteristik spektrum IR mereka. Polimer plastik memiliki spektrum IR yang sangat spesifik dengan pola pita yang berbeda membuat teknik spektroskopi IR optimal untuk identifikasi mikroplastik (Löder dan Gerdts,

diikuti dengan contoh hasil spektroskopi polimer mikroplastik dapat dilihat di bawah ini.



## I. Kerangka Konseptual

Sampah plastik merupakan permasalahan global yang membutuhkan perhatian khusus. Penggunaan sampah plastik yang murah dan praktis membuat masyarakat enggan untuk memilih alternatif pengganti plastik. Hal ini membuat sampah plastik menjadi salah satu pencemar terbesar ke lingkungan.

Sampah plastik yang memiliki sifat sukar terurai serta terus meningkat penggunaannya, menyebabkan terjadinya penumpukan limbah. Laut menjadi salah satu alternatif berpindahnya sampah dari daratan baik secara alami maupun akibat ulah manusia. Keberadaan plastik di laut, lama-kelamaan terdegradasi oleh mikroorganisme, radiasi inframerah, panas, gelombang laut dan proses pelapukan lainnya, mengubah plastik menjadi partikel yang lebih kecil di bawah 5 mm. Plastik dengan ukuran < 5 mm inilah yang disebut mikroplastik.

Mikroplastik dengan ukuran yang sangat kecil ini, sangat mudah teringesti oleh organisme laut. Hal ini, sangat berbahaya bagi kelangsungan dan keberlanjutan biota-biota laut dan keamanan konsumsinya.

Adanya pengaruh arus lintas indonesia, diperkirakan memperparah pencemaran mikroplastik di selat makassar dikarenakan selat makassar

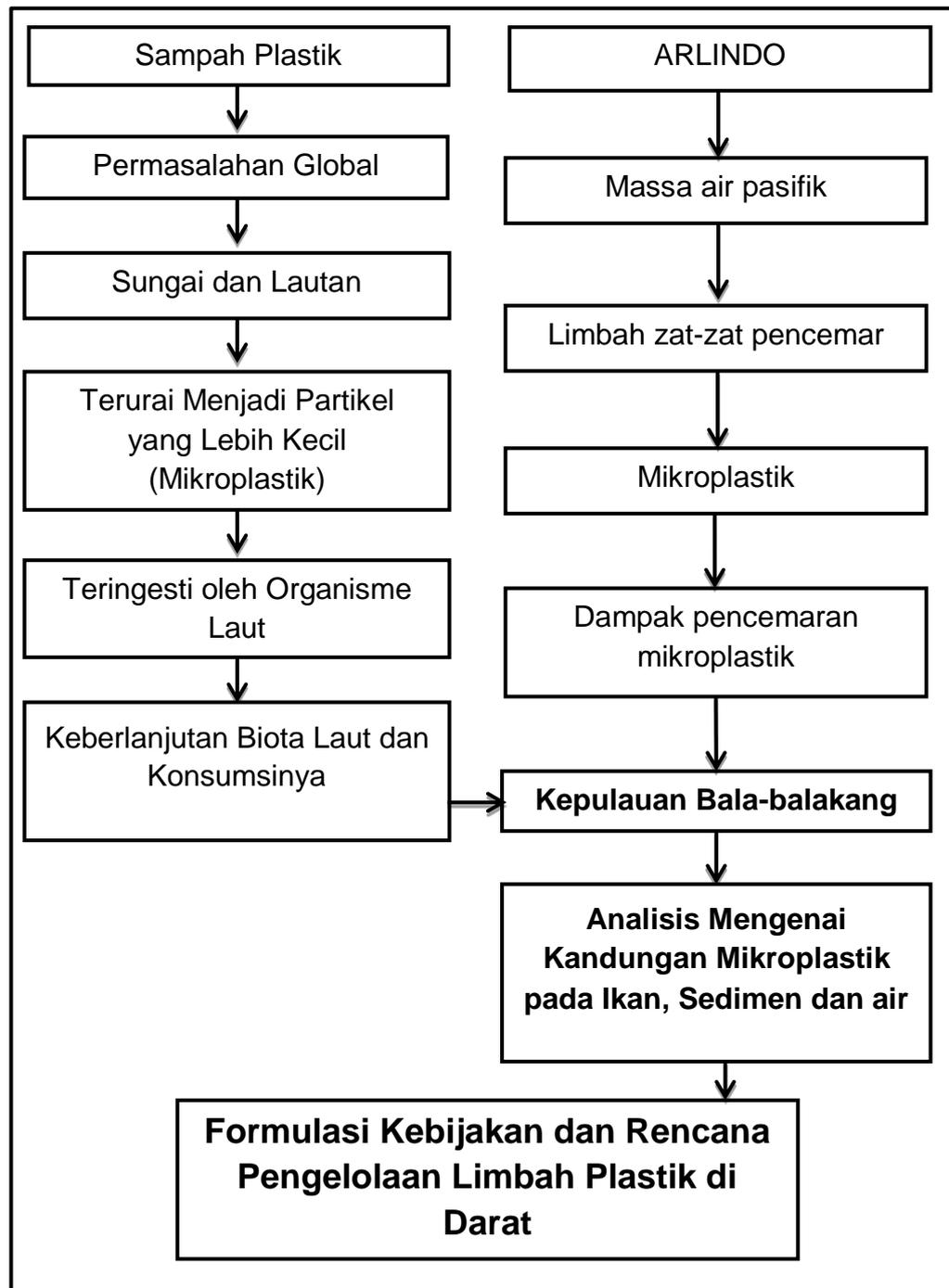
pintu masuk utama massa air dari pasifik. Salah satu kepulauan terletak di selat makassar adalah Kepulauan Bala-balakang. Hal ini



menjadikan Kepulauan Bala-balakang sebagai target penting studi pencemaran mikroplastik.

Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, maka perlu dilakukan studi mengenai pencemaran mikroplastik di Kepulauan Bala-balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. Penelitian ini akan membantu pemerintah memformulasikan kebijakan dan rencana pengelolaan limbah plastik di daratan.





## 5. Kerangka Konseptual Penelitian

