

**TESIS**

**STUDI KONSENTRASI MIKROPLASTIK PADA AIR DAN  
USUS IKAN HASIL TANGKAPAN DI DANAU TOWUTI,  
LUWU TIMUR, SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**MUH. AMRI YUSUF**

**L 01219 1 002**



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**TESIS**

**STUDI KONSENTRASI MIKROPLASTIK PADA AIR DAN  
USUS IKAN HASIL TANGKAPAN DI DANAU TOWUTI,  
LUWU TIMUR, SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**MUH. AMRI YUSUF**

**L 01219 1 002**



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

STUDI KONSENTRASI MIKROPLASTIK PADA AIR DAN USUS IKAN HASIL  
TANGKAPAN DI DANAU TOWUTI, LUWU TIMUR, SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh :

MUH. AMRI YUSUF  
L 01219 1 002

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu  
Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin  
pada Tanggal 18 Agustus 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



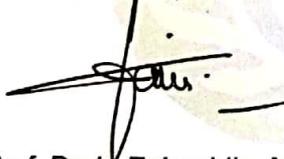
Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc.  
NIP. 19610718 198810 1 001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Khusnul Yaqin, M.Sc.  
NIP. 19680726 199403 1 002

Ketua Program Studi  
Ilmu Perikanan,



Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si.  
NIP. 19640721 199103 1 001

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan  
dan Perikanan,



Zainuddin, S.Pi., MP., Ph.D.  
NIP. 19750611 200312 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muh. Amri Yusuf  
Nomor mahasiswa : L 01219 1 002  
Program studi : Ilmu Perikanan  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Studi Konsentrasi Mikroplastik pada Air dan Usus Ikan Hasil Tangkapan di Danau  
Towuti, Luwu Timur, Sulawesi Selatan

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

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

Makassar, 18 Agustus 2021  
Yang Menyatakan,



Muh. Amri Yusuf  
L 01219 1 002

## PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

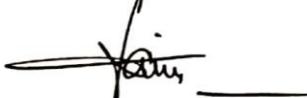
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh. Amri Yusuf  
Nomor mahasiswa : L 01219 1 002  
Program studi : Ilmu Penikanan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai pemilik tulisan (*author*) dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan tesis ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dan penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

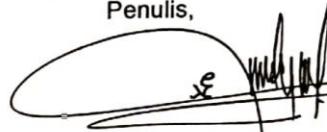
Makassar, 18 Agustus 2021

Mengetahui,



Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si  
NIP. 19640721 199103 1 001

Penulis,



Muh. Amri Yusuf  
NIM. L 01219 1 002

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. atas segala karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul: “**Studi Konsentrasi Mikroplastik pada Air dan Usus Ikan Hasil Tangkapan di Danau Towuti, Luwu Timur, Sulawesi Selatan**”. Shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW. sebagai *uswatun hasanah wa rahmatan lil ‘alamiin*.

Selama proses tugas akhir, penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga penulis berterima kasih setinggi-tingginya kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung, utamanya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc. dan Bapak Dr. Ir. Khsunul Yaqin, M.Sc. selaku pembimbing dalam penelitian ini yang dengan penuh ketulusan mengarahkan, mulai dari tahap awal hingga penelitian selesai. Semoga senantiasa sehat selalu dalam lindungannya, *aamiin allaahumma aamiin*
2. Ibu Dr. Nita Rukminasari, S.Pi., M.Si., Ibu Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc. dan Ibu Dr. Sri Wahyuni Rahim, ST., M.Si. selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan saran dan arahan yang sangat bermanfaat
3. Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si. selaku Ketua Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar
4. Bapak dan Ibu Dosen, staf pegawai serta seluruh mahasiswa(i) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin yang telah terlibat dan banyak membantu selama menjalani masa studi, terutama kepada Kak Ega Adhi Wicaksono dan Kak Amriana selaku mahasiswa(i) PMDSU.
5. Ibu Bapak sekeluarga dan Bapak Haji Andi Herianto & Ibu Hajjah Astina Mansur Dg. Bau sekeluarga yang senantiasa memberikan dukungan, mendo'akan dan memberikan semangat yang luar biasa selama tugas akhir. Porsi khusus kepada Sitti 'Aaisyah Hardiyanti (*tichan*). Semuanya, semoga senantiasa sehat, selalu dalam lindungan Allah SWT. *aamiin aamiin aamiin allaahumma aamiin yaa rabbal ‘alamiinn yaa mujiibassaailiin*

Makassar, 18 Agustus 2021

Muhammad Amri Yusuf

## ABSTRAK

**Muh. Amri Yusuf**. L012191002. “Studi konsentrasi mikroplastik pada air dan usus ikan hasil tangkapan di Danau Towuti, Luwu Timur, Sulawesi Selatan” dibimbing oleh **Akbar Tahir** sebagai Pembimbing Utama dan **Khusnul Yaqin** sebagai Pembimbing Anggota.

