

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Pencemaran mikroplastik dewasa ini menjadi perhatian terkait dengan keamanan pangan khususnya di laut. Produksi plastik mengalami peningkatan setiap tahunnya dan mencapai 322 juta ton pada tahun 2016 (Lusher, Hollman, & Mendoza-Hill, 2017). Meningkatnya jumlah sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik akibat dari aktivitas manusia berdampak pada kehidupan biota laut. Indonesia tercatat sebagai penyumbang sampah plastik tidak terkelola terbesar kedua di dunia setelah China, dengan besaran 0,48-1,29 juta metrik ton plastik per tahun (Jambeck, 2015). Mikroplastik di lautan dikhawatirkan masuk pada rantai makanan, dan pada akhirnya berdampak pada manusia yang mengonsumsi *seafood* (Miliou, Mentzel, Almeida, Maridakis, & Cox, 2016). Penelitian terkait menemukan bahwa beberapa spesies biota laut dapat tercemar mikroplastik, diantaranya ikan, kerang, tiram, kepiting, udang, dan timun laut. Penelitian Widianarko & Hantoro (2017) menunjukkan bahwa sejumlah hasil laut dari pantai Semarang antara lain ikan bandeng, ikan belanak, ikan nila, kerang darah, dan udang mengandung mikroplastik dengan jumlah yang beragam.

Salah satu komoditas pangan yang terancam bahaya kontaminasi adalah kerang darah. Kerang darah merupakan salah satu biota laut yang banyak ditemui di Indonesia. Kerang darah tergolong dalam bivalvia yang memiliki jaringan lunak dan bersifat *filter feeder* yang artinya kerang darah akan menyaring semua makanan tanpa memilah terlebih dahulu. Hal ini memungkinkan air laut dan sedimen yang terakumulasi oleh mikroplastik masuk ke dalam tubuh kerang darah (Li *et al*, 2016). Penelitian Fitri (2017) menyatakan bahwa kerang darah dari pantai Semarang positif mengandung partikel yang diduga mikroplastik dengan jumlah 2,4-3,4 partikel/ekor.

Penelitian terkait mikroplastik masih menghadapi kendala dalam *risk assessment*. Hingga saat ini penelitian dianggap kurang valid karena belum adanya standarisasi metode, mulai dari pengambilan sampel, ekstraksi, purifikasi, identifikasi, hingga kuantifikasi. Standarisasi metode analisis terkait dengan konsentrasi pelarut, lama waktu digesti, serta suhu digesti perlu dilakukan karena adanya perbedaan karakteristik jaringan hewan yaitu jaringan lunak dan keras yang dapat mempengaruhi proses digesti. Menurut Gago (2018) standarisasi diperlukan untuk proses analisis mikroplastik yang konsisten serta penilaian yang valid terhadap pencemaran mikroplastik di laut. Beberapa penelitian terkait analisis mikroplastik pada jaringan kerang

menggunakan metode analisis serta satuan kuantifikasi yang beragam, sehingga menyebabkan kesulitan dalam melakukan komparasi data (Hidalgo-ruz, Gutow, Thompson, & Thiel, 2012). Hingga saat ini beberapa macam metode digesti yang ada antara lain digesti dengan asam, alkali, enzimatis, dan senyawa oksidator. Selain itu, terdapat beragam metode identifikasi dan seperti penggunaan mikroskop, FTIR *spectroscopy*, *micro-FTIR spectroscopy*, Raman *spectroscopy*, *Scanning Electron Microscope*, dan *Gas Chromatography*. Beberapa penelitian (Ding *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2016; Waddell, 2018; Waite, Donnelly, & Walters, 2018) menunjukkan penggunaan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% sebagai larutan digesti dinilai efektif, ditandai dengan *recovery rate* diatas 90%.

Penelitian uji validitas metode analisis mikroplastik ini berfokus pada optimalisasi proses digesti dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%. Pada penelitian ini ditambahkan mikroplastik *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), dan *polyvinyl chloride* (PVC). Mikroplastik ini digunakan sebagai standar internal untuk menguji dampak pelarut H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% terhadap keutuhan mikroplastik. Jaringan kerang darah digunakan untuk melihat efektivitas H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% sebagai pelarut digesti. Tujuan khusus daripada penelitian ini adalah menguji validitas metode analisis mikroplastik dengan digesti H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% pada kerang darah (*Anadara granosa*) berbasis instrumen FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*). Penelitian ini menggunakan sampel jaringan kerang darah yang berasal dari pedagang di Pasar Kobong Semarang.

## 1.2. Tinjauan Pustaka

### 1.2.1. Plastik

Plastik merupakan polimer yang tersusun atas monomer-monomer yang dibuat secara sintesis melalui proses polimerasi. Plastik memiliki kemampuan mudah dibentuk apabila diberi panas dan tekanan. (Klein, Dimzon, Eubeler, & Knepper, 2018). Plastik juga mengandung berbagai macam zat aditif yang digunakan untuk memodifikasi sifat dari produk akhir yang ingin dihasilkan. Beberapa jenis zat aditif yang banyak digunakan antara lain *plasticizer*, *flame retardants*, penstabil ultraviolet, pewarna, dan pelumas. Beberapa bahan aditif yang ditemui di makro dan mikroplastik di lingkungan antara lain *phthalates*, *bisphenol A*, dan *flame retardants*, *nonylphenols* (Lusher *et al.*, 2017)

Produksi plastik di dunia terus meningkat setiap tahun seiring dengan penggunaannya terutama dalam aspek pengemasan. Tercatat produksi plastik pada tahun 2015 mencapai 322 juta ton (Lusher *et al.*, 2017). Plastik dapat dikategorikan menjadi tiga macam yaitu *thermoplastics*,

*thermosets*, dan *elastomers*. *Thermoplastics* adalah kelompok plastik yang meleleh pada suhu tinggi dan mengeras pada suhu rendah. Beberapa contoh *thermoplastics* adalah *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polyvinylchloride* (PVC), *polystyrene* (PS), *polyamide* (PA), dan *polyethylene terephthalate* (PET). *Thermosets* merupakan jenis plastik yang tidak dapat dibentuk ulang apabila sudah dipanaskan dan dibentuk. Beberapa contoh *thermosets* adalah *epoxy resins*, *polyurethane* (PU), dan *polyester resins*. *Elastomers* adalah jenis plastik yang elastis dan dapat kembali ke bentuk semula apabila ditarik, contohnya *rubber* dan *neoprene* (Lusher *et al.*, 2017). Pengelompokan polimer plastik berdasarkan densitasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Densitas dan Contoh Berbagai Jenis Plastik

| Material                                | Densitas (g/cm <sup>3</sup> ) |
|---|-------------------------------|
| <i>Polyethylene</i> (PE)                | 0,91-0,94                     |
| <i>Polypropylene</i> (PP)               | 0,90-0,92                     |
| <i>Polystyrene</i> (PS)                 | 1,04-1,10                     |
| <i>Polyamide</i> atau <i>nylon</i> (PA) | 1,02-1,05                     |
| <i>Polyester</i>                        | 1,24-2,30                     |
| <i>Acrylic</i>                          | 1,09-1,20                     |
| <i>Polyoximethylene</i>                 | 1,41-1,61                     |
| <i>Polyvinylchloride</i> (PVC)          | 1,16-1,58                     |
| <i>Polyurethane</i>                     | 1,2                           |
| <i>Polyethylene terephthalate</i> (PET) | 1,34-1,39                     |

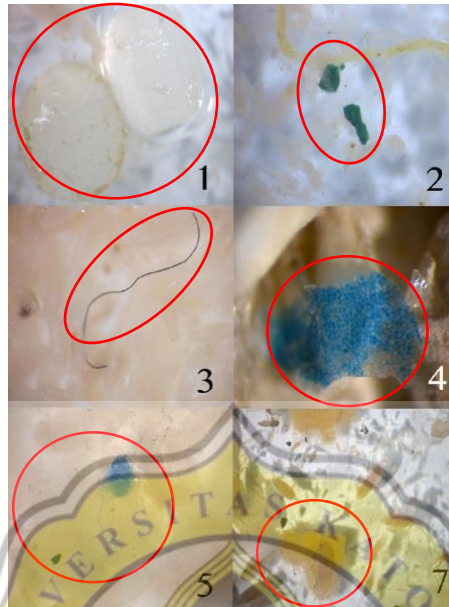
(Hidalgo-ruz *et al.*, 2012)

Limbah plastik dapat menjadi dampak negatif bagi ekosistem laut. Menurut (Gall & Thompson, 2015) terdapat 292 laporan kasus masuknya plastik ke dalam tubuh hewan laut, hingga menyebabkan luka pada organ internal. Limbah plastik dapat mengalami degradasi dan fragmentasi menjadi mikroplastik akibat paparan sinar ultraviolet, temperatur, dan abrasi (Lusher *et al.*, 2017).

### 1.2.2. Mikroplastik

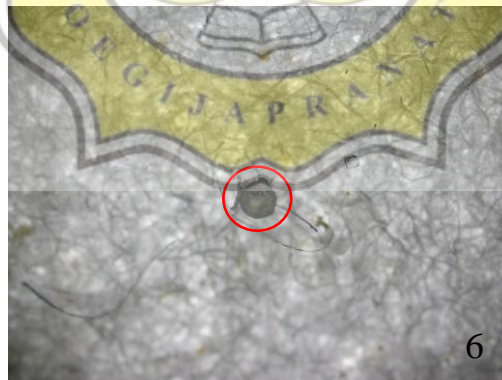
Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm (Lusher *et al.*, 2017). Mikroplastik dapat digolongkan menjadi mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer merupakan plastik yang diproduksi dengan ukuran kurang dari 5 mm, misalnya *microbeads* pada produk kosmetik, bubuk plastik untuk cetakan, dan partikel nano untuk keperluan industri. Sedangkan mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik hasil degradasi dan fragmentasi plastik yang berukuran lebih besar (GESAMP, 2015). Mikroplastik dapat

diklasifikasikan berdasarkan bentuknya sesuai standar yang mengacu pada (Gago, 2018) . Terdapat 7 bentuk mikroplastik yaitu pellet, fragmen, *fiber*, film, tali dan filamen, *microbead*, dan busa/spons. Bentuk mikroplastik tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Klasifikasi Bentuk Mikroplastik (1) pellet, (2) fragmen, (3) *fiber*, (4) film, (5) tali dan filamen, dan (7) busa/spons

Sumber: Gago (2018)



Gambar 2. Klasifikasi Bentuk Mikroplastik (6) *Microbead*

Sumber: Dokumentasi pribadi

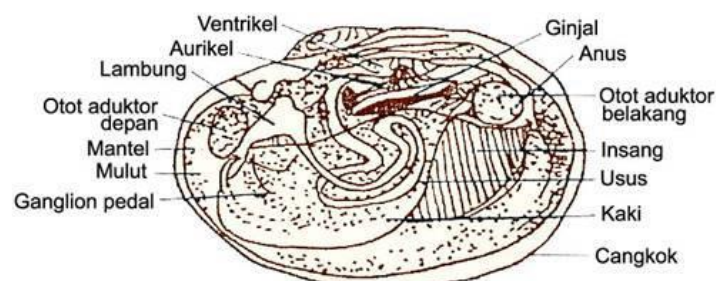
Beberapa penelitian membuktikan bahwa adanya mikroplastik dalam bahan pangan khususnya *seafood*. Penelitian Von Moos *et al* (2012) mengungkapkan bahwa adanya beberapa hewan laut yang secara tidak sengaja menelan mikroplastik antara lain ikan, kerang, dan udang. Penelitian serupa oleh Rochman *et al* (2015) ditemukan adanya mikroplastik di ikan dan kerang

di perairan Makassar, Indonesia. Hasil penelitian tersebut menunjukkan beberapa bentuk mikroplastik antara lain *fragment*, *foam*, *film*, dan *monofilament*. Menurut GESAMP (2015) empat jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada *seafood* adalah PE (79%), PP (64%), PS (40%), dan nilon (17%).

Potensi mikroplastik sebagai pencemar pada bahan pangan terkait dengan ukurannya yang kecil dan luas permukaan yang besar. Mikroplastik mengandung campuran berbagai macam bahan kimia yang ditambahkan selama proses produksi. Selain itu, mikroplastik juga memiliki kemampuan untuk menyerap racun dan bahan-bahan kimia yang ada di lingkungan logam berat, *polychlorinated biphenyls* (PCBs), *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs), dan kelompok *persistent organic pollutants* (POPs). POPs tergolong dalam *persistent bioaccumulative and toxic compounds* (PBT) yaitu senyawa beracun yang dapat terakumulasi di dalam tubuh organisme. Secara tidak langsung bahan-bahan tersebut dapat ditransfer ke dalam rantai makanan (Avio *et al*, 2015).

### 1.2.3. Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu jenis hewan *mollusca* (binatang lunak) yang memiliki dua buah cangkang (*bivalvia*). Habitat utama kerang darah berada di daerah pantai dengan pasir berlumpur pada kedalaman 10 sampai 30 m. Kerang darah memiliki kebiasaan untuk menenggelamkan tubuhnya di dalam lumpur. Kerang darah banyak ditemui di kawasan perairan Asia Tenggara dan Asia Timur (Anggraini, 2016). Ciri khas dari kerang ini adalah jaringan tubuh yang berwarna merah berisi hemoglobin. Oleh karena kandungan hemoglobin dalam tubuhnya, kerang ini dapat hidup pada kondisi kadar oksigen yang relatif rendah.



Gambar 3. Jaringan Kerang Darah

Sumber: (Nagir, 2013)

Kerang darah merupakan salah satu bivalvia yang banyak ditemukan di perairan Indonesia dengan jumlah 458 ton pada tahun 2010 (Widianarko & Hantoro, 2017). Kerang dapat dijadikan sebagai bioindikator dalam memonitor polusi mikroplastik karena memenuhi kriteria untuk menjadi indikator kualitas lingkungan perairan (Griet *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2018; Lusher *et al.*, 2017). Kerang terdistribusi secara global dan mudah hidup di berbagai kondisi lingkungan seperti temperatur, kadar oksigen, salinitas, dan ketersediaan makanan (Li *et al.*, 2018). Kerang darah bersifat *filter feeder* non selektif yaitu mengambil makanan dengan cara menyaring semua yang ada disekitarnya, sehingga memungkinkan paparan kontaminasi senyawa berbahaya dan juga mikroplastik relatif tinggi (Griet *et al.*, 2015).

#### 1.2.4. Analisa Mikroplastik

Secara umum, metode analisa mikroplastik mencakup proses digesti, observasi, kuantifikasi, serta identifikasi. Dalam proses digesti dapat digunakan beberapa pelarut seperti asam ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ ), basa ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ), oksidator ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), dan enzimatis (tripsin, proteinase K) (Dehaut *et al.*, 2016; Lusher *et al.*, 2017; Yu *et al.* 2019). Protokol digesti harus mampu menghilangkan seluruh materi organik tanpa merusak mikroplastik (Munno *et al.*, 2017; Prata *et al.*, 2019). Pemisahan berdasarkan densitas dilakukan dalam penelitian (Hidalgo-ruz *et al.*, 2012) menggunakan larutan dengan densitas tinggi. Beberapa larutan yang digunakan tidak merusak polimer mikroplastik, seperti natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ), natrium iodide ( $\text{NaI}$ ), dan natