

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Polusi sampah plastik telah menjadi permasalahan serius yang makin berkembang. Kebutuhan manusia terhadap plastik yang tinggi membuat sampah yang dihasilkan semakin banyak. Pada tahun 2015, jumlah plastik yang diproduksi seluruh dunia mencapai 322 juta ton dan bertambah sebanyak 335 juta ton pada tahun 2016 (Plastik Europe, 2017), dengan enam tipe plastik utama yang dihasilkan yaitu *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polyvinyl chloride* (PVC), *polyurethane* (PUR), *polystyrene* (PS), and *polyethylene terephthalate* (PET) (Miller *et al.*, 2017). Konsekuensi dari banyaknya produksi plastik tiap tahun adalah meningkatnya sampah plastik di laut (GESAMP, 2015). Diperkirakan 4,8 hingga 12,7 ton plastik sampah memasuki lingkungan laut setiap tahun, menjadikan masalah ini sangat penting untuk diperhatikan (Miller *et al.*, 2017). Plastik yang terus masuk ke lautan nantinya dapat terakumulasi yang kemudian akan menjadi mikroplastik akibat dari abrasi laut, degradasi oleh radiasi UV, dan oksidasi (Elert *et al.*, 2017).

Mikroplastik merupakan partikel plastik sangat kecil yang berukuran kurang dari 5 mm (Avio, 2015). Polusi plastik di laut secara luas dibagi menjadi mega-plastik (diameter > 100 mm), makroplastik (> 20 mm), mesoplastik (5–20 mm), mikroplastik (<5 mm), dan nano-plastik (<100 nm) (Miller *et al.*, 2017). Mikroplastik menjadi perhatian khusus karena mampu langsung diserap oleh organisme yang hidup di laut termasuk kepiting dan ikan yang sering dikonsumsi oleh manusia (Claessens *et al.*, 2013). Di Indonesia kepiting bakau (*Scylla* spp.) memiliki sebaran yang sangat luas dan dapat ditemukan hampir di seluruh perairan Indonesia. Kelompok kepiting bakau banyak hidup pada pantai yang ditumbuhi mangrove dan pantai berlumpur. Rasa daging yang enak, mudah dicerna dan kandungan protein yang tinggi (62,72%) membuat kepiting ini sangat berpotensi untuk dikembangkan (Pratiwi, 2011). Keunggulan nilai nutrisi dan rasa yang enak membuat kepiting ini banyak diminati masyarakat. Oleh karena itu, suatu bahan pangan yang dikonsumsi manusia termasuk kepiting wajib bebas dari cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang membahayakan, mengganggu, dan merugikan manusia (Undang Undang No. 18 Bab VII Tahun 2012).

Permintaan kepiting bakau untuk pasar lokal dan mancanegara semakin meningkat setiap tahunnya. Hal ini dibuktikan dari volume ekspor kepiting dan rajungan Indonesia mencapai 29,038 ton dengan nilai ekspor mencapai USS 321,842. Badan Pusat Statistik menyatakan pada Januari-November Tahun 2016 sampai 2017 peningkatan nilai ekspor kepiting dan rajungan mencapai 29,46 % (Tiurlan *et al.*, 2019). Kepiting bakau banyak hidup di laut yang kini banyak sekali sampah plastik di dalamnya. Sampah plastik tersebut nantinya akan terdegradasi menjadi mikroplastik yang dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup seperti kepiting bakau. Namun, informasi tentang mikroplastik yang dapat masuk ke dalam tubuh kepiting masih terbatas. Sehingga, sangat penting untuk memastikan keberadaan mikroplastik dalam tubuh kepiting.