---

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi, karakteristik dan polimer mikroplastik yang berada di air dan usus ikan hasil tangkapan di Danau Towuti, Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Pengambilan sampel air pada sembilan titik dan masing-masing terdiri dari lima kali ulangan yaitu: A, Timampu; B, outlet; C, Lengke; D, Lengkobale; E, Tokalimbo; F, Tomeraka; G, Lengkona; H, Inlet; I, Tengah. Pengambilan sampel usus ikan pada lima spesies yaitu; ikan butini (*Glossogobius matanensis*), ikan louhan (*Cichlasoma trimaculatum*), ikan betok (*Anabas testudineus*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan gabus (*Channa striata*), masing-masing terdiri dari 11-15 ekor yang diambil dari titik C, Lengke; G, Lengkona dan H, Inlet. Identifikasi polimer dengan metode FT-IR. Pengolahan data konsentrasi mikroplastik menggunakan ANOVA *one-way*, Tukey post *hoc test* dan uji statistik non-parametrik *Bartlett test*. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi mikroplastik 7,36-26,28 partikel/liter pada air dan 0,036-0,117 partikel/gram pada usus ikan. Karakteristik partikel mikroplastik berwarna biru mendominasi, diduga karena alat tangkap perikanan dan cat dari kapal yang digunakan sebagai alat transportasi di perairan danau. Partikel mikroplastik bentuk fragmen yang mendominasi di perairan diduga dari tumpukan sampah plastik yang terdegradasi dan cat kapal, sedangkan dominasi partikel mikroplastik bentuk serat pada usus ikan diduga dari alat tangkap perikanan yang digunakan nelayan. Ditemukan empat jenis polimer, yaitu; polietilen, polianilin, poliester dan cat anti korosi/anti fouling.

Kata kunci: konsentrasi, karakteristik, polimer, mikroplastik, Danau Towuti

## ABSTRACT

**Muh. Amri Yusuf.** L012191002 “Study on microplastic concentration in waterbody and gut of fish from Lake Towuti, East Luwu, South Sulawesi”. Under the supervision of **Akbar Tahir** as the main supervisor and **Khusnul Yaqin** as a member supervisor.

---

This study aims to identify concentration, characteristic, and polymer type of microplastics containing in the waterbody and gut of fish captured from lake Towuti, East Luwu, South Sulawesi. Sampling was performed in nine stations (five replicates respectively): A, Timampu; B, outlet; C, Lengke; D, Lengkobale; E, Tokalimbo; F, Tomeraka; G, Lengkona; H, Inlet; I, Tengah. Five fish species (11-15 fish respectively) were obtained for fish gut collection: Butini (*Glossogobius matanensis*), Three Spot Cichlid (*Cichlasoma trimaculatum*), Climbing Perch (*Anabas testudineus*), Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Snakehead (*Channa striata*), obtained from station C, Lengke; G, Lengkona and H, Inlet. The polymer type was identified by applying FT-IR procedure. Data of microplastic concentration was analyzed using *one-way* ANOVA, *post hoc* test Tukey and non-parametric test. The results revealed microplastic concentration 7,36-26,28 particles/liter in waterbody and 0,036-0,117 particles/gram in fish gut. Blue microplastic particle dominates the overall microplastic content, allegedly originated from fishing gears and staining of the lake transportation vessels. Fragment particles are the most abundant shape that might come from the degraded plastic litter dumps and staining of the lake transportation vessels, while microplastic fiber dominates in fish guts could be from fishing gears applied by fishers. Four types of polymers were identified: *polyethylene*, *polyaniline*, *polyester* and *anticorrosion paint/anti fouling*.

Keywords: concentration, characteristic, polymer, microplastic, lake Towuti

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>TESIS</b> .....	<b>i</b>
<b>TESIS</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Kegunaan Penelitian .....	3
E. Ruang Lingkup / Batasan Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
A. Mikroplastik .....	4
B. Alur Sebaran Mikroplastik .....	5
C. Mikroplastik di Perairan Tawar .....	5
D. Mikroplastik pada Ikan Air Tawar .....	7
E. Dampak Mikroplastik .....	9
F. Isolasi Mikroplastik .....	10
G. Kerangka Pikir Penelitian .....	11
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>13</b>
A. Waktu dan Tempat .....	13
B. Prosedur Penelitian .....	14
1. Pengambilan Sampel .....	14
2. Identifikasi Polimer Mikroplastik .....	16
3. Analisis Data .....	17

<b>IV. HASIL .....</b>	<b>18</b>
A. Data Ukuran Ikan .....	18
B. Mikroplastik pada Sampel Air .....	18
C. Mikroplastik pada Usus Ikan.....	22
D. Jenis Polimer Hasil <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR).....	25
<b>V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
A. Mikroplastik pada Sampel Air .....	28
B. Mikroplastik pada Usus Ikan.....	31
C. Jenis Polimer Hasil <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR).....	34
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>36</b>
A. Kesimpulan .....	36
B. Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Data yang diukur pada sampel	16
2.	Data ukuran ikan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat sehari-hari	18
3.	Data identifikasi ikan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat sehari-hari	18
4.	Konsentrasi Warna Mikroplastik pada Sampel Air	19
5.	Konsentrasi Bentuk Mikroplastik pada Sampel Air	21
6.	Konsentrasi Warna Mikroplastik pada Usus Ikan	23
7.	Konsentrasi Bentuk Mikroplastik pada Usus Ikan	24

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kerangka Pikir Penelitian	11
2.	Lokasi Pengambilan Sampel Air (Danau Towuti)	13
3.	Sketsa <i>neuston net</i>	14
4.	Timbangan digital untuk mengetahui bobot tubuh ikan	15
5.	Pengukuran panjang total menggunakan mistar	16
6.	Rata-rata Konsentrasi Mikroplastik pada Sampel Air	19
7.	Proporsi Warna Mikroplastik pada Sampel Air	20
8.	Proporsi Bentuk Mikroplastik pada Sampel Air	21
9.	Bentuk dan Warna Mikroplastik pada Sampel Air	22
10.	Rata-rata Konsentrasi Mikroplastik pada Usus Ikan	23
11.	Proporsi Warna Mikroplastik pada Usus Ikan	24
12.	Proporsi Bentuk Mikroplastik pada Usus Ikan	25
13.	Bentuk dan Warna Mikroplastik pada Usus Ikan	25
14.	Spektrum Polimer Polietilen	26
15.	Spektrum Polimer Polianilin	26
16.	Spektrum Polimer Poliester	27
17.	Spektrum Polimer Cat Anti Korosi/Anti Fouling	27

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Data ukuran ikan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat sehari-hari	45
2.	Data identifikasi ikan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat sehari-hari	45
3.	Data yang diukur pada sampel	45
4.	Rata-rata Konsentrasi Mikroplastik pada Sampel Air	46
5.	Konsentrasi Warna Mikroplastik pada Sampel Air	46
6.	Proporsi Warna Mikroplastik pada Sampel Air	47
7.	Konsentrasi Bentuk Mikroplastik pada Sampel Air	47
8.	Proporsi Bentuk Mikroplastik pada Sampel Air	48
9.	Bentuk dan Warna Mikroplastik pada Sampel Air	48
10.	Rata-rata Konsentrasi Mikroplastik pada Usus Ikan	49
11.	Konsentrasi Warna Mikroplastik pada Usus Ikan	49
12.	Proporsi Warna Mikroplastik pada Usus Ikan	50
13.	Konsentrasi Bentuk Mikroplastik pada Usus Ikan	50
14.	Proporsi Bentuk Mikroplastik pada Usus Ikan	50
15.	Bentuk dan Warna Mikroplastik pada Usus Ikan	51
16.	Spektrum Polimer Polietilen	51
17.	Spektrum Polimer Polianilin	51
18.	Spektrum Polimer Poliester	52
19.	Spektrum Polimer Cat Anti Korosi/Anti Fouling	52

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Era modern menimbulkan ragam aktivitas yang dilakukan oleh manusia, salah satunya dengan penggunaan plastik pada aspek kehidupan sehari-hari, baik pada skala kecil maupun skala besar. Limbah dari penggunaan plastik saat ini menjadi objek perhatian dalam hal pencemaran lingkungan, baik pada ekosistem darat maupun perairan. Secara global, pada tahun 2010 limbah plastik mendekati angka 13 juta metrik ton (MT) yang berasal lebih dari 190 negara di dunia yang masuk ke ekosistem perairan (Jambeck *et al.*, 2015). Limbah plastik yang terdapat pada ekosistem perairan memiliki variasi ukuran, yang seluruh variasi ukurannya memberikan ancaman terhadap perairan secara global (Tahir *et al.*, 2019). Dari seluruh variasi ukuran sampah plastik, yang memiliki ukuran < 5mm tergolong sebagai mikroplastik (Choi *et al.*, 2019; GESAMP, 2019). Mikroplastik yang tersebar bebas di perairan berasal dari sampah plastik yang mengalami fragmenasi, degradasi, menjadi potongan/puing plastik berukuran lebih kecil (Masura *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2020). Hal tersebut dapat menjadi sebuah masalah pada beberapa organisme perairan, karena mereka menduga mikroplastik tersebut sebagai mangsa yang aman untuk dikonsumsi (Masura *et al.*, 2015).

Beberapa penelitian menemukan bahwa mikroplastik membahayakan kesehatan, baik pada hewan akuatik (Wang *et al.*, 2019) maupun pada manusia (Wang *et al.*, 2018). Mikroplastik dapat menyerap berbagai zat kimia beracun yang tentunya dapat membahayakan kesehatan hewan akuatik, seperti: PCB, PAH, HCH, DDT. Oleh karena itu, mengonsumsi hewan akuatik yang tercemar mikroplastik dapat membahayakan kesehatan pada manusia (Wang *et al.*, 2018).

Berawal dari kegiatan mangsa-memangsa pada organisme perairan, mulai dari organisme yang berukuran kecil hingga pada organisme yang berukuran besar, sesuai level trofik dan berujung pada konsumsi pangan pada manusia. Pencemaran mikroplastik mengancam hampir seluruh hewan akuatik secara global karena bentuk dan ukurannya yang sangat kecil dan menyerupai plankton di perairan, sehingga hewan akuatik berpotensi besar keliru dalam mengonsumsi makanan. Namun beberapa penelitian pencemaran mikroplastik sebagian besar dilakukan pada hewan akuatik di perairan laut, sedangkan pada perairan tawar dan organismenya masih kurang (Basseling *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2019). Padahal pencemaran mikroplastik di perairan tawar tidak kalah pentingnya untuk diteliti (Wang *et al.*, 2019). Pencemaran

mikroplastik, selain terjadi di ekosistem laut, muara dan sungai, juga dapat terjadi di danau (Yuan *et al.*, 2019; Yin *et al.*, 2019; Pleiter *et al.*, 2020; Alfonso *et al.*, 2020). Di Indonesia penelitian pencemaran mikroplastik di danau belum pernah dilakukan. Terjadinya pencemaran mikroplastik di danau, didasari oleh berbagai alasan yaitu: hidrodinamik, topografi, kegiatan perikanan, kegiatan pertanian dan limbah rumah tangga (Yuan *et al.*, 2019).

Indonesia memiliki salah satu danau besar sekaligus sebagai danau purba, yaitu Danau Towuti tepatnya di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Beberapa permasalahan terkait dengan potensi pencemaran mikroplastik di Danau Towuti yaitu: limbah rumah tangga seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, tingginya aktivitas perikanan tangkap yang menggunakan alat tangkap berbahan dasar dari plastik, aktivitas pertanian atau perkebunan, limbah industri dan pertambangan. Beberapa hal tersebut menjadi ancaman terhadap perairan dan bagi hewan akuatik yang berada di perairan Danau Towuti (Wijaya *et al.*, 2009), sekaligus menjadi ancaman kepada masyarakat yang akan mengkonsumsi hewan akuatik (ikan hasil tangkapan) yang berasal dari perairan Danau Towuti. Pencemaran mikroplastik di Danau Towuti dapat mengancam kelestarian Danau Towuti sebagai danau purba. Disisi lain Danau Towuti menjadi rumah bagi banyak jenis organisme hingga sebagian besar masyarakat yang memiliki mata pencaharian utama sebagai nelayan bergantung pada kondisi kelestarian Danau Towuti.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian tentang studi konsentrasi cemaran mikroplastik pada air dan ikan hasil tangkapan di Danau Towuti, perlu untuk dilakukan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kondisi konsentrasi mikroplastik pada air dan usus ikan hasil tangkapan di Danau Towuti?
2. Bagaimanakah karakteristik mikroplastik pada air dan usus ikan hasil tangkapan di Danau Towuti?
3. Apa jenis polimer yang terdapat pada partikel mikroplastik di perairan Danau Towuti?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini, maka ditentukan beberapa tujuan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui kondisi konsentrasi mikroplastik pada air dan usus ikan hasil tangkapan di Danau Towuti
2. Mengetahui karakteristik mikroplastik pada air dan usus ikan hasil tangkapan di Danau Towuti
3. Mengetahui jenis polimer yang terdapat pada partikel mikroplastik di perairan Danau Towuti

#### **D. Kegunaan Penelitian**

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai salah satu bahan informasi penting terhadap pencemaran mikroplastik di lingkungan perairan tawar (ekosistem danau) di Indonesia, keberadaan dan konsentrasi mikroplastik pada ikan hasil tangkapan di Danau Towuti yang dikonsumsi masyarakat, juga sebagai upaya meningkatkan kesadaran masyarakat dan pemerintah setempat dalam menjaga kelestarian Danau Towuti sebagai danau purba yang ada di Indonesia. Selain itu, juga dapat menjadi referensi untuk pengembangan penelitian mikroplastik di perairan tawar khususnya pada ekosistem danau.

#### **E. Ruang Lingkup / Batasan Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dalam ruang lingkup pencemaran mikroplastik yang ada di perairan Danau Towuti, keberadaan dan konsentrasi mikroplastik pada air dan usus ikan hasil tangkapan nelayan yang dikonsumsi masyarakat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Mikroplastik

Mikroplastik merupakan sampah plastik yang terdegradasi menjadi potongan, puing atau serpihan plastik yang berukuran lebih kecil (Masura *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2020). Secara umum, puing plastik dengan kategori mikroplastik memiliki ukuran 300  $\mu\text{m}$  – 5 mm (Frias and Nash, 2019; GESAMP, 2019) dengan berbagai bentuk (Mao *et al.*, 2020) yaitu: serat, pelet (*pellets*), fragmen (*fragment*) dan film. Frias *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa aktivitas penguraian oleh mikroorganisme (biodegradasi), penetrasi cahaya atau sinar matahari (fotodegradasi), reaksi oksidatif oleh suhu tertentu (*thermooxidative degradation*), degradasi karena suhu tinggi (*thermal degradation*) dan aktivitas air di perairan menjadi penyebab limbah plastik terdegradasi menjadi puing plastik yang lebih kecil (mikroplastik).

Mikroplastik dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, yaitu: mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Cole *et al.*, 2011). Mikroplastik primer lebih mengarah pada limbah dari penggunaan produk pengobatan (medis) dan produk kecantikan (kosmetik) yang pada umumnya mengandung *microplastic scrub*. Padahal sebelum tahun 1980 untuk keperluan kecantikan (kosmetik) beberapa bersumber dari bahan-bahan alami. Namun, tingkat efektivitas yang lebih tinggi pada *scrub* mampu mengalahkan bahan-bahan alami yang digunakan untuk kecantikan sebelum tahun 1980. Sehingga, penggunaan *scrub* ini meningkat pesat seiring dengan dipatenkannya menjadi bahan kosmetik yang resmi. Contoh lain pada teknologi *airblasting* pada kapal, digunakan untuk menghilangkan korosi pada komponen-komponen kapal, dan terdapat bahan baku yang terdiri dari beberapa unsur mikroplastik.

Mikroplastik sekunder lebih mengarah kepada puing (fragmen) plastik yang lebih kecil dari puing plastik yang memiliki ukuran lebih besar. Keberadaan fragmen plastik ini akan terpengaruh oleh proses kimiawi, biologi dan secara fisik. Fotodegradasi menjadi salah satu penyebab degradasi mikroplastik, melalui paparan sinar ultraviolet (UV) dan akan menyebabkan degradasi pada fragmen mikroplastik menjadi lebih kecil bergantung pada jenis polimernya.

Berdasarkan polimernya, mikroplastik terbagi dalam beberapa jenis polimer. Diantaranya (Matsui *et al.*, 2020) yaitu: polietilen (PE), polipropilen (PP), polistirena (PS), polivinil klorida (PVC), polimetil metakrilat (PMMA), nilon-6 (N6), nilon-6,6 (N66), akrilonitril-butadiena-stirena, kopolimer (ABS), polietilen tereftalat (PET), polikarbonat (PC) dan poliuretan berbasis metilen difenildiisosiyanat (PU).

Saat ini, limbah plastik menjadi objek perhatian dalam hal pencemaran lingkungan, baik pada ekosistem darat maupun perairan sehingga memberikan ancaman terhadap keberlanjutan bumi (Tahir *et al.*, 2019). Secara global, pada tahun 2010 limbah plastik mendekati angka 13 juta metrik ton (MT) yang berasal lebih dari 190 negara di dunia yang masuk ke ekosistem perairan (Jambeck *et al.*, 2015).

## **B. Alur Sebaran Mikroplastik**

Berdasarkan beberapa penelitian, pencemaran mikroplastik terjadi pada beberapa ekosistem perairan, seperti: danau, sungai, muara dan laut (Yuan *et al.*, 2019; Yin *et al.*, 2019; Wicaksono *et al.*, 2020; Jiang *et al.*, 2020; Pleiter *et al.*, 2020; Alfonso *et al.*, 2020; Taha *et al.*, 2021). Pencemaran mikroplastik terjadi, karena didasari oleh berbagai alasan: hidrodinamik, topografi, kegiatan perikanan, kegiatan pertanian dan limbah rumah tangga (domestik) (Basseling *et al.*, 2016; Yuan *et al.*, 2019).

Seiring dengan jalur-jalur aliran air limbah baik itu bermula dari saluran irigasi masyarakat kemudian dengan beberapa jalur yang dilaluinya, kemungkinan besar dapat terjadi pencemaran mikroplastik. Pada penelitian Wicaksono *et al.* (2020) terjadi pencemaran mikroplastik di Sungai Jenebereng, Indonesia dengan konsentrasi 1,20-3,19 partikel/m<sup>3</sup>, sedangkan pada penelitian lain yang dilakukan di Danau Poyang, China juga terjadi pencemaran mikroplastik dengan konsentrasi pada air sebesar 5-34 partikel/liter dan pada ikan (*Carrasius auratus*) sebanyak 0-18 partikel/individu (Yuan *et al.*, 2019). Selanjutnya pada penelitian lain, pencemaran mikroplastik terjadi lagi di Muara Terengganu, Malaysia dengan konsentrasi pada air 545,8 partikel/m<sup>3</sup> (Taha *et al.*, 2021), serta pencemaran mikroplastik di Laut Kuning Selatan, China dengan konsentrasi 4,5-6,5 partikel/liter (Jiang *et al.*, 2020).

Sebaran mikroplastik sebelum mencapai lautan, terlebih dahulu melalui beberapa jalur perairan seiring berlangsungnya berbagai faktor degradasi sekaligus mencemari perairan yang dilaluinya. Misalnya saja bermula dari limbah domestik, peternakan, pertanian, industri kemudian memasuki saluran irigasi, sungai-sungai kecil dan menuju danau sekitar, kemudian berakhir di perairan laut, seiring dengan faktor biodegradasi, fotodegradasi, *thermooxidative*, *thermal degradation* dan *hydrolysis*, maka pencemaran mikroplastik semakin meluas pada perairan yang dilaluinya.

## **C. Mikroplastik di Perairan Tawar**

Beberapa penelitian, dominan menunjukkan studi mikroplastik pada ekosistem perairan laut yang diduga sebagai tempat terakhir mikroplastik, sedangkan

pencemaran mikroplastik pada ekosistem perairan tawar dan organismenya masih kurang (Basseling *et al.*, 2016; Yuan *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2020). Padahal pencemaran mikroplastik di perairan tawar tidak kalah pentingnya untuk diteliti (Wang *et al.*, 2020). Pencemaran mikroplastik selain terjadi di ekosistem laut, muara dan sungai, juga dapat terjadi di danau (Yuan *et al.*, 2019; Yin *et al.*, 2019; Pleiter *et al.*, 2020; Alfonso *et al.*, 2020), sedangkan di Indonesia penelitian pencemaran mikroplastik di danau belum pernah dilakukan.

Sebagian mikroplastik, berawal dari lingkungan darat sebelum mencapai perairan laut sebagai tempat terakhir. Perairan tawar (saluran irigasi, waduk, danau dan sungai) menjadi penerima sekaligus sebagai jalur migrasi pencemaran mikroplastik dari pemukiman, industri, pertanian dan perikanan sebelum menuju ke perairan laut. Konsentrasi mikroplastik bervariasi diberbagai wilayah perairan, juga dengan masing-masing penyebab yang menghadirkan mikroplastik. Secara umum, limbah antropogenik dan transfer melalui atmosfer menjadi penyebab keberadaan mikroplastik.

Mikroplastik yang berada di perairan tawar, tepatnya yang berada di perairan danau bersumber dari limbah masyarakat sekitar atau kegiatan antropogenik dan berbagai penyebab yang lainnya hingga yang bersumber dari atmosfer (Allen *et al.*, 2019). Limbah dari beberapa aktivitas seperti; perikanan komersial, perkapalan, proses ledakan udara, produk perawatan kecantikan (kosmetik) yang dibuang ke alam, turut berkontribusi menghadirkan mikroplastik di danau (Free *et al.*, 2014; Alfonso *et al.*, 2020). Beberapa penelitian mengemukakan bahwa berbagai faktor eksternal juga turut mempengaruhi konsentrasi mikroplastik disuatu wilayah, seperti: arus permukaan yang bergerak karena pengaruh angin, banjir, limpasan, pelepasan bendungan, pengembangan wilayah hingga pariwisata (Fischer *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2018; Meng *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian mikroplastik di danau memiliki konsentrasi yang berbeda-beda dengan masing-masing penyebab. Alfonso *et al.*, (2020) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa limpasan dari pemukiman perkotaan, limbah tekstil dan aktivitas perikanan menyebabkan keberadaan mikroplastik dengan konsentrasi rata-rata  $0,9 \pm 0,6$  partikel/ $m^3$  di Petagonian, Argentina. Kemudian, keberadaan mikroplastik dengan konsentrasi 0,62-4,31 partikel/ $m^2$  di Danau Dongting, China disebabkan oleh limbah plastik sehari-hari dan migrasi perairan dari sungai-sungai sekitarnya (Hu *et al.*, 2020). Mikroplastik lebih tinggi ditemukan di Danau Ontario, Kanada dengan konsentrasi 0,8-15,4 partikel/liter yang disebabkan oleh limpasan air hujan, limpasan pertanian dan limbah air yang diolah (Grbic *et al.*, 2020).

Keberadaan mikroplastik pada lingkungan perairan danau berpotensi mengancam keberadaan organisme yang berada di perairan tersebut, utamanya organisme akuatik yang menjadi mata pencaharian masyarakat sekitar untuk dikonsumsi. Bentuk dan ukuran mikroplastik yang kecil dan menyerupai plankton sebagai pakan alami di perairan, sehingga hewan akuatik berpotensi besar keliru dalam kegiatan konsumsi makanan. Berdasarkan hal tersebut, maka mikroplastik di perairan tawar terdistribusi setidaknya pada dua kompartemen, yaitu pada perairan (air) dan organisme perairan (hewan akuatik) yang akan dikonsumsi masyarakat sekitar. Padahal dalam penelitian telah diketahui bahwa mikroplastik berpotensi membahayakan kesehatan, baik pada hewan akuatik (Wang *et al.*, 2019) maupun pada manusia (Wang *et al.*, 2018). Hal tersebut karena mikroplastik bersifat absorban, dapat menyerap berbagai zat kimia beracun, seperti: PCB, PAH, HCH, DDT yang tentunya dapat membahayakan kesehatan hewan akuatik sekaligus dapat membahayakan dan mengancam kesehatan pada manusia yang mengonsumsinya (Wang *et al.*, 2018).

#### **D. Mikroplastik pada Ikan Air Tawar**

Keberadaan mikroplastik pada organisme, khususnya pada ikan yang dikonsumsi manusia, tidak lepas dari ketersediaan mikroplastik di perairan. Berbagai penyebab hadirnya mikroplastik di perairan telah diuraikan dari beberapa penelitian. Pada perairan tawar, sungai dan danau adalah jalur utama yang tercemar mikroplastik sebelum berujung di perairan laut. Sekaligus berpotensi membahayakan organisme perairan, khususnya ikan yang akan dikonsumsi masyarakat. Jumlah mikroplastik yang ada pada ikan bukan hanya karena jenis spesies yang berbeda, melainkan karena faktor habitat dan strategi makan dari ikan tersebut (Azizi *et al.*, 2021).

Mikroplastik di perairan tawar dapat mempengaruhi kualitas hidup organisme akuatik, baik secara tidak langsung maupun secara langsung (Azizi *et al.*, 2021). Beberapa organisme akuatik mengalami kematian, gangguan pencernaan, luka tenggerokan, dan lain-lain (Eerkes-Medrano *et al.*, 2015). Selain itu, pada plastik ditemukan bahan yang mengandung zat aditif dan bersifat karsinogen dari beberapa produksi tekstil, kemasan dan pakaian.

Bentuk dan ukuran mikroplastik di perairan tawar juga sangat berpengaruh karena menyerupai makanan ikan seperti: plankton, organisme kecil, limbah organik dan anorganik (Zheng *et al.*, 2019). Ikan dapat terkecoh dalam memilih makanan untuk dikonsumsi dan mikroplastik dengan bentuk serat adalah yang paling umum ditemukan pada ikan. Mikroplastik juga diduga berpeluang dapat berkontribusi pada siklus rantai

makanan dan dapat berpindah sesuai dengan konsep biomagnifikasi. Melalui kegiatan mangsa-memangsa dari level tropik yang tinggi terhadap level tropik yang rendah, proses perpindahan mikroplastik dapat terjadi hingga pada manusia yang mengkonsumsi ikan dengan kandungan mikroplastik (Thompson *et al.*, 2009; Santillo *et al.*, 2017).

Beberapa penelitian mengemukakan tentang keberadaan mikroplastik diberbagai organisme bahkan pada level tropik terendah, seperti pada zooplankton (Cole *et al.*, 2013). Keberadaan mikroplastik pada berbagai level tropik, semakin memperluas ancaman dan potensi membahayakan terhadap ikan yang akan dikonsumsi masyarakat. Bahwa selain terpapar langsung dari perairan, juga sangat berpotensi didapatkan dari siklus rantai makanan.

Secara umum, untuk mendeteksi keberadaan mikroplastik pada ikan yang akan dikonsumsi masyarakat, dapat diketahui melalui organ pencernaan ikan (*gastrointestinal tract*), usus (*intestine*), insang (*gills*) (Lusher *et al.*, 2013; Yuan *et al.*, 2019; Zheng *et al.*, 2019; Sun *et al.*, 2021). Meskipun organ tersebut tidak dikonsumsi khusus oleh manusia, namun keberadaan mikroplastik dalam organ ikan tetap membahayakan dan mengancam kesehatan manusia. Hal tersebut dikarenakan mikroplastik sebelum masuk ke dalam organ tubuh ikan mengakumulasi zat-zat kimia yang bersifat toksik dan karsinogen. Selain itu, mikroplastik juga berpotensi menghadirkan biofilm yang dapat menjadi sumber mikroba patogen (Leslie *et al.*, 2013; Eerkes-Medrano *et al.*, 2015; Koelmans *et al.*, 2019).

Konsentrasi mikroplastik pada ikan air tawar bervariasi. Sun *et al.* (2021) dalam penelitiannya di China menemukan konsentrasi mikroplastik 0,015 partikel/gram pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*), sedangkan pada ikan mas (*Cirrhinus molitorella*) dengan konsentrasi 0,031 partikel/gram yang berfokus pada organ saluran pencernaan dan insang. Pada penelitian Kasamesiri *et al.* (2020) di Thailand menemukan keberadaan mikroplastik dengan konsentrasi 1,6 partikel/individu pada ikan *Mystus bocourti*, sedangkan pada *Labridae longibarbis* dengan konsentrasi 1,2 partikel/individu. Kemudian Wang *et al.* (2020) mendeteksi 5,0 partikel/individu konsentrasi mikroplastik pada ikan *Cyprinus carpio*.

Pada kondisi tersebut, khususnya pada penelitian Sun *et al.* (2021) memiliki potensi yang berbahaya pada manusia sebagai konsumen, karena ikan nila dan ikan mas merupakan ikan yang disenangi masyarakat sekitar untuk dikonsumsi. Demikian juga pada penelitian yang lainnya, dengan kondisi ikan yang mengandung mikroplastik dan menjadi konsumsi yang disenangi masyarakat.

Beberapa penelitian telah diuraikan mengenai urgensi keberadaan mikroplastik pada organisme akuatik. Utamanya pada ikan yang dikonsumsi manusia, dapat

mengancam dan membahayakan kesehatan manusia. Namun sebelum sampai pada manusia sebagai konsumen, ikan yang mengonsumsi mikroplastik secara tidak sengaja di perairan, terlebih dahulu mengalami beberapa gangguan kesehatan (Wang *et al.*, 2018; Jabeen *et al.*, 2018; Qiao *et al.*, 2019; Naidoo *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2020).

#### **E. Dampak Mikroplastik**

Berdasarkan penelitian Wang *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa mikroplastik dapat menyerap berbagai zat kimia beracun, seperti: PCB, PAH, HCH, DDT yang tentunya dapat membahayakan kesehatan organisme akuatik, sehingga mengonsumsi hewan akuatik yang telah tercemar mikroplastik dapat membahayakan kesehatan pada manusia. Pada aspek fungsi fisiologis dan nilai nutrisi pada biota, cemaran mikroplastik dapat mengganggu fisiologi dan perilaku organisme (*behavior*). Kemudian, dampak dari mikroplastik menyebabkan aktivitas makan melambat, nafsu makan berkurang, dan berpengaruh pada kualitas gizi (protein, karbohidrat dan lipid) yang menyebabkan pertumbuhan melambat dan lebih rendah (Yin *et al.*, 2018; Yin *et al.*, 2019).

Ditinjau dari aspek organ pada biota, mikroplastik sangat bersifat toksik dan menyebabkan kerusakan pada mukosa, meningkatkan permeabilitas, peradangan, gangguan metabolisme, perubahan bakteri tertentu dan berujung pada kelangsungan hidup biota (Qiao *et al.*, 2019; Naidoo *et al.*, 2019).

Pada penelitian Chen *et al.* (2020) mengemukakan bahwa mikroplastik memberikan dampak buruk pada hewan akuatik ikan zebra dan ikan nila, utamanya pada proses metabolismenya. Bahwa ketika proses metabolisme mengalami gangguan, maka pertumbuhan dan kebiasaan hidup dari hewan akuatik juga akan turut terganggu. Jumlah mikroplastik yang ada pada ikan dapat dianggap sebagai representatif dari keberadaan mikroplastik di perairan.

Keberadaan mikroplastik pada ikan mas (*Carrasius auratus*) dapat menyebabkan kerusakan mekanis pada sekitar rahang. Selain itu, keberadaan partikel mikroplastik pada saluran pencernaan juga dapat menyebabkan penyumbatan dan cedera/luka (Jabeen *et al.*, 2018). Kemudian dampak lain yang diderita pada ikan yang mengandung mikroplastik, dapat memberikan perubahan tingkah laku hingga pada respon stress pada ikan (Choi *et al.*, 2018).

Berbagai macam dampak yang ditimbulkan dari mikroplastik terhadap hewan akuatik, tidak lepas dari sifat dan kondisinya sebagai bahan toksik yang mampu mengakumulasi berbagai zat karsinogen dari perairan (Chen *et al.*, 2020; Kasamesiri *et*

al. 2020; Sun *et al.*, 2021). Kemudian dengan kondisi tersebut masuk ke dalam tubuh hewan akuatik dan dalam kondisi tertentu dalam saluran pencernaan ikan, zat-zat karsinogen yang terkandung pada partikel mikroplastik terlepas, hingga memberikan dampak buruk pada ikan (Rochman, 2015).

Seiring dengan proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh ikan, meskipun dalam keadaan metabolisme yang terganggu. Mikroplastik yang sebelumnya berada pada saluran pencernaan, akan keluar kembali bersamaan dengan hasil metabolisme. Kemudian, mikroplastik yang bebas di perairan memiliki potensi akan dikonsumsi kembali oleh hewan akuatik (Azizi *et al.*, 2021; Sun *et al.*, 2021)

Beberapa penelitian telah menguraikan mengenai kondisi dan keberadaan mikroplastik yang memiliki dampak buruk pada kehidupan dan kesehatan hewan akuatik (Wang *et al.*, 2018; Qiao *et al.*, 2019; Naidoo *et al.*, 2019), khususnya pada ikan air tawar yang dikonsumsi manusia, sedangkan untuk mengetahui keberadaan mikroplastik baik pada perairan maupun pada biota, memerlukan metode khusus dalam mengisolasi partikel mikroplastik.

#### **F. Isolasi Mikroplastik**

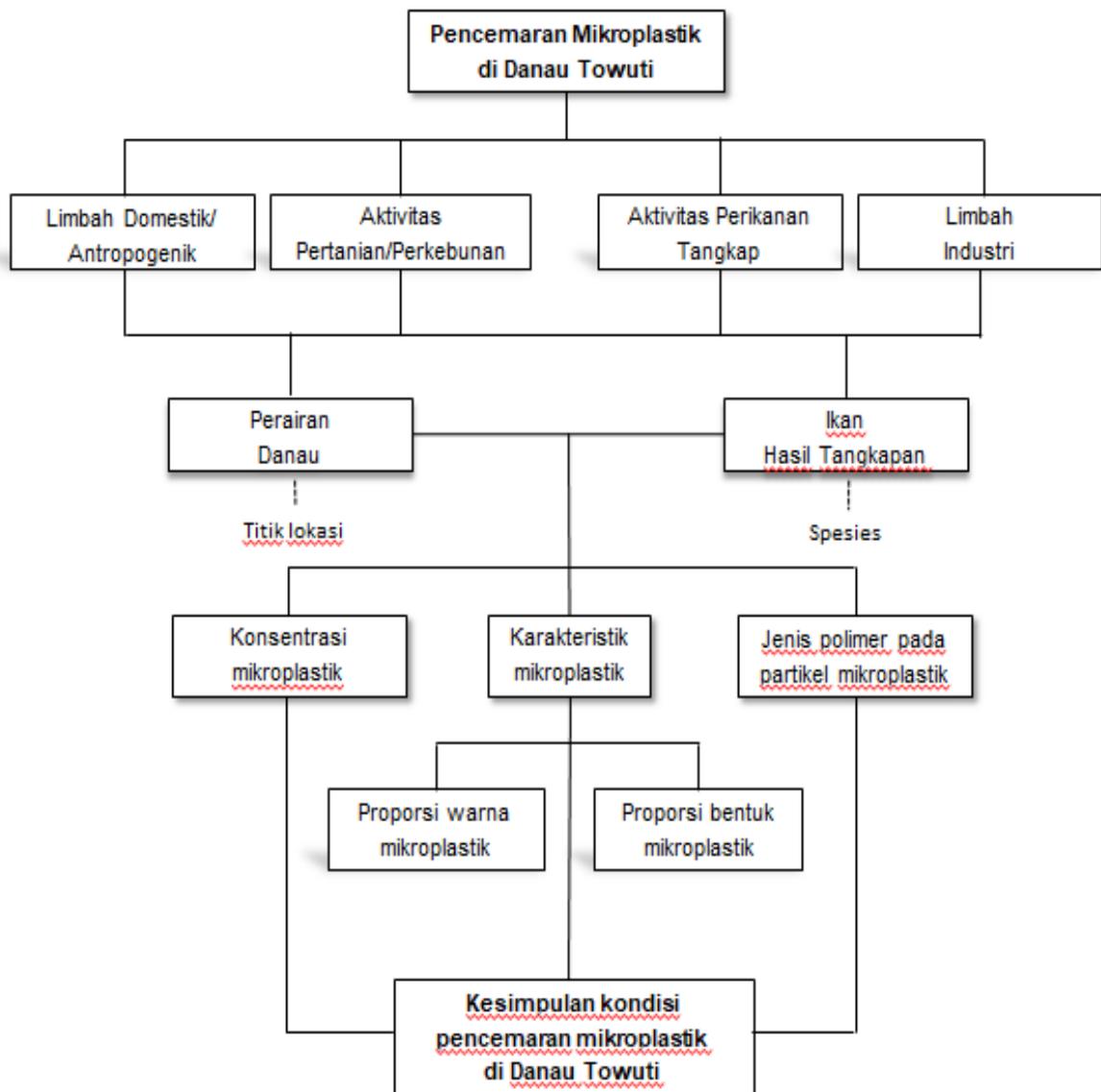
Secara umum isolasi mikroplastik dari perairan menggunakan alat yang menyerupai *plankton-net*, yaitu *manta trawl* atau *neuston-net*. Penggunaan alat tersebut menyerupai cara kerja pada *plankton net*, dapat digunakan pada perairan yang memiliki gelombang air dan bekerja lebih baik ketika gelombang di perairan lebih kecil atau lebih tenang mencegah kondisi alat dari kerusakan. Pada umumnya jaring pada *neuston net* menggunakan jaring dengan ukuran mesh size 300  $\mu\text{m}$  – 350  $\mu\text{m}$ . Secara umum, penarikan *neuston net* dengan kecepatan 1-5 knot. Kemudian, hal yang penting untuk diperhatikan adalah memastikan bahwa tidak ada sampel mikroplastik yang tertinggal pada botol *cod-end* ketika memindahkan ke wadah sampel (Loder and Gerdts, 2015).

Isolasi mikroplastik pada hewan akuatik (biota) umumnya ditargetkan pada ususnya (Loder and Gerdts, 2015; Lusher *et al.*, 2016). Sesuai dengan tingkah laku biota ketika mengonsumsi mikroplastik di perairan karena memiliki bentuk dan ukuran yang menyerupai pakan alami (plankton), sedangkan pembahasan tentang konsumsi akan berkaitan dengan usus. Dalam mengisolasi mikroplastik pada usus memerlukan teknik *digestion* agar material mikroplastik dapat dipastikan dan tidak diragukan masih mengandung material biologis pada organ pencernaan dari biota tersebut. Pada teknik *degestion* dilakukan dengan penggunaan asam kuat dan basa kuat seperti KOH 10% melalui cara merendamkan pada usus dari biota. Teknik *digestion* tersebut telah

terbukti dapat menghilangkan material biologis lainnya, kemudian tidak merusak dan dapat mempertahankan keberadaan partikel mikroplastik yang terkandung pada usus dengan baik (Foekema *et al.*, 2013; Lusher *et al.*, 2016).

### G. Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, kerangka pikir penelitian dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

Beberapa hal yang menjadi penyebab pencemaran mikroplastik yang terjadi di Danau Towuti yaitu: limbah domestik, aktivitas pertanian atau perkebunan, aktivitas perikanan tangkap dan limbah domestik. Dari beberapa penyebab tersebut kemudian perairan danau dan ikan hasil tangkapan nelayan menjadi objek pencemaran

mikroplastik. Perairan danau dapat ditinjau dari beberapa titik lokasi, sedangkan ikan hasil tangkapan dapat ditinjau dari beberapa spesies.

Pencemaran mikroplastik dapat diamati pada tiga parameter, yaitu: konsentrasi mikroplastik, karakteristik mikroplastik dan jenis polimer pada partikel mikroplastik. Karakteristik mikroplastik juga dapat diamati dari warna dan bentuk mikroplastik. Kemudian dari beberapa parameter tersebut dapat disimpulkan mengenai kondisi pencemaran mikroplastik di Danau Towuti.