

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Donggala merupakan salah satu wilayah yang berada di Sulawesi Tengah, yang memiliki 15 pulau-pulau kecil yang berbatasan langsung sebelah barat dengan Selat Makassar (Rukka, 2016). Memiliki kawasan laut yang mengelilingi wilayah kota Palu dan beberapa pulau, Kabupaten Donggala ini memiliki perikanan tangkap yang cukup besar. Berdasarkan data dari Dinas Kelautan dan Perikanan hasil produksi perikanan tangkap dari tahun 2016, 2017, 2018, 2019 hingga 2020 berturut-turut sebesar 22.998 ton, 24.520 ton, 18.022 ton, 20.759 ton, dan 15.414 (DKP Sulawesi Tengah, 2020). Beberapa hasil tangkapan nelayan yang tergolong ikan ekonomis penting didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Labuan Bajo, diantaranya spesies ikan *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816), *Decapterus macarellus* (Cuvier, 1833), *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758) *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788), *Anguilla marmorata*, *Pterocaesio pisang* dan jenis ikan lainnya (Hermawan et al., 2022).

PPI Labuan Bajo merupakan pusat lingkungan kerja berbasis ekonomi perikanan bagi masyarakat sebagai upaya pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan nelayan (Riani et al., 2022). Beberapa fasilitas yang ada di PPI Labuan Bajo yaitu dermaga, kolam pelabuhan, perbaikan jaring, pabrik es, air bersih, tempat pelelangan ikan higienis (TPIH), dan stasiun pengisian bahan bakar nelayan (SPBN) (Aminullah et al., 2021). Aktivitas yang ada di PPI Labuan Bajo dimulai dari pendaratan hasil tangkapan (PHT), penyediaan kebutuhan melaut, pemasaran dan pengolahan (Aminullah et al., 2021). Semakin banyaknya aktivitas masyarakat ditambah dengan meningkatnya kepadatan jumlah penduduk di dalam suatu wilayah serta kemajuan ekonomi sosial masyarakat di PPI Labuan Bajo menyebabkan konsumsi masyarakat terhadap barang dan jasa semakin meningkat. Akibatnya, sampah sampah di laut akan terus mengalami peningkatan.

Sampah laut (*marine debris*) merupakan sisa bahan-bahan yang diproduksi secara langsung atau tidak langsung oleh manusia berbentuk zat padat yang dibuang ke lingkungan laut (Hastuti et al., 2014). Sampah laut terdiri dari material yang memiliki jenis yaitu sampah organik dan anorganik yang tidak mudah terurai dan menumpuk di lingkungan laut (Ningsih, 2020). Sumber sampah- sampah di laut terutama sampah plastik di Kabupaten Donggala sebagian besar akibat adanya aktivitas masyarakat sepanjang pesisir, limbah industri, limbah rumah tangga yang berasal dari perkotaan masuk ke perairan Teluk Palu dan perairan Kabupaten Donggala (Hermawan et al., 2022). Menurut pernyataan dari Cordova et al (2024), sampah plastik adalah material yang terdiri dari berbagai ukuran (kecil hingga berukuran besar) yang dapat masuk ke perairan dan sulit terurai akibat pengaruh lingkungan seperti peningkatan temperatur, paparan UV-B dan tekanan mekanik. Kemudian akan terpecah menjadi bentuk plastik dengan ukuran yang lebih kecil berukuran 5 mm hingga 1 μ m, partikel ini disebut sebagai mikroplastik (MP)

(GESAMP , 2015). Berikut GESAMP (2019) membagi klasifikasi plastik dan bentuk mikroplastik yang sering ditemukan di lingkungan laut, dapat terlihat pada (Tabel 1) dan (Tabel 2).

Tabel 1. Kategori sampah plastik berdasarkan ukurannya

Kategori Sampah Plastik	Ukuran Plastik
Megaplastik	> 1 m
Makroplastik	25-1000 mm
Mesoplastik	1-25 mm
Mikroplastik (MP)	> 5 mm
Nanoplastik	<1 μ m

Sumber : GESAMP (2019)

Tabel 2. Klasifikasi MP berdasarkan bentuknya

Klasifikasi bentuk	Karakteristik/istilah lain yang digunakan
<i>Fragmen</i>	Partikel keras, berbentuk tidak beraturan, pecahan sampah yang lebih besar
<i>Foam</i>	Partikel berbentuk seperti bulat atau butiran, mudah berubah bentuk dan elastis
<i>Film</i>	Partikel halus disetiap sudutnya dan fleksibel
<i>Line</i>	Partikel keras, berserat dan panjang
<i>Pellet</i>	Partikel keras dengan bentuk bulat, halus atau bentuk granula

Sumber : GESAMP (2019)

Mikroplastik dengan ukurannya yang kecil maupun besar, memberikan dampak bagi ekosistem. mikroplastik dapat menyerap zat-zat aditif beracun pada organisme di perairan seperti POPs, pestisida, dan logam (Rochman, 2015). Spesies beberapa biota laut terbukti mencerna mikroplastik seperti kerang, tiram, kepiting, teripang dan ikan (Sharma & Chatterjee, 2017). Selain itu beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa mikroplastik telah dapat terakumulasi pada zooplankton (Cole et al., 2013) dan cacing laut (Wright et al., 2013). Keadaan terakumulasinya mikroplastik ini menjadi masalah besar apabila meningkat pada level trofik di ekosistem akuatik melalui proses biomagnifikasi yang dapat dikonsumsi manusia (Rochman, 2015).

Ikan yang mencerna mikroplastik dapat menginduksi toksisitas partikel terlokalisasi dengan cara menginduksi respons imun. Dalam tubuh manusia, setelah menelan makanan yang mengandung mikroplastik, maka mikroplastik pertama-tama berinteraksi dengan lapisan mukus saluran pencernaan. Setelah itu, partikel-partikel mikroplastik melintasi lapisan mukosa dan bersentuhan dengan sel epitel. Mikroplastik kemudian mentranslokasi ke sistem limfatik dan sirkulasi melalui sistem ini mencapai dan menumpuk di organ-organ seperti hati, ginjal, limpa, jantung dan otak sehingga berdampak pada kesehatan manusia (Wright & Kelly, 2017).

Konsumsi alternatif partikel mikroplastik dapat menyebabkan perubahan kromosom yang menyebabkan infertilitas, obesitas dan kanker (Sharma & Chatterjee, 2017). Bahaya mikroplastik lainnya pada manusia berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan seperti gangguan metabolisme, gangguan saluran pencernaan, gangguan fungsi ginjal, dan gangguan reproduksi (Aulia et al., 2023).

Mikroplastik dibagi menjadi dua jenis yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Azizah et al., 2020). Mikroplastik primer adalah partikel plastik yang masuk ke dalam perairan secara tidak sengaja atau karena kelalaian saat proses produksi, misalnya dari pelet plastik, produk perawatan pribadi dan kosmetik, kemudian mikroplastik sekunder plastik ukuran besar yang masuk ke lingkungan laut, kemudian terpecah-pecah menjadi ukuran yang lebih kecil (mikro) (Cole et al., 2011) (Tabel 3).

Tabel 3. Mikroplastik Primer dan sekunder berdasarkan sumbernya

Jenis Mikroplastik	Sumber utama
Mikroplastik Primer	Bahan dasar industri plastik (<i>Pellet</i> plastik) Produk perawatan pribadi dan kosmetik Produk kesehatan (pasta gigi/pemutih gigi) Kikisan plastik dari kegiatan industry Cairan dari kegiatan pengeboran
Mikroplastik Sekunder	Alat tangkap ikan (tali dan pelampung plastik) Sampah plastik, timbunan sampah plastic Serat plastik dari tekstil Kikisan plastik dari tempat pembuangan sampah Sampah laut dari kegiatan rekreasi dan kapal Plastik dari wadah kemasan Cat dan pewarna yang terkikis

Sumber: da Costa et al (2017)

Tabel 4. Jenis polimer plastik yang banyak digunakan di Indonesia

Nama Polimer Plastik	Singkatan	Penggunaan umum
<i>Polyethylene terephthalate</i>	PET	Kemasan makanan, benang, material <i>filler</i> , botol minuman
<i>High-density polyethylene</i>	HDPE	Wadah bahan kimia, ember, pipa, kemasan makanan, rak plastic
<i>Polyvinyl chloride</i>	PVC	Wadah, kotak listrik, pipa, rangka jendela, insulator listrik, alas kaki, karpet
<i>Low-density polyethylene</i>	LDPE	Tas, botol olahraga, karton, <i>furniture outdoor</i>
<i>Polypropylene</i>	PP	Tutup botol, isolasi, pipa, tali.
<i>Polystyrene</i>	PS	Pengemasan, insulator panas

<i>Polycarbonate</i>	PC	<i>Compact disc</i> , lensa lampu lalu lintas, perisai plastik, kacamata
<i>Polyamide (nylon)</i>	PA	Benang, senar
<i>Polyester</i>	PL	Tekstil

Sumber : Crawford & Quinn (2017)

Mikroplastik dalam perairan laut bentuknya mirip dengan fitoplankton (Cordova et al., 2021), sehingga menjadi makanan ikan kecil, dimangsa oleh ikan besar, kemudian akan dimakan oleh manusia. Hasil uji laboratorium mendapatkan bahwa mikroplastik dapat dimangsa oleh organisme laut ketika partikel mikroplastik tertelan melintasi saluran pencernaan dan insang lalu memasuki sistem peredaran darah (Wright & Kelly, 2017). Melalui sirkulasi darah, mikroplastik akan memasuki berbagai organ pada ikan (Rao, 2019). Apabila partikel plastik terakumulasi dalam jumlah yang besar dalam tubuh ikan, maka mikroplastik itu bisa menyumbat saluran pencernaan ikan (Browne et al., 2011).

Ikan yang berekonomis penting seperti ikan pelagis, ikan yang hidupnya berada di sekitaran permukaan air dan demersal yaitu jenis ikan yang hidupnya berada di dasar atau dekat dasar perairan (Nelwan et al., 2015). Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Baalkhuyur et al (2018) di pesisir laut Merah, Arab Saudi dan Digka et al (2018) di Laut Ionian Utara ditemukan berbagai mikroplastik pada kerang dan beberapa spesies ikan. Selanjutnya menurut penelitian Lusher et al (2013) disebutkan bahwa dari 504 ikan pelagis dan demersal yang diteliti, sebanyak 36,5% ditemukan mikroplastik dalam saluran pencernaannya. Penelitian dari Hermawan et al (2022) pada ikan konsumsi di Teluk Palu ada 18 ekor ikan konsumsi yang terpapar cemaran mikroplastik pada saluran pencernaan yang didominasi oleh jenis fragmen sebesar 86%. Kemudian berdasarkan penelitian oleh Ashuri et al (2023) dengan mengidentifikasi jenis dan kelimpahan mikroplastik pada ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Samarinda menemukan ikan yang paling banyak mengandung mikroplastik adalah ikan demersal yaitu ikan baronang (*Siganus sp*) sebanyak 3-9 partikel/ekor, ikan bandeng (*Chanos sp*) sebanyak 3-7 partikel/ekor kemudian pada ikan tongkol (*Euthynnus sp*) ditemukan sebanyak 2-8 partikel/ekor dan pada ikan layang (*Decapterus sp.*) sebanyak 2-4 partikel/ekor. Pernyataan hasil dari penelitian lainnya oleh Sarasita et al (2020) menunjukkan bahwa ikan ekonomis penting di perairan Selat Bali mengandung mikroplastik dengan kelimpahan total tertinggi berkisar 3,83 – 7,03 partikel/individu yang ditemukan pada ikan lemuru diikuti oleh ikan banyar, layang dan layur. Selain itu dalam penelitian ini dilakukan juga pengukuran *hepatosomatic indeks* (HSI) untuk mengetahui nilai rasio berat organ hati dengan berat ikan sebagai salah satu indeks pencemaran mikroplastik pada lingkungan perairan.

Hepatosomatic Index (HSI) merupakan bioindikator spesifik dari paparan kontaminasi yang dapat digunakan sebagai salah satu indeks pencemaran lingkungan. Karena fungsi detoksifikasi hati, paparan kontaminan yang sering terjadi dapat menyebabkan peningkatan ukuran hati seperti hipertrofi (peningkatan ukuran),

hiperplasia (peningkatan jumlah hepatosit) (Syarif & Putri, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Putra et al (2020) pada ikan sembilang (*Plotus sp.*) di Teluk Pulau Bintan menunjukkan bahwa semakin besar bobot dan panjang ikan maka organ hati juga semakin besar ditunjukkan dengan peningkatan nilai HSI. Selain itu nilai HSI menunjukkan kondisi keberadaan kelimpahan nutrisi atau makanan di lingkungan perairan, dapat berpengaruh terhadap Tingkat Kematangan Gonad (TKG) dan fase reproduksi (Tresnati et al., 2018). Berdasarkan hasil penelitian Amelinda et al (2021) tentang keberadaan mikroplastik pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) diperoleh korelasi positif antara rata-rata HSI dengan rata-rata jumlah mikroplastik pada saluran pencernaan ikan. Kemudian Penelitian dari Putra et al (2022) dengan mengidentifikasi mikroplastik pada Baronang Linggis (*Siganus canaliculatus*) di ekosistem lamun diperoleh hasil adanya pengaruh positif tetapi tidak signifikan antara kelimpahan mikroplastik yang tertinggal dengan HSI pada ikan. Makanan yang berlimpah menyebabkan ikan-ikan akan meningkatkan konsumsinya yang akan menjadi cadangan lemak di hatinya. Hal ini memungkinkan ikan secara tidak sengaja menelan mikroplastik yang ikut tercampur dengan nutrisi yang terdapat di perairan. Dari permasalahan tersebut, pentingnya dilakukan penelitian mengenai kelimpahan kandungan pencemaran mikroplastik pada ikan ekonomis penting di PPI Labuan Bajo untuk mengetahui korelasi antara mikroplastik yang ditemukan dengan HSI yang mencemari lingkungan di wilayah perairan tersebut.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Dampak mikroplastik terhadap keamanan pangan

Keamanan pangan (*food safety*) menjadi banyak perhatian karena meningkatnya penyakit yang ditularkan akibat kontaminasi melalui makanan laut (Unuofin & Igwaran, 2023). Keamanan pangan dipengaruhi oleh kontaminasi dari tanah, udara, masalah kualitas air, mekarnya alga yang berbahaya, patogen, pengasaman laut dan perubahan iklim (Bank et al., 2020). Kontaminasi makanan dengan berbagai bahan kimia, patogen mikroba, racun, dan ancaman lingkungan lainnya merupakan ancaman umum bagi keamanan pangan (Hu et al., 2014). Salah satu bahan kimia yang membahayakan bagi manusia dan biota yang mengkonsumsinya adalah mikroplastik. EFSA (2016), Menyatakan mikroplastik sebagai banyaknya campuran monomer secara berulang dengan bentuk berbeda-beda (fragmen, serat, sferoid, butiran, pelet, serpihan, atau manik-manik) yang dimensinya antara 0,1 µm dan 5000 µm, kemudian nanoplastik didefinisikan sebagai partikel plastik mulai dari 0,001 µm hingga 0,1 µm. Komposisi dan karakteristik monomer polimer serta distribusi ukuran partikel merupakan faktor utama yang memengaruhi potensi bahaya mikroplastik (Yuan et al., 2022). Karena mikroplastik terlibat dalam rantai makanan, keamanan pangan manusia menjadi rentan (Silva et al., 2018). Kontaminasi dari mikroplastik dapat terjadi akibat adanya tekanan

mekanis yang disebabkan oleh faktor lingkungan tertentu yang dapat diterima dari udara, tanah, maupun air (Unuofin & Igwaran, 2023).

Keamanan pangan menjadi perhatian global karena kontaminasi mikroplastik dengan makanan laut terutama ikan dan udang (Yao et al., 2019). Disisi lain keberadaan mikroplastik dalam jaring makanan menyebabkan munculnya risiko keamanan pangan bagi kesehatan manusia (Silva et al., 2018). Paparan jalannya mikroplastik meliputi dari makanan laut, air, garam, dan produk makanan lainnya (Yuan et al., 2022). Kemudian beberapa penelitian yang dilaporkan mikroplastik telah mencemari ekosistem laut, termasuk biota di berbagai tingkat trofik, seperti krustasea (Zhang et al., 2019), bivalvia (Zhao et al., 2018), mamalia (Nelms et al., 2018), dan ikan (Feng et al., 2019). Kemudian mikroplastik dapat masuk atau tertanam di berbagai bagian organisme, seperti hati (Collard et al., 2017), saluran pencernaan dan insang (Rofiq & Sari, 2022). Kemampuan mikroplastik melalui sistem pencernaan ke jaringan lain dalam tubuh organisme perairan menimbulkan kekhawatiran tentang keamanan pangan atau makanan laut yang merupakan kebutuhan konsumsi manusia (Karami et al., 2017).

Makanan laut terutama ikan adalah sumber utama protein hewani dan merupakan lebih dari 20% asupan makanan berdasarkan berat untuk lebih dari 1,4 miliar orang (Golden et al., 2016). Keamanan pangan menyarankan agar semua orang secara teratur dapat memiliki akses ekonomi dan fisik mengkonsumsi makanan yang aman, memadai, dan bergizi sebagai bentuk pemenuhan kebutuhan (FAO, 2017). Selanjutnya, FAO (2019) menyebutkan ada empat pilar utama ketahanan pangan yaitu ketersediaan, akses, pemanfaatan, dan stabilitas pangan. Pencemaran mikroplastik di perairan laut yang efeknya akan memberikan pengaruh yang serius kepada biota air atau ikan yang sebagiannya telah dijadikan sebagai sumber pangan yang penting bagi manusia. Saat ini, beberapa faktor risiko yang diketahui yang mempengaruhi keamanan pangan termasuk eutrofikasi, patogen, penipisan oksigen, polusi, variabilitas iklim dan kategori pencemaran mikroplastik saat ini masuk sebagai pencemar pangan baru (*novel food contaminant*) (Tuhumury & Ritonga, 2020). Partikel kecil sampah plastik atau mikroplastik halus yang tertelan oleh organisme laut dapat menyebabkan penyumbatan usus sedangkan mikroplastik keras dengan bentuk tidak beraturan dan tepi tajam dapat menembus dinding usus, melukai, dan merusak sistem pencernaan (Ahrendt et al., 2020). Dampak atau efek samping mikroplastik ini dapat mengurangi asupan makanan pada biota laut, yang akhirnya menyebabkan kelaparan dan kematian (Bucci et al., 2020). mikroplastik mengandung zat aditif kimia serta polutan organik dari berbagai sumber di lingkungan perairan sehingga menjadi ancaman bagi kesehatan manusia atau organisme (Farady, 2019). Contoh aditif plastik tersebut meliputi: nonylphenol, yang merupakan bahan kimia pengganggu endokrin (EDC) yang secara teratur ditambahkan dalam polivinil-klorida (PVC) dan polietilen densitas tinggi (PE) untuk mencapai termostabilitas plastik yang tinggi (Wu et al., 2020). Kehadiran mikroplastik dalam makanan laut seperti ikan mengganggu pilar ketersediaan, pemanfaatan pangan dan keamanan pangan, mengingat sebagian besar kebutuhan pangan manusia berasal dari ikan (Rangkuti et al., 2017). Makanan utama ikan

seperti plankton atau mikroalga yang menjadi makanannya, mikroplastik dapat mereduksi proses fotosintesis dan pertumbuhannya. Ikan akhirnya secara tidak sengaja atau sengaja menelan partikel mikroplastik kecil dan menumpuknya di saluran pencernaannya (Curren et al., 2020). Efek toksik mikroplastik pada ikan dan biota air lainnya dapat mengurangi asupan makanan, menunda pertumbuhan, menyebabkan kerusakan oksidatif, dan perilaku abnormal (Li et al., 2020). Sebuah penelitian menunjukkan bahwa paparan mikroplastik yang paling umum berasal dari konsumsi, sehingga sumber utama paparan mikroplastik diduga dari konsumsi makanan (Oleksyuk et al., 2022).

Mikroplastik telah diteliti oleh Bouwmeester et al (2015), mikroplastik dapat masuk ke seluruh organ hewan termasuk ikan yang dapat merusak sel. Akibat konsumsi mikroplastik berdampak buruk pada kesehatan ikan termasuk penurunan intensitas makan, penekanan kekebalan tubuh, dan fungsi insang yang tidak baik (Mallik et al., 2021). Berdasarkan pernyataan tersebut, kita mengetahui bahwa mikroplastik mengancam pilar ketahanan pangan yang lain yaitu rusaknya pemanfaatan pangan laut karena masuknya mikroplastik dan bahan-bahan pencemar berbahaya yang lain. Sebagai upaya pemerintah Indonesia dalam meminimalisir atau menangani hal ini, Pemerintah mengeluarkan peraturan Presiden nomor 97 tahun 2017 tentang kebijakan dan strategi nasional pengelolaan sampah rumah tangga yang didalamnya diatur penanganan dan pengurangan sampah plastik. Selain itu, pada Peraturan Presiden Nomor 83 tahun 2018 tentang penanganan sampah laut. Perlunya keseriusan semua pihak, dari akademisi, pemerintah, LSM, pengusaha, hingga masyarakat umum serta adanya langkah-langkah kesadaran yang dapat diambil seperti menghindari plastik sekali pakai, memilih bahan biodegradable dan melakukan program daur ulang.

1.2.2 Dampak mikroplastik terhadap kesehatan manusia

Salah satu masalah global saat ini yang efeknya cukup membahayakan adalah polusi sampah plastik dan perubahan iklim (Giacovelli, 2018). Plastik sudah ditemukan dimana-mana yang tersebar luas di daratan maupun lautan (permukaan air, dasar laut, dan biota), Hal ini mengakibatkan dapat merugikan lingkungan dan manusia (Auta et al., 2017). Menurut Jambeck et al (2015) disetiap tahunnya berkisar 4,8–12,7 juta ton plastik memasuki lingkungan laut bersumber dari darat akibat aktifitas manusia seperti pembuangan sampah dan sisa buangan hasil penangkapan nelayan yang hilang di laut. mikroplastik tidak hanya berbahaya bagi ikan tetapi juga dapat berdampak pada kesehatan manusia melalui biomagnifikasi. Manusia dapat mengonsumsi ikan yang terkontaminasi mikroplastik dan bahan kimia berbahaya seperti logam berat (merkuri, cadmium, dan timbal), POPs (pestisida dan polutan organik), dan bahan kimia aditif (bisphenol A dan ftalat) yang akan mengakibatkan resiko gangguan kesehatan jangka panjang. Paparan mikroplastik dalam tubuh manusia dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Menurut pernyataan dari Carbery et al (2018) mikroplastik masuk melalui biomagnifikasi dan terjadi bioakumulasi di tubuh manusia sehingga berpotensi

menyebabkan masalah pada pernapasan, timbul penyakit sistem peredaran darah, iritasi pada kulit, pencernaan tersumbat dan sistem reproduksi. Jika paparan mikroplastik pada ikan semakin terus meningkat, Hal tersebut dapat berdampak pada pola konsumsi pangan dan mempengaruhi gizi manusia. Upaya pencegahan yang serius harus dilakukan dengan mengkaji lebih lanjut mengenai polutan mikroplastik yang terkontaminasi pada ikan atau *Seafood* yang dikonsumsi oleh manusia. Perkembangan sampah plastik atau mikroplastik saat ini memang belum ditetapkan sebagai senyawa beracun (toxicity) dengan daya racun yang tinggi (Hantoro et al., 2024). Namun, keberadaan mikroplastik dalam *seafood* tentu melanggar kriteria keamanan pangan karena terdapat campuran kandungan bahan kimia dari plastik yang cukup membahayakan kesehatan. mikroplastik saat ini sudah terdeteksi pada organ tubuh manusia (Ragusa et al., 2021). Beberapa studi menemukan mikroplastik yang terdeteksi pada paru-paru (Amato-Lourenço et al., 2021), plasenta manusia (Ragusa et al., 2021), tinja (Schwabl et al., 2019) dan usus besar (Ibrahim et al., 2021). Mikroplastik mengandung bahan kimia aditif yang dapat terakumulasi polutan organik persisten (POP) seperti bifenil poliklorinasi (PCB), hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH), dan pestisida organoklorin seperti diklorodifilnitrikloroetana (DDT) atau heksaklor benzena (HCB) dari air (Smith et al., 2018) . Manusia yang terkontaminasi paparan mikroplastik masuk ke saluran pencernaan atau berpindah ke organ lain melalui sistem peredaran darah dan akan berada di pembuluh darah, setelah itu mikroplastik ataupun nanoplastik menyebabkan respons inflamasi sistemik, sitotoksitas sel darah melalui internalisasi, hipertensi paru, flogosis, dan oklusi vaskular (Wright & Kelly, 2017).

Orang yang mengonsumsi mikroplastik dapat terpapar aditif berbahaya dari bahan kimia yang diserap pada plastik. Bahan kimia ini telah dikaitkan dengan sejumlah masalah kesehatan, termasuk kanker, keterlambatan perkembangan pada anak-anak, dan bahaya reproduksi (R. ping Liu et al., 2021). Efek bahaya lainnya mikroplastik bagi makhluk hidup yang terpapar mikroplastik dapat mengganggu metabolisme, menghambat produksi enzim, menurunkan kadar hormon, menghambat reproduksi, mengganggu sistem saraf, memicu pertumbuhan sel kanker, reaksi alergi, dan kerusakan sel (Wright et al., 2013). Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Liebmann et al (2018) dengan mengumpulkan spesimen feses manusia dari 8 negara di Eropa dan Asia. Dari spesimen tersebut, semuanya positif ditemukan mikroplastik. Namun, temuan ini tidak dapat menjelaskan secara menyeluruh mekanisme pengeluaran mikroplastik karena kandungan feses terdiri dari mikroplastik yang tidak terabsorpsi. Menurut Cox et al (2019) paparan mikroplastik polistirena pada 10 ng/mL hingga 10 g/mL dapat menyebabkan stress oksidatif yang mendorong sitotoksitas dalam tingkat sel. Penelitian lainnya baru-baru ini yang dilakukan Dong et al (2020) menemukan mikroplastik dengan jenis polimer polistirena dengan konsentrasi mulai dari 1-1000 g/cm² terpapar pada sel epitel paru-paru manusia. Penelitiannya menunjukkan bahwa mikroplastik menyebabkan sitotoksitas, stress oksidatif, dan respons inflamasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kelimpahan mikroplastik pada ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah?
2. Bagaimana karakteristik mikroplastik pada ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Labuan Bajo Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah?
3. Apa jenis polimer mikroplastik pada ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah?
4. Bagaimana keterkaitan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan dengan *Hepatosomatic Index* (HSI) pada setiap jenis ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Labuan Bajo Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Labuan Bajo Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah.
2. Menganalisis karakteristik mikroplastik pada ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Labuan Bajo Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah.
3. Menganalisis jenis polimer mikroplastik ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Labuan Bajo Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah.
4. Menganalisis keterkaitan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan dengan HSI pada setiap jenis ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Labuan Bajo Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah.

1.4 Manfaat

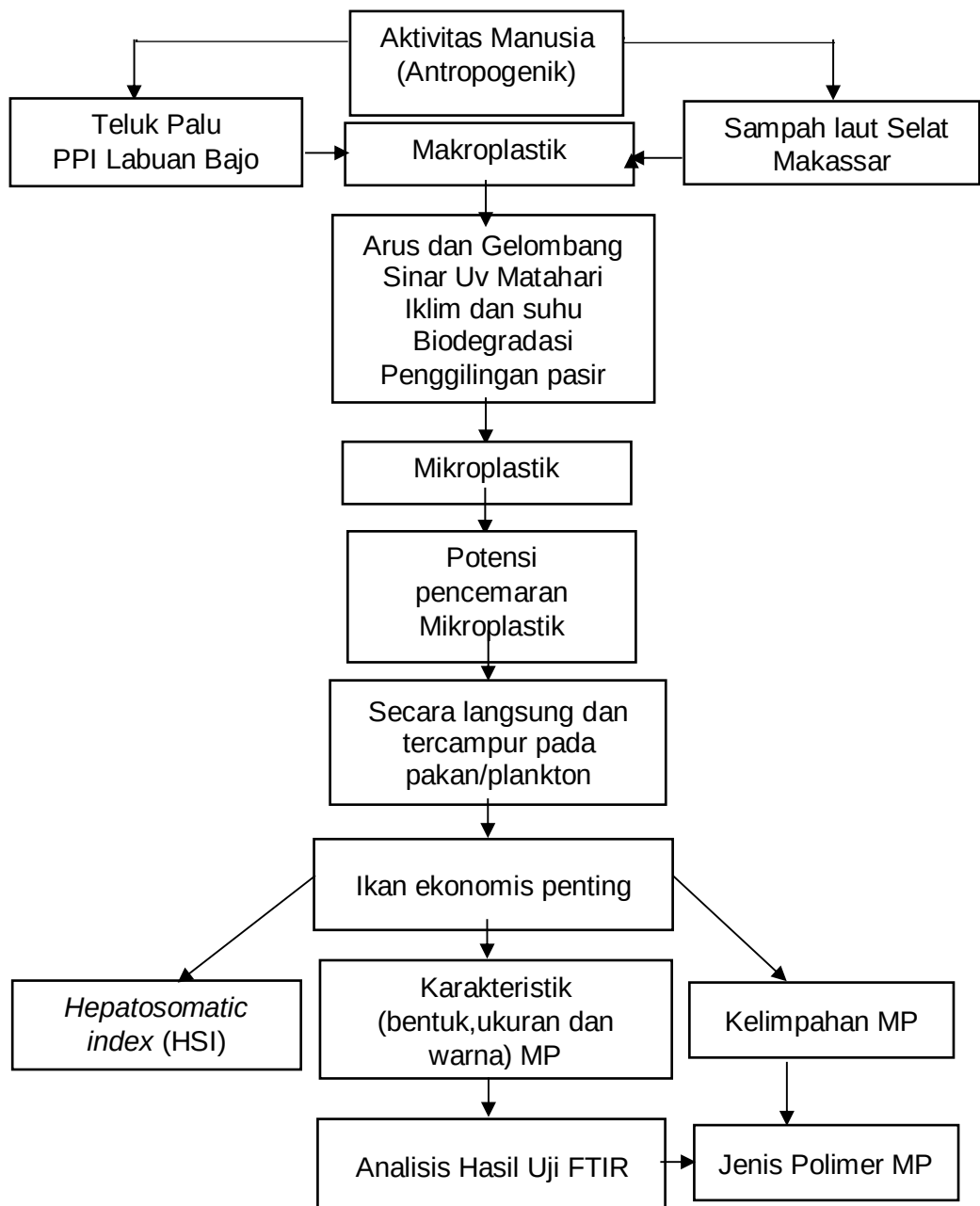
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi, pengetahuan, dan keterampilan kepada masyarakat dalam menangani dan mengelola sampah plastik secara efektif. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi sumber referensi bagi pemerintah dalam meningkatkan upaya pencegahan dan penanganan masalah lingkungan di laut, khususnya terkait dengan sampah plastik yang terdapat di sekitaran Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Labuan Bajo, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah.

1.5 Kerangka Pikir Penelitian

Sampah di wilayah pesisir menjadi masalah yang cukup penting bagi ekosistem perairan, baik bagi biota maupun manusia (Jambeck et al., 2015). Sumber sampah-sampah di laut terutama sampah plastik di Kabupaten Donggala sebagian besar

akibat adanya aktifitas masyarakat sepanjang pesisir, limbah industri, limbah rumah tangga yang berasal dari perkotaan masuk ke perairan Teluk Palu yang merupakan habitat beberapa ikan ekonomis penting (Hermawan et al., 2022). Kemudian ditambah beberapa aktifitas perikanan yang berasal dari PPI Labuan Bajo, berupa pendaratan hasil tangkapan (PHT), penyediaan kebutuhan melaut, pemasaran dan pengolahan (Suherman et al., 2020).

Sampah laut yang didominasi oleh sampah plastik akan terdegradasi akibat pengaruh lingkungan seperti peningkatan temperatur, paparan UV-B dan tekanan mekanik, kemudian terpecah menjadi bentuk plastik dengan ukuran yang lebih kecil disebut dengan mikroplastik (Corcoran et al.,; Auta et al., 2017). Kisaran ukuran partikel mikroplastik menyebabkan ikan dapat menelan mikroplastik baik secara langsung maupun tidak langsung yaitu dengan memakan zooplankton yang telah menelan mikroplastik sebelumnya (Cole et al., 2013; Güven et al., 2017). Kondisi keberadaan kelimpahan nutrisi atau makanan di lingkungan perairan juga menunjukkan nilai HSI (Tresnati et al., 2018). *Hepatosomatic Index* (HSI) merupakan bioindikator spesifik dari paparan kontaminasi yang dapat digunakan sebagai salah satu indeks pencemaran lingkungan. Karena fungsi detoksifikasi hati, paparan kontaminan yang sering terjadi dapat menyebabkan peningkatan ukuran hati seperti hipertrofi (peningkatan ukuran), hiperplasia (peningkatan jumlah hepatosit (Syarif & Putri, 2021). Makanan yang berlimpah menyebabkan ikan-ikan akan meningkatkan konsumsinya yang akan menjadi cadangan lemak di hatinya. Hal ini memungkinkan ikan secara tidak sengaja menelan mikroplastik yang ikut tercampur dengan nutrisi yang terdapat di perairan. Pengukuran HSI dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai rasio berat organ hati dengan berat ikan sebagai salah satu indeks pencemaran mikroplastik pada lingkungan perairan. Oleh karena itu, perlu diketahui kelimpahan, jenis distribusi mikroplastik, dampak mikroplastik terhadap *food security* dan kesehatan manusia sebagai langkah awal pencegahan atau pengendalian mikroplastik terhadap ikan ekonomis penting yang dikonsumsi oleh masyarakat. Jenis dan kelimpahan mikroplastik menggunakan metode optical microscopy, kemudian menggunakan metode *Fourier Transform Infrared* (FTIR) Spectroscopy untuk memastikan jenis polimer mikroplastik. Berikut disajikan kerangka penelitian ini terlihat pada **Gambar 1**.

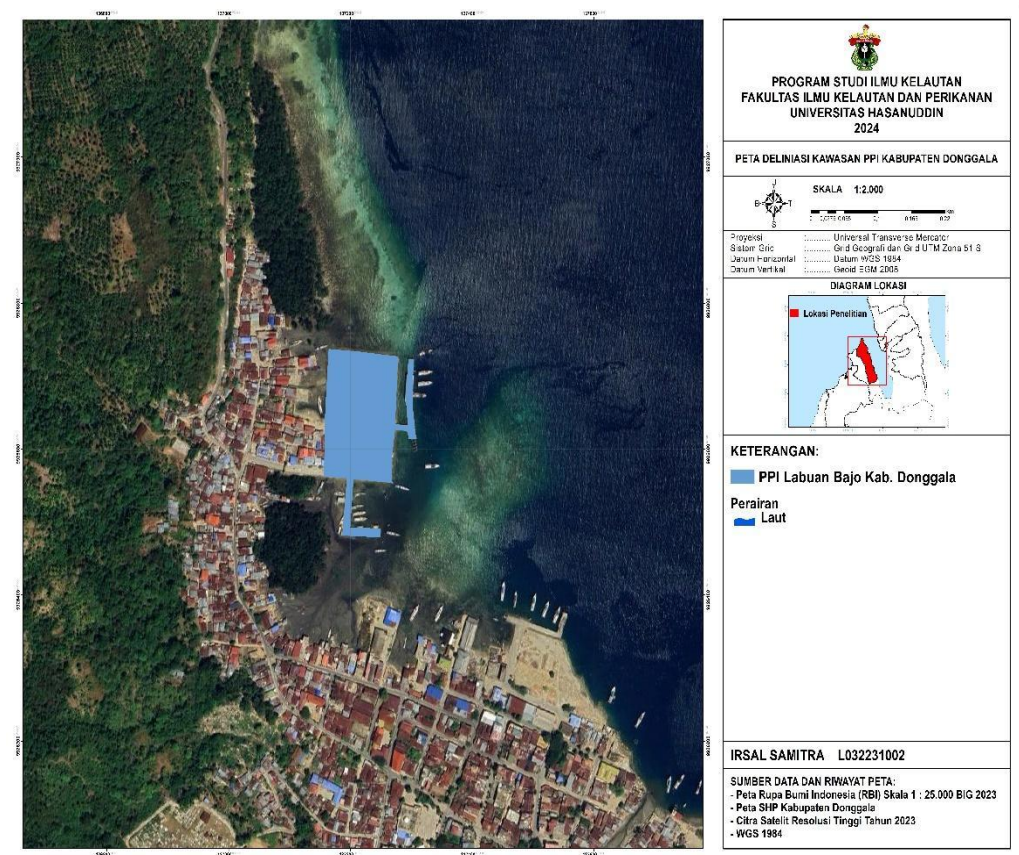


Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2024. Sampel diambil dari PPI Labuan Bajo Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. Preparasi sampel dan analisis dilakukan di Laboratorium Ekotoksikologi Laut Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Lokasi pengambilan sampel penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Lokasi Sampling PPI Labuan Bajo

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Tabel 5. Alat yang digunakan dalam penelitian ini serta kegunaannya

No	Alat	Kegunaan
1	Cool Box	Penyimpanan sampel
2	Mikroskop Stereo blue sb-1902	Identifikasi mikroplastik
3	Botol kaca sampel	Penyimpanan sampel
4	Pisau bedah/cutter	Pembedah ikan
5	Pinset	Pengambilan sampel
6	Label sampel	Label sampel
7	Mistar	Pengukur panjang ikan
8	Timbangan	Pengukur berat ikan
9	Pipet tetes	Pengambilan larutan
10	Cawan petri	Penyimpanan sampel
11	Talenan	Wadah saat preparasi sampel
12	Kamera	Dokumentasi penelitian
13	Gelas ukur 100 ml	Penyimpanan sampel
14	Styrofoam	Penyimpanan sampel
15	Erlenmeyer	Penyimpanan sampel
16	FTIR IRSpirit with QATR-S AT	Identifikasi jenis polimer mikroplastik

2.2.2 Bahan

Tabel 6. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini serta kegunaannya

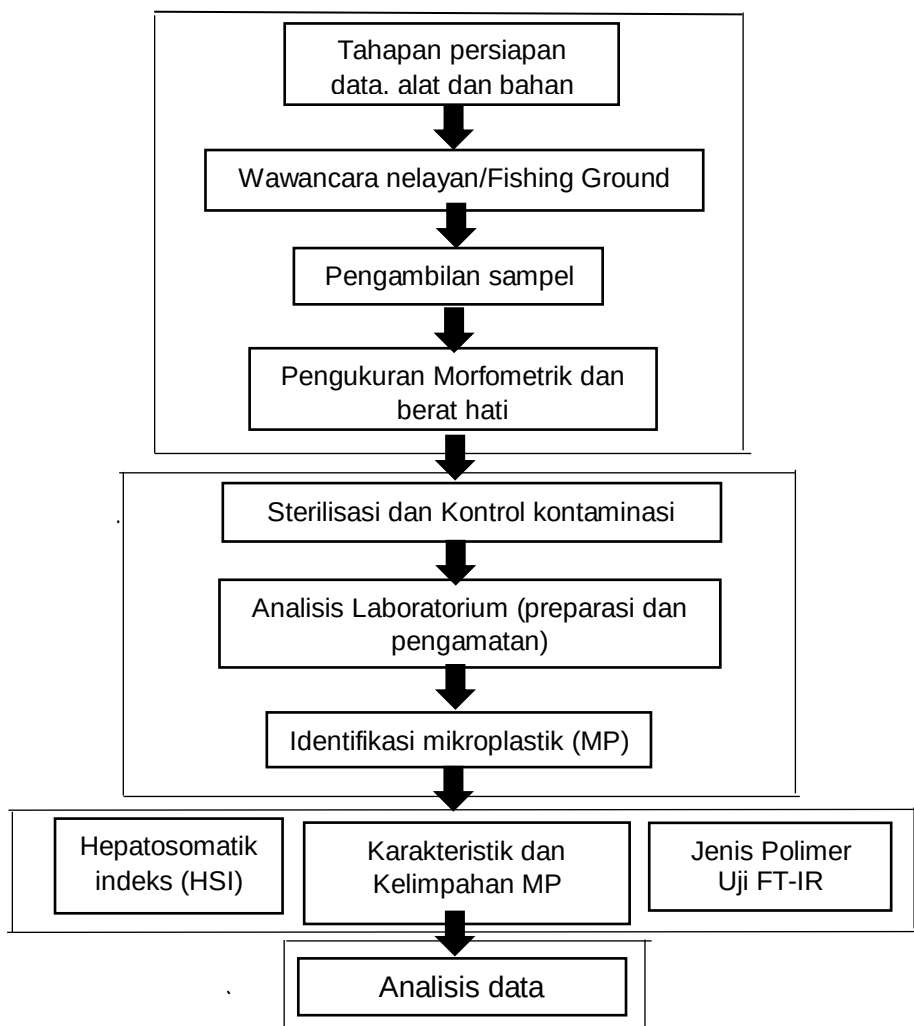
No	Bahan	Kegunaan
1	<i>Decapterus macarellus</i>	Sampel penelitian
2	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Sampel penelitian
3	<i>Thunnus albacares</i>	Sampel penelitian
4	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Sampel penelitian
5	<i>Euthynnus affinis</i>	Sampel penelitian
6	<i>Chanos chanos</i>	Sampel penelitian
7	KOH 10%	Penghancur bahan organik
8	Aquades	Pembersih setiap wadah
9	Aluminium foil	Pelindung dan penutup sampel
10	Masker dan Gloves	Pelindung dari kontaminasi MP
11	Tissue	Pembersih alat
12	Es balok	Pendingin suhu ikan

2.3 Sumber data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh melalui kegiatan penelitian secara langsung melalui pengambilan sampel dan observasi kondisi lokasi penelitian, serta melalui analisis sampel yang dilakukan di laboratorium. Data sekunder merupakan data yang berasal dari sumber lain seperti majalah, buku dan studi pustaka lainnya.

2.4 Diagram alir penelitian

Berikut ini merupakan diagram alir tahapan prosedur penelitian yang dapat dilihat pada *flow chart* dibawah ini **Gambar 3**.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

2.5 Prosedur Penelitian

2.5.1 Persiapan

Persiapan penelitian terdiri atas 2 survei yaitu survey lapangan dan penelusuran/survei literatur terkait judul penelitian yang akan dilakukan, penentuan metode penelitian berdasarkan referensi yang diperoleh dengan mengacu pada beberapa jurnal penelitian dan survei lapangan secara langsung untuk melihat kesesuaian lokasi penelitian.

2.5.2 Wawancara Nelayan

Melakukan wawancara secara langsung pada 5 nelayan yang mendaratkan hasil tangkapan ikan di PPI Labuan Bajo. Wawancara dilakukan untuk mengetahui informasi lokasi hasil tangkapan nelayan serta untuk mengetahui ikan ekonomis penting apa saja yang telah didaratkan, sehingga dapat memudahkan dalam proses sampling.

2.5.3 Pengambilan dan Pengumpulan Sampel

Pengambilan sampel ikan didapatkan dari nelayan yang baru tiba di PPI Labuan Bajo. Penelitian ini menggunakan enam jenis ikan yang berbeda, yaitu pada spesies ikan Layang (*Decapterus macarellus*), Cakalang (*Katsuwonus pelamis*), Tuna Madidihang (*Thunnus albacares*), Katombo (*Rastrelliger kanagurta*), Tongkol (*Euthynnus affinis*) dan Bandeng (*Chanos chanos*). Metode sampling yang dilakukan merupakan metode random sampling. Pemilihan jenis ikan dilakukan berdasarkan data tangkapan ikan dari PPI Labuan Bajo yang menunjukkan keenam jenis ikan tersebut termasuk dalam ikan ekonomis penting yang didaratkan di PPI Labuan Bajo. Sampel ikan diambil dengan cara membeli semua ikan ekonomis penting berjumlah 150 ekor dengan masing-masing jenis ikan berjumlah 25 ekor. Sampel ikan yang dikumpul akan disimpan dalam cool box.

Koleksi sampel ikan dilakukan pengukuran morfometrik panjang (cm) dan berat (gr) pada ikan untuk mengetahui ukuran bagian-bagian tertentu dari struktur tubuh ikan (*measuring methods*). Selanjutnya pembedahan dilakukan dengan mengambil saluran pencernaan (lambung dan usus) sebagai organ target dalam analisis mikroplastik. Pengambilan lambung dan usus ikan bertujuan untuk memastikan keberadaan senyawa yang diduga bahaya tidak terbuang. sampel ikan kemudian dibedah dengan menggunting dari arah anus ke arah dorsal sampai gurat sisi/ linea lateralis (LL), kemudian ke arah anterior sampai belakang kepala lalu ke arah bawah hingga isi perut ikan terlihat. Pembedahan ikan dilakukan secara berhati-hati untuk menghindari kemungkinan terjadinya kontaminasi mikroplastik dari ikan maupun dari lingkungan sekitar. Setelah itu memisahkan dan menimbang organ hati dan bobot ikan untuk melakukan perhitungan HSI. Organ target (saluran pencernaan) dimasukkan ke dalam botol sampel lalu dilakukan destruksi alkali dengan menambahkan larutan KOH 10% (Rochman et al., 2015) dengan

perbandingan berat sampel 1:3. Sampel yang sudah ditambahkan KOH 10% dimasukkan ke dalam botol sampel lalu didiamkan selama 2 minggu dalam suhu ruang.

2.5.4 Quality Control

Kontrol kontaminasi (*quality control*) dilakukan untuk mencegah adanya kontaminasi mikroplastik saat pengambilan sampel ikan selama pengamatan berlangsung. Meminimalisir kontaminasi mikroplastik di lapangan, semua peralatan yang digunakan harus dalam keadaan bersih dan menggunakan gloves saat menempatkan sampel pada cool box dalam keadaan tertutup. Alat dan atribut yang digunakan selama pengamatan di laboratorium harus dalam keadaan bersih dan steril. Kemudian semua cawan petri sebelum digunakan selalu dalam posisi tertutup, cawan petri hanya dibuka tidak lebih dari 30 detik saat sampel dipindahkan ke gelas objek.

Cara yang digunakan untuk mengetahui tingkat kontrol kontaminasi saat pengamatan mikroplastik secara visual dengan mengambil 3 cawan petri berisi air murni diletakkan di sekitar mikroskop selama 30 menit sebelum pengamatan dilakukan dan tutup cawan petri dibiarkan terbuka selama proses pengamatan. Setelah pengamatan identifikasi visual dilakukan, cawan petri diamati keberadaan kontaminasi mikroplastiknya (Wicaksono et al., 2021).

2.5.5 Analisis Laboratorium

Sampel ikan yang telah dikumpul dan didiamkan selama 2 minggu di dalam cool box. Kemudian dilakukan uji analisis di laboratorium Ekotoksikologi Laut Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo Blue SB-1902 dengan perbesaran 40x dan 100x. Sampel yang telah diekstraksi dalam suhu ruang dimasukkan ke cawan petri dan dilakukan identifikasi keberadaan partikel mikroplastik hingga larutan sampel habis. mikroplastik yang ditemukan kemudian diambil gambar menggunakan kamera dan pengukuran partikel mikroplastik dengan menggunakan aplikasi ImageJ (Ashuri, 2023).

2.5.7 Analisis kelimpahan mikroplastik

Perhitungan kelimpahan kandungan mikroplastik untuk mengetahui keberadaan mikroplastik pada setiap sampel. Jumlah kelimpahan mikroplastik dihitung berdasarkan jumlah setiap partikel mikroplastik yang ditemukan per jumlah sampel ikan. Adapun rumus kelimpahan mikroplastik pada penelitian ini mengacu pada perhitungan yang digunakan dalam penelitian (Boerger et al., 2010). Kelimpahan mikroplastik dihitung dengan rumus :

$$\text{Rata-rata kelimpahan mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{Jumlah sampel ikan (Individu)}}$$

2.5.8 Analisis Polimer uji FT-IR

Penelitian ini menggunakan sampel saluran pencernaan (lambung dan usus) ikan yang berada pada satu perairan yang sama. Mikroplastik pada saluran pencernaan ikan yang telah dianalisis secara visual menggunakan mikroskop stereo Blue SB-1902. kemudian dilakukan identifikasi lebih lanjut dengan menggunakan sebuah instrumen khusus yaitu *Fourier Transform Infrared* (FTIR) Spectroscopy untuk memastikan jenis polimer mikroplastik. Sampel mikroplastik yang telah terkumpul, akan diuji dipilih berdasarkan karakteristik yang berbeda (mewakili warna dan bentuk yang berbeda). kemudian dipindahkan ke kaca preparat dan sampel ditutup dengan cover glass untuk mencegah kontaminasi. Pengamatan jenis polimer mikroplastik menggunakan FTIR spectrometer Shimadzu IRSpirit-X 00236 with QATR-S AT. FTIR merupakan metode spectroscopy bersifat non-deskruktif, memiliki akurasi tinggi, menghasilkan spektrum berdasarkan interaksi antara cahaya dan molekul. Metode pengambilan sampel menggunakan metode *Attenuated Total Reflectance* (ATR) yang dapat menganalisis mikroplastik dengan partikel besar dengan ukuran (>500 µm) dan berbentuk tidak teratur. serta sampel langsung dapat dianalisis tanpa preparasi terlebih dahulu. Pembacaan FTIR berupa polimer berbasis karbon yang dapat digambarkan dengan mudah dari komposisi ikatan yang berbeda dengan menghasilkan spektrum unik yang membedakan partikel plastik dari partikel organik dan anorganik lainnya (Baalkhuyur et al., 2018).

2.5.6 Hepatosomatic Index (HSI)

HSI dihitung berdasarkan perbandingan bobot hati dan bobot tubuh ikan uji dengan mengacu kepada rumus (Sadekarpawar & Parikh, 2013).

$$\text{Hepatosomatic Index} = \frac{\text{Berat hati (gram)}}{\text{Berat ikan (gram)}} \times 100$$

2.6 Analisis data

Data karakteristik mikroplastik dianalisis berdasarkan (GESAMP, 2019) yaitu dipresentasikan dalam bentuk, ukuran dan warna. Selanjutnya jumlah mikroplastik yang teringesti dikategorikan atau dikelompokkan berdasarkan ukuran (Arias et al., 2019). Kelimpahan mikroplastik dianalisis dengan menggunakan Uji ANOVA untuk membandingkan signifikansi kelimpahan mikroplastik antar 6 sampel jenis ikan yang berbeda. Dilanjutkan dengan uji lanjutan Tukey untuk melihat perbedaan rata-rata kelimpahan mikroplastik menggunakan software IBM SPSS Statistics 30.0 (172). Data karakteristik (bentuk, warna, ukuran) dan jenis polimer mikroplastik dianalisis secara kuantitatif deskriptif menggunakan software Ms. Excel 2010 dan menggunakan perangkat lunak Graphpad Prism versi 9.0.2(161). Kemudian

keterkaitan kontaminasi mikroplastik terhadap nilai HSI ikan akan dianalisis menggunakan metode Regresi Linear Sederhana (RLS).