Berdasarkan anatomi tubuh, mulut kepiting terletak pada bagian bawah tubuh. Bagian yang terdapat di sekitar mulut berfungsi untuk memegang makanan dan memompakan air dari mulut ke insang. Insang kepiting terbentuk dari pelat-pelat yang pipih yang hampir mirip dengan insang udang. Insang merupakan organ vital yang pertama kali terpapar oleh bahan toksik, terekspos secara langsung oleh lingkungan (Sari, 2012). Oleh karena itu mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh kepiting dapat melalui insang. Menurut Akpan (2014), kepiting merupakan hewan laut yang dapat terkontaminasi mikroplastik melalui sistem pernapasan dan kemudian menumpuk di insang. Pernyataan ini didukung oleh penelitian Lei Su *et al.* (2018) dimana mikroplastik ditemukan pada insang ikan dan hewan laut lainnya dengan jumlah yang cukup banyak. Penelitian lain oleh Brennecke *et al.* (2015) juga menemukan mikroplastik pada hepatopankreas, perut, dan insang kepiting *Uca rapax* yang berada di Brazil. Namun, hingga saat ini belum ada dampak dari akibat mengkonsumsi makanan yang mengandung mikroplastik, sehingga mikroplastik tergolong dalam cemaran baru yang belum diketahui risikonya terhadap kesehatan. Meskipun belum diketahui risikonya, bahan pangan seharusnya tidak boleh tercemar oleh cemaran apapun termasuk mikroplastik.

Prosedur untuk identifikasi mikroplastik harus dilakukan secara steril untuk mencegah kontaminasi. Selain itu digunakan juga larutan H₂O₂ 30% untuk ekstraksi. Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu zat dari campurannya dengan menggunakan pelarut. H₂O₂ adalah oksidator yang efisien untuk menghilangkan atau menghancurkan bahan

organik (Karami *et al.*, 2017). Selanjutnya digunakan larutan NaCl untuk memisahkan polimer plastik berdasarkan densitas. Lautan NaCl dipilih karena banyak penelitian yang menggunakan larutan ini dalam kondisi jenuh ($1,2 \text{ g/cm}^3$) dengan pertimbangan tingkat toksisitasnya yang rendah dan harganya yang murah. Partikel mikroplastik dapat dikelompokkan menjadi empat jenis yaitu *film*, *fragment*, *fiber*, dan *pellet* yang dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Penelitian identifikasi mikroplastik pada kepiting perlu dilakukan agar kualitas *seafood* yang ada di wilayah Semarang dapat diketahui mengingat kondisi laut terkini yang penuh dengan sampah plastik.

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Mikroplastik

Di lautan kini telah banyak sampah yang tersebar mencakup kaca, kayu, logam, kain dan plastik. Produksi plastik yang sangat banyak dan kebutuhan manusia akan plastik yang tinggi, serta proses degradasi plastik yang sangat lama membuat sampah plastik di lautan menjadi makin meningkat sehingga masalah sampah plastik sangat penting untuk diperhatikan. Sampah plastik yang makin banyak akan terus memenuhi lautan dan membuat biota laut di dalamnya menjadi tercemar plastik. Ikan dan kepiting merupakan salah satu contoh hewan laut yang dikonsumsi oleh manusia. Apabila hewan laut tercemar plastik, maka manusia yang memakan hewan laut juga ikut menelan plastik yang merupakan cemaran pada makanan. Biasanya hewan laut seperti kepiting menelan plastik dalam bentuk mikroplastik karena ukurannya yang kurang dari 5 mm atau sangat kecil sehingga memungkinkan untuk ditelan oleh kepiting (Huppertsberg dan Knepper, 2018). Mikroplastik merupakan *fragment* plastik dengan diameter 5 mm yang berasal dari degradasi puing-puing plastik yang lebih besar (Cole *et al.*, 2011).

Berdasarkan ukurannya secara umum plastik dibagi menjadi megaplastik (diameter > 100 mm), makroplastik (> 20 mm), mesoplastik (5–20 mm), mikroplastik (<5 mm) dan nanoplastik (<100 nm) (Miller *et al.*, 2017). Di antara berbagai kategori polusi plastik di laut, mikroplastik menjadi perhatian khusus karena penyerapannya oleh organisme laut (Avio *et al.*, 2016), termasuk yang dikonsumsi oleh manusia, misalnya kepiting, tiram, kerang, dan ikan (Claessens *et al.*, 2013). Saat ini wilayah laut seperti laut dalam, pantai dan wilayah mangrove telah terdapat mikroplastik yang terus tumbuh semakin banyak.

Wilayah mangrove merupakan tempat kepiting bakau tumbuh dan berkembang biak. Jika wilayah mangrove sudah terpapar mikroplastik maka penting untuk mengidentifikasi kontaminan ini pada kepiting bakau. Wilayah mangrove juga merupakan daerah pesisir sehingga mikroplastik yang terdapat pada daerah mangrove merupakan jenis mikroplastik yang memiliki densitas rendah sehingga dapat menyebar di wilayah mangrove. Berikut adalah pengelompokan polimer plastik berdasarkan densitas dan contohnya dapat dilihat pada Tabel 1.

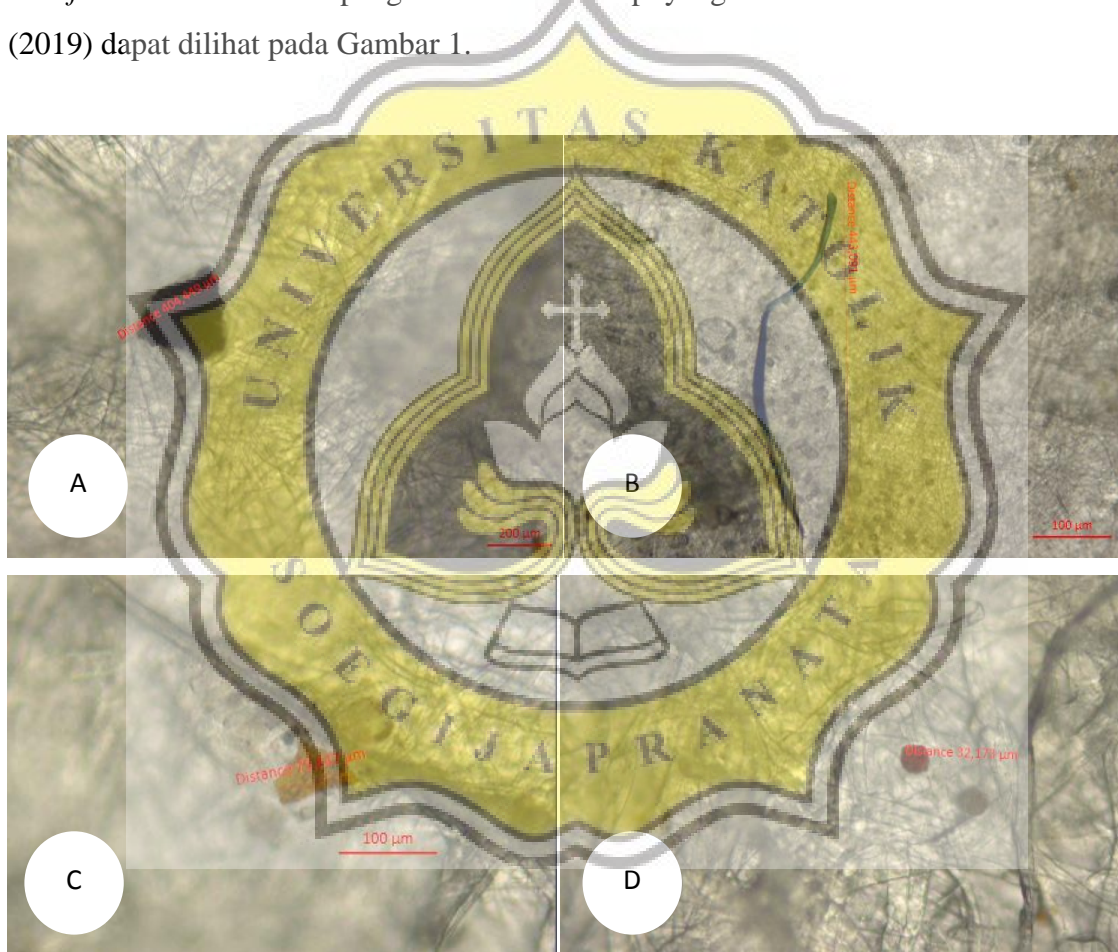
Tabel 1. Densitas dan Contoh Jenis Plastik

Material	Densitas (kg/m ³)	Contoh
<i>Polypropylene</i> (PP)	0,90-0,92	Tali dan tutup botol
<i>Polyethylene</i> (PE)	0,91-0,94	Tas, botol, dan alat pancing
<i>Styrene-butadiene/ styrene-butadiene rubber</i> (SBR)	0,94	Atap dan ban kendaraan
<i>Expanded polystyrene</i> (EPS)	0,96-1,05	Kotak umpan, pelampung, dan kemasan
Air jernih	1,00	-
Air laut	~1,02-1,029	-
<i>Acrylonitrile butadiene styrene</i> (ABS)	1,03-1,11	Elektronik dan bagian dalam mobil
<i>Polystyrene</i> (PS)	1,04-1,09	Perkakas dan kemasan
<i>Acrylic</i>	1,09-1,20	Tekstil dan cat
PUR	1,2	Isolasi
<i>Polyamide</i> atau <i>nylon</i> (PA)	1,13-1,15	Tali pancing dan tekstil
<i>Poly vinyl chloride</i> (PVC)	1,16-1,30	Pelampung dan alat pancing
<i>Cellulose acetate</i> atau <i>Rayon</i>	1,22-1,24	Tekstil dan filter rokok
<i>Polyethylene tetrphalate</i> (PET)	1,34-1,39	Botol dan plastik sekali pakai
<i>Polyester resins</i>	>1,35	Tekstil
<i>Polytetrafluoroethylene</i> (PTFE) atau Teflon	2,2	Isolasi plastik

(Brate *et al*, 2017).

Sumber mikroplastik terbagi menjadi 2 yaitu primer dan sekunder. Sumber mikroplastik primer yaitu berasal dari plastik yang sudah diproduksi dalam bentuk mikron atau sangat kecil, yang biasanya berbentuk *beads* dan *pellet*. Biasanya jenis *beads* digunakan untuk produk kosmetik yang memiliki ukuran antara 100 µm-1000 µm (Fendall and Sewell, 2009). Jenis mikroplastik primer lainnya yaitu *pellet* memiliki ukuran diameter

3-5 mm yang diproduksi langsung oleh pabrik sebagai bahan baku pembuatan plastik (Lusher *et al.*, 2017). Ketika sumber mikroplastik primer terlalu kecil, memudahkan mikroplastik untuk terbang ke laut. Sumber mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik hasil dari degradasi plastik yang lebih besar (GESAMP, 2015). Faktor lingkungan utama terkait dengan adanya mikroplastik sekunder adalah paparan sinar UV, suhu dan abrasi yang membuat makroplastik atau plastik yang lebih besar menjadi mikroplastik (plastik yang lebih kecil) (Lusher *et al.*, 2017). Menurut penelitian Hiwari *et al.*, (2019) bentuk mikroplastik yang ditemukan dapat berupa *fragment*, *fiber*, *pellet*, dan *film*. Gambar hasil pengamatan mikroskop yang dilakukan oleh Hiwari *et al.*, (2019) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mikroplastik yang terlihat di mikroskop dengan pembesaran 10 kali (Hiwari *et al.*, 2019) :

(A) *Fragment*, (B) *Fiber*, (C) *Film*, (D) *Pellets*

Tabel 2. Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Klasifikasi Bentuk	Istilah Lain yang Digunakan
<i>Fragment</i>	Partikel tidak beraturan, kristal, bulu, bubuk, granula, potongan, serpihan
Serat (<i>Fiber</i>)	Filamen, mikrofiber, helaian, benang
Manik – manik (<i>Beads</i>)	Biji, bulatan manik kecil, bulatan mikro
Busa (<i>Foam</i>)	Polistiren
Butiran (<i>Pellet</i>)	Butiran resinat, <i>nurdles</i> , <i>nib</i>

(Widianarko *et al.*, 2018)

1.2.2. Kepiting Bakau (*Scylla spp.*)

Kepiting bakau mempunyai rasa daging yang enak, mudah dicerna dan memiliki kandungan nutrisi yang tinggi yaitu pada setiap 100 gram daging kepiting bakau yang masih segar mengandung 3,8 gram lemak; 13,6 gram protein; 14,1 gram karbohidrat serta 68,1 gram air (Pratiwi, 2011). Kepiting bakau (*Scylla spp.*) mempunyai sebaran yang sangat luas dan bisa didapatkan hampir di seluruh perairan Indonesia. Kelompok kepiting tersebut, hidup pada perairan dangkal dekat hutan dan pantai mangrove, serta pantai berlumpur. Kepiting bakau melakukan perkawinannya di perairan hutan mangrove. Selanjutnya kepiting bakau betina akan bermigrasi menjauhi pantai atau ke laut yang lebih dalam, untuk tempat memijah. Namun berbeda dengan kepiting bakau jantan setelah melakukan perkawinan akan tetap berada di perairan hutan mangrove (Pratiwi, 2011). Kepiting bakau memiliki ukuran yang cukup besar, kulit karapas yang halus serta dapat tumbuh dengan berat lebih dari 3 kg.

Kepiting bakau termasuk dalam kelas *Crustasea*, Ordo *Decapoda*, Genus *Scylla*, dan Filum *Arthropoda* (Pratiwi, 2011). Kepiting bakau memiliki siklus hidup yang meliputi empat tahap perkembangan yaitu: tahap larva (*zoea*), tahap megalopa, tahap kepiting muda (*juvenil*) dan tahap kepiting dewasa (Kasry, 1986). Pada tahap megalopa, kepiting bakau sudah memiliki mata, capit dan kaki yang lengkap namun belum terbentuk sempurna. Secara umum, tubuh kepiting bakau dewasa terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu bagian badan dan bagian kaki, yang terdiri atas sepasang *cheliped* (pasangan kaki pertama pada tubuh kepiting bakau), tiga pasang kaki jalan, dan sepasang kaki dayung untuk berenang. Pada bagian badan terdapat karapas yang merupakan cangkang badan dengan bentuk bulat, pipih dan agak cembung. Bagian atas karapas kepiting terdapat duri dengan ketajaman yang bervariasi. Tutup abdomen

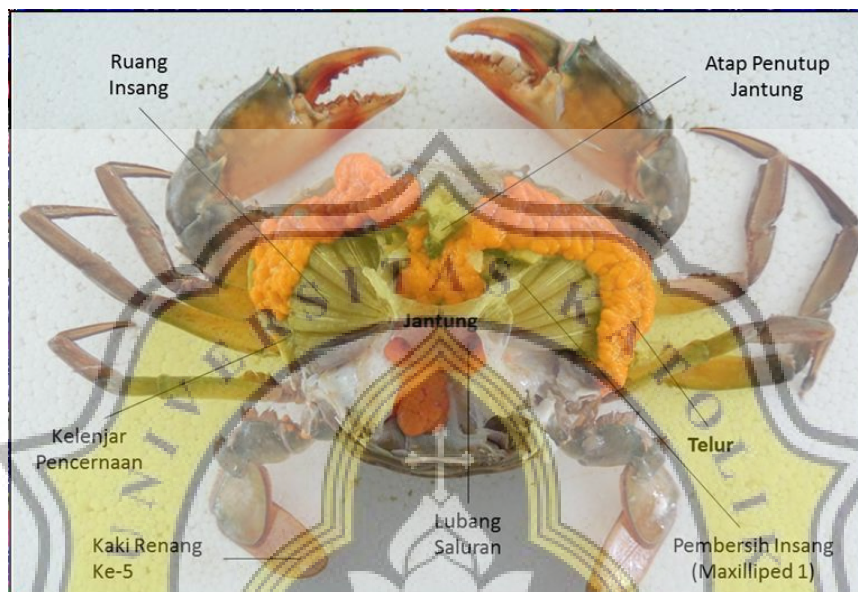
(*abdomen flap*) keping bakau, terletak pada bagian tengah tulang rongga dada. Mulut keping bakau terletak pada bagian ventral tubuh, tepatnya di bawah rongga mata, dan di atas tulang rongga dada. Keping bakau memiliki lima pasang kaki, yang terletak pada bagian kiri dan kanan tubuh. Lima pasang kaki meliputi sepasang *cheliped*, tiga pasang kaki jalan dan sepasang kaki dayung. Struktur morfologi keping bakau dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur morfologi tubuh keping bakau (Siahainenia, 2009)

Pada keping bakau sebagian besar kontaminan seperti mikroplastik masuk melalui sistem pernapasan insang. Keping memompa air ke dalam insang untuk menyerap oksigen kemudian partikel plastik dapat mengendap di dalamnya (Watts *et al.*, 2014). Namun pada beberapa penelitian menyebutkan bahwa mikroplastik yang mengendap di dalam insang dapat keluar kembali setelah 14 sampai 21 hari (Farrell dan Nelson 2013). Insang berperan penting dalam transportasi pernapasan gas serta regulasi keseimbangan osmotik dan ion pada keping bakau (*Scylla* spp.). Pada hewan laut seperti keping, insang merupakan organ utama untuk bernafas. Cemaran laut mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh keping melalui insang saat bernafas (Waite, 2017). Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Farrell dan Nelson (2013), mikroplastik ditemukan di perut, hepatopankreas, indung telur, dan insang keping. Adapula penelitian lain yang dilakukan oleh Watts *et al.* (2014) yang menemukan mikroplastik pada jaringan insang keping *Carcinus maenas*. Hal ini menunjukkan bahwa melalui sistem pernafasan insang, hewan laut dapat menyerap mikroplastik untuk kemudian dapat masuk ke dalam

tubuh. Penelitian lain yang dilakukan oleh Lei Su *et al.* (2018) kembali menunjukkan hasil bahwa insang ikan dapat terpapar oleh mikroplastik. Sehingga sangat penting untuk mengetahui keberadaan mikroplastik pada insang kepiting bakau yang banyak dijual di Indonesia. Insang terdiri dari struktur yang lunak terletak di bagian bawah karapas. Bagian organ dalam kepiting bakau dalam dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagian organ dalam kepiting bakau (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2016)

1.2.3. Digesti dan Isolasi Mikroplastik

Untuk mengidentifikasi mikroplastik pada insang kepiting dibutuhkan beberapa larutan selama proses identifikasi berlangsung. Menurut beberapa penelitian sebelumnya, larutan yang banyak dipakai adalah H_2O_2 untuk menghancurkan jaringan organik insang dan NaCl untuk memisahkan mikroplastik dari jaringan organik. Pada penelitian Cheung *et al.*, (2018), mereka menggunakan 400 ml H_2O_2 30% untuk menghancurkan jaringan ikan belanak kemudian diletakkan pada *hotplate stirrer* dengan suhu $65^{\circ}C$ selama 1-2 hari. Penggunaan suhu $65^{\circ}C$ dipilih untuk mengoptimalkan proses penghancuran serta mengurangi kontaminasi (Lei Su *et al.*, 2018). Setelah itu 800 ml NaCl ditambahkan lalu diaduk dan didiamkan selama 1 hari. Penambahan garam jenuh seperti NaCl berfungsi sebagai pemisah partikel plastik dalam jaringan akibat dari perbedaan densitas (Brate *et al.*, 2017). NaCl memiliki densitas $1,2 \text{ g/cm}^3$ sehingga

partikel plastik yang memiliki densitas kurang dari itu dapat terapung naik ke permukaan dan lebih mudah untuk menempel pada kertas saring. Selanjutnya jaringan yang sudah dicampur NaCl disaring menggunakan kertas saring Whatman 540. Setelah disaring, kertas saring tersebut disimpan pada cawan petri dan diamati dengan mikroskop. Metode digesti yang umum dipakai dalam analisis mikroplastik dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Metode digesti yang umum dipakai dalam analisis mikroplastik

Peneliti	Sampel	Perlakuan	Mikroplastik
Cheung <i>et al.</i> , 2018	Ikan Belanak	400 ml H ₂ O ₂ 30% (<i>hotplate stirrer</i> 65 ⁰ C selama 1-2 hari). 800 ml NaCl (1 hari). Penyaringan dengan Whatman Grade 1 (ukuran pori 11 µm).	<i>Fiber</i> warna hijau paling banyak ditemukan (<2mm)
Gago <i>et al.</i> , 2018	Air laut ditambah dengan larva dan fitoplankton	KOH 10% (1:3 w/v) didiamkan 1-2 hari pada suhu 40 ⁰ C. H ₂ O ₂ 15% (1:1 volume sampel) didiamkan 1 hari pada suhu 40 ⁰ C. NaCl ditambahkan untuk filtrasi.	<i>Fragment, fiber, pellet, dan film</i> ditemukan dengan warna yang beragam.
Lei Su <i>et al.</i> , 2018	Ikan <i>L. maculatus</i>	200 ml H ₂ O ₂ 30% ditambahkan (ditutup dan dimasukkan kedalam inkubator 65 ⁰ C, 80 rpm selama 2 hari). Penyaringan dengan kertas saring Millipore Nylon NY2004700 ukuran pori 20 µm.	0,3–5,3 partikel mikroplastik/organisme pada usus dan 0,3–2,6 partikel/organisme pada insang.
Li <i>et al.</i> , 2015	Kerang	H ₂ O ₂ 30% ditambahkan (ditutup dan dimasukkan kedalam inkubator 65 ⁰ C, 80 rpm selama 1 hari). Kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 1 hari. 800 ml NaCl ditambahkan dan didiamkan selama 1 hari. Disaring dengan kertas saring Whatman AE98 ukuran pori 5 µm menggunakan pompa vakum.	4,3 sampai 57,2 partikel mikroplastik / organisme

Tabel 3. Acuan Penggunaan Larutan untuk Analisis

Peneliti	Sampel	Perlakuan	Mikroplastik
Waite <i>et al.</i> , 2018	Tiram (<i>Crassostrea virginica</i>) keping bakau atlantik (<i>Panopeus herbstii</i>)	H ₂ O ₂ 30% ditambahkan sebanyak 200 ml dalam 5 gram sampel. Sampel didestruksi di inkubator yang bergetar selama 24 jam dengan suhu 65 ⁰ C dengan kecepatan inkubator 80 rpm. Dilanjutkan proses destruksi disuhu ruang 25 ⁰ C selama 1-2 hari. Kemudian disaring dengan proses vakum.	Tiram mengandung 16.5 partikel mikroplastik/individu. Keping mengandung 4.2 partikel/individu



Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa banyak penelitian untuk analisis kandungan mikroplastik pada *seafood* menggunakan larutan H_2O_2 30%. Larutan tersebut berfungsi untuk menghancurkan jaringan yang akan dianalisis. Menurut Stock *et al.* (2014) H_2O_2 merupakan oksidator yang kuat untuk menghancurkan jaringan organik dengan efek sedikit kerusakan pada polimer plastik seperti menjadi lebih tipis, kecil dan warnanya sedikit memudar. Larutan lain yang umum digunakan yaitu KOH, HCl, HNO_3 , dan NaOH. Menurut Karami *et al.* (2017) NaOH tidak efektif dalam menghancurkan jaringan *seafood*. Pada larutan HCl dan HNO_3 dapat menghancurkan seluruh jaringan namun beberapa polimer plastik juga ikut rusak. Untuk larutan KOH juga dapat menghancurkan jaringan namun polimer PET dan PVC dapat sedikit rusak. Sedangkan larutan H_2O_2 mampu secara efektif menghancurkan jaringan *seafood* dengan hanya sedikit kerusakan pada polimer plastik.

1.3. Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kontaminan mikroplastik pada insang kepiting bakau (*Scylla spp.*) yang diambil dari beberapa pasar tradisional di Semarang.

