

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aktivitas manusia yang tidak pernah terlepas dari penggunaan plastik kerap menjadi sorotan dunia internasional dewasa ini. Pertambahan jumlah penduduk di Indonesia yang diperkirakan mencapai angka 305,6 juta jiwa di tahun 2035 mendatang menjadi ancaman tersendiri bagi keamanan ekosistem laut (BPS, 2013). Indonesia dinyatakan sebagai kontributor sampah plastik ke laut terbesar kedua di dunia, dengan estimasi 0,48-1,29 milyar ton/tahun. Sulitnya plastik untuk terdegradasi menyebabkan sekitar 150 juta ton sampah plastik terdeposit di laut, sementara 250 ribu ton sampah plastik terfragmentasi menjadi berukuran mikro (Jambeck et al., 2015). Mikroplastik dapat terakumulasi pada organisme laut seperti bivalvia melalui rantai makanan (Egbeocha et al., 2018). Salah satu jenis bivalvia yang banyak ditemukan di Indonesia adalah kerang darah, dengan jumlah sebesar 48,994 ton/tahun (Bahri et al., 2015).

Sebagai organisme laut yang bersifat *filter feeder* non selektif, kerang darah dapat dengan mudah menelan mikroplastik yang terdistribusi di dalam laut. Ketika kerang darah dengan kandungan mikroplastik dikonsumsi oleh manusia, akan terjadi *trophic transfer* yang dapat mengganggu kesehatan tubuh (Li et al., 2015). Oleh sebab itu, diperlukan evaluasi risiko (*risk assessment*) untuk keberadaan mikroplastik dalam pangan hasil laut (*seafood*) termasuk kerang darah.

Sampai saat ini, belum ada evaluasi risiko yang valid untuk asupan mikroplastik melalui konsumsi pangan hasil laut. Hal tersebut terkait dengan keragaman metode analisis mikroplastik yang belum terstandarisasi. Keberadaan mikroplastik dalam pangan hasil laut sebagian besar masih berupa data kualitatif, sementara data kuantitatif kandungan mikroplastik masih dinyatakan dalam satuan (*unit*) yang berbeda. Untuk mengatasi kesulitan tersebut, diperlukan protokol analisis yang baku (*Standard Operation Protocols*, SOP), mulai dari pengambilan sampel, ekstraksi, observasi, kuantifikasi, dan identifikasi mikroplastik.

Salah satu tahapan yang terpenting dalam preparasi sampel adalah ekstraksi, karena pada tahapan ini terjadi pemisahan antara komponen organik dengan mikroplastik yang terkandung didalamnya. Ekstraksi mikroplastik pada organisme laut dapat dilakukan secara efektif dengan digesti larutan alkali berupa kalium hidroksida (Lusher and Hernandez-Milian, 2018). Akan tetapi, waktu dan suhu yang dibutuhkan untuk menghancurkan organisme laut sangat bergantung pada karakteristik setiap jaringan. Oleh sebab itu, penelitian ini ditujukan untuk optimalisasi digesti pada jaringan kerang darah (*Anadara granosa*) tanpa menimbulkan kerusakan bagi mikroplastik.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Kerang Darah

Kerang Darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu jenis bivalvia berwarna merah kecoklatan (Prasojo et al., 2012). Warna yang dimilikinya berasal dari pigmen haemoglobin, sehingga kerang darah dapat hidup pada kondisi dengan kadar oksigen yang relatif rendah. Tubuh kerang darah cenderung lunak karena tidak dimiliki tulang sebagai penyusun kerangka tubuhnya (Mawardi and Sarjani, 2017). Ukuran kerang darah berada dalam kisaran 6-9 cm, dengan cangkang berwarna putih yang ditutupi oleh periostrakum berwarna kuning kecoklatan hingga coklat kehitaman.

Dalam 100 gram kerang darah terkandung 80 kalori yang terdiri dari 9-13% protein, 0-2% lemak, dan 1-7% glikogen (Nurjanah et al., 2005). Menurut Al Chusein and Ibrahim (2012) kerang darah mengandung beragam jenis mineral (Ca, P, Fe, I) dan vitamin (B1, B2, B3, B5, B6, B7, B12). Atas kandungan gizi yang dimilikinya, kerang darah berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber protein dan mineral yang bernilai ekonomis.

Klasifikasi kerang darah dapat dilihat dibawah ini :

Kingdom	: <i>Animalia</i> (Hewan)
Filum	: <i>Mollusca</i> (Hewan bertubuh lunak)
Kelas	: <i>Bivalvia</i> (Hewan berkatup dua)
Ordo	: <i>Arcoida</i>
Famili	: <i>Arcidae</i>
Genus	: <i>Anadara</i>

Spesies : *Anadara granosa*
(Ginting et al., 2017).

Habitat kerang darah berupa lumpur di dasar laut dengan kedalaman 2-20 meter, dimana kerang darah akan memiliki kecenderungan untuk membenamkan diri di bawah permukaan lumpur (Nurjanah et al., 2005). Karena tinggal menetap di dasar laut, kerang darah biasa dimanfaatkan sebagai bioindikator pencemaran air laut. Kerang darah bersifat *filter feeder* non selektif yang melibatkan penyaringan untuk dapat masuk ke dalam jaringan tubuhnya (Mawardi and Sarjani, 2017). Aktivitas *filter-feeding* daripada kerang darah dapat memperbesar peluang paparan mikroplastik yang terdistribusi di dalam laut (Li et al., 2015). Studi Widianarko and Hantoro (2018) menunjukkan bahwa hampir seluruh populasi kerang darah (97-100%) yang didapat dari Pantai Semarang mengandung mikroplastik.

1.2.2. Mikroplastik

Plastik merupakan polimer yang tersusun atas monomer rantai panjang, baik dengan susunan yang didasarkan atas satu jenis monomer (homopolimer) maupun dua atau lebih jenis monomer (heteropolimer) dimana akan melunak ketika dipanaskan (GESAMP, 2015). Keunggulan plastik dalam hal kemudahan untuk dibentuk dan diproduksi secara massal dengan harga yang murah membuatnya kerap digunakan sebagai material untuk menunjang berbagai aktivitas manusia (Waryat et al., 2013). Konsumsi plastik yang berlebihan harus dibatasi karena tanpa adanya pengelolaan lebih lanjut, sampah plastik membutuhkan lama waktu 50 tahun untuk dapat terdegradasi (Elpawati, 2015). Apabila tidak dilakukan perbaikan terhadap pengelolaan limbahnya, jumlah sampah plastik diperkirakan dapat meningkat hingga sepuluh kali lipat (FAO, 2017).

Plastik dapat terapung ataupun tenggelam berdasarkan densitas yang dimilikinya. Densitas plastik sangat mungkin berubah akibat degradasi dan fragmentasi (Widianarko and Hantoro, 2018). Jenis plastik berdasarkan asal dan densitasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis plastik berdasarkan asal dan densitasnya

Jenis plastik	Asal	Densitas
Polietilen (PE)	Kantong plastik, kontainer penyimpanan	0,91-0,95
Polipropilen (PP)	Tali, tutup botol, roda gigi, pengikat	0,90-0,92
Polistiren (PS-Luas)	Kotak pendingin, pelampung, gelas	0,01-1,05
Polistiren (PS)	Peralatan, kontainer	1,04-1,09
Polivinil klorida (PVC)	Selaput, pipa, kontainer	1,16-1,30
Poliamid (PA)	Jaring ikan, tali	1,13-1,15
Selulosa asetat	Filter rokok	1,22-1,24
Polietilen tereftalat (PET)	Botol, pengikat	1,34-1,39
Resin poliester + serat kaca	Tekstil, kapal	>1,35

(GESAMP, 2015).

Berdasarkan sifatnya, mikroplastik dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer sengaja dibuat dalam ukuran mikro seperti *microbeads*, sementara mikroplastik sekunder berasal dari degradasi plastik berukuran makro oleh radiasi sinar UV dan gaya mekanis. Mikroplastik didefinisikan memiliki ukuran kurang dari 5 milimeter (GESAMP, 2015). Dengan ukuran yang sangat kecil, mikroplastik dapat dengan mudah tertelan oleh organisme yang hidup di sedimen maupun laut dan terdistribusi melalui sistem rantai makanan (Widianarko and Hantoro, 2018). Kondisi ini memungkinkan terjadinya penurunan tingkat pertumbuhan dan kemampuan reproduksi pada organisme laut. Selain itu, keberadaan mikroplastik dapat menyumbat bahkan melukai saluran pencernaan organisme laut sehingga berpotensi menyebabkan kematian (Graca et al., 2017).

Menurut GESAMP (2015) empat jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan dalam sedimen dan laut adalah 79% polietilen (PE), 64% polipropilen (PP), 40% polistiren (PS), dan 17% nilon (PA). Terdapat 3 risiko kontaminasi oleh mikroplastik, yaitu (1) senyawa kimia beracun yang menempel di permukaan, (2) senyawa penyusun plastik itu sendiri, (3) mikroplastik sebagai partikel. Karena ketiga jenis risiko tersebut, mikroplastik dianggap sebagai salah satu jenis baru kontaminan pangan (*novel contaminant*) (Widianarko and Hantoro, 2018).

Mikroplastik yang ditemukan di dalam *seafood* memiliki keragaman bentuk sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi bentuk mikroplastik

Klasifikasi bentuk	Istilah lain yang digunakan
<i>Fragments</i>	Partikel tidak beraturan, kristal, bulu halus, bubuk, granula, serpihan
<i>Fibers</i>	Filamen, helaian, utasan, serat mikro
<i>Beads</i>	Biji-bijian, bulatan mikro, bulatan manik mikro
<i>Foams</i>	Polistiren
<i>Pellets</i>	Butiran resinat

(Lusher et al., 2017).

1.2.3. Analisis Mikroplastik

Analisis mikroplastik meliputi tahapan ekstraksi, observasi, kuantifikasi dan identifikasi. Ekstraksi mikroplastik tergolong sebagai tahapan paling penting, karena mikroplastik cenderung tersembunyi di dalam jaringan organisme laut (Avio et al., 2015). Ekstraksi mikroplastik didahului oleh digesti jaringan organisme laut dengan menggunakan larutan asam, larutan alkali, ataupun enzim. Digesti dengan larutan asam dapat menimbulkan kerusakan pada beberapa jenis mikroplastik, sementara digesti dengan larutan alkali ataupun enzim tidak (Jin-Feng et al., 2018).

Menurut Lusher and Hernandez-Milian (2018) digesti dengan larutan alkali KOH (Kalium Hidroksida) dinilai efektif untuk ekstraksi mikroplastik pada jaringan organisme laut. KOH berkemampuan untuk melarutkan seluruh komponen organik yaitu jaringan organisme laut sehingga menyisakan mikroplastik yang dibutuhkan baik bagi analisa kualitatif maupun kuantitatif (Kühn et al., 2017). Pada konsentrasi 10%, larutan KOH dapat menghancurkan jaringan bivalvia dengan baik (Thiele et al., 2019). Kelebihan KOH dibandingkan dengan larutan digesti lainnya ialah harga yang ekonomis dan kemudahan untuk didapatkan (Lusher and Hernandez-Milian, 2018). Dengan penggunaan KOH tidak ditemui adanya perubahan warna pada mikroplastik yang bersifat mayor (Munno et al., 2017). Waktu digesti yang diperlukan KOH relatif singkat dengan *recovery rate* maksimum (Miller et al., 2017). Selain itu, penggunaan KOH memiliki risiko yang lebih rendah terhadap kesehatan manusia dibandingkan dengan larutan lainnya (Thiele et al., 2019).

Kelemahan KOH ialah mampu melarutkan komponen sintesis yaitu mikroplastik berjenis selulosa asetat (Kühn et al., 2017). KOH terindikasi meninggalkan residu

dimana dapat menghambat FTIR jika tidak dibersihkan (Miller et al., 2017). Dengan segala kelebihan serta kekurangannya, waktu dan suhu digesti larutan alkali KOH tidak terlepas dari karakteristik setiap jaringan organisme laut sehingga diperlukan optimalisasi agar tidak menimbulkan kerusakan bagi mikroplastik. Efektivitas digesti larutan alkali KOH pada beberapa jenis organisme laut dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Efektivitas larutan digesti KOH pada beberapa jenis *seafood*

Penelitian	Sampel	Konsentrasi KOH (%)	Jaringan (g) : Pelarut (ml)	T (°C)	T	Hasil Penelitian
(Jin-Feng et al., 2018)	Bivalvia	10	1 : 100	60	24 jam	Penggunaan KOH sebagai larutan digesti pada bivalvia hanya meninggalkan 0,66% komponen organik sehingga memudahkan analisa kualitatif dan kuantitatif. <i>Recovery rate</i> cenderung tinggi untuk mikroplastik dengan jenis polipropilen (98,6%), polietilen (98,3%), polistiren (97,7%), dan polivinil klorida (96,7%).
(Rochman et al., 2015)	Ikan	10	TA	60	12 jam	Efektif menghilangkan bahan biogenik, sesuai untuk digesti invertebrata dan <i>fillet</i> ikan, akan tetapi kurang baik untuk saluran pencernaan ikan karena adanya bahan organik.
(Lusher et al., 2017)	Ikan	10	TA	TA	2-3 minggu	Larutan digesti KOH dapat mencerna jaringan ikan pada bagian kerongkongan, lambung, dan usus. Larutan digesti KOH tidak menunjukkan perubahan baik pada massa atau bentuk polimer
(Foekema et al., 2013)	Ikan	10	TA	TA	2-3 minggu	Polimer resisten terhadap larutan digesti KOH
(Dehaut et al., 2016)	Bivalvia, ikan, kepiting	10	TA	60	24 jam	Digesti jaringan biologis dengan larutan digesti KOH berjalan secara efisien tanpa ada degradasi yang signifikan pada keseluruhan jenis polimer plastik terkecuali selulosa asetat.
(Karami et al., 2017)	Ikan	10	1 : 10	40	48-72 jam	Efektif secara biaya dan waktu, efisien mendigesti jaringan biologis, tidak berdampak pada integritas polimer plastik. Perlakuan tambahan dengan NaI dapat membuat protokol lebih baik dalam mengisolasi mikroplastik dari seluruh sampel ikan.

Keterangan:

TA = tidak ada informasi

Mikroplastik yang masih terperangkap pada matriks jaringan organisme laut setelah digesti dapat dipisahkan berdasarkan perbedaan densitas dengan menggunakan larutan NaCl (Natrium Klorida) maupun NaI (Natrium Iodida). Keunggulan larutan NaI dalam memisahkan mikroplastik ialah densitasnya yang tinggi, sehingga mikroplastik jenis PVC dapat terapung pada larutan. Akan tetapi, larutan NaI relatif mahal sehingga perlu dipertimbangkan apabila digunakan dalam jumlah besar (Tagg et al., 2015).

Observasi dan kuantifikasi mikroplastik dilakukan dengan penggunaan mikroskop, sementara identifikasi mikroplastik dilakukan dengan penggunaan *micro*-FTIR. Adapun *micro*-FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) merupakan instrumen yang dapat melakukan diferensiasi antara komponen organik dan sintetis, termasuk mengidentifikasi jenis polimer melalui komparasi spektrum. Sesuai dengan namanya, *micro*-FTIR memuat penyerapan dan penerusan sinar inframerah oleh komponen. *Transmission mode* banyak digunakan untuk menganalisa sampel yang bersifat transparan. Sebaliknya, *reflectance mode* banyak digunakan untuk menganalisa sampel yang bersifat *opaque* (Tagg et al., 2015). *Micro*-FTIR tidak bersifat merusak dan dapat diaplikasikan pada komponen yang tebal. Namun kelemahan *micro*-FTIR ialah rentan terhadap *human error* karena identifikasi komponen dilakukan secara visual. Penggunaan *micro*-FTIR dalam mengidentifikasi jenis mikroplastik yang berukuran mikrometer terbukti ideal (Harrison et al., 2012).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah melakukan optimalisasi digesti jaringan kerang darah (*Anadara granosa*) dengan pelarut KOH 10%, mengembangkan standar internal untuk penjaminan mutu analisis mikroplastik secara *microscopy* dan FTIR *spectroscopy*, serta mengidentifikasi mikroplastik dalam kerang darah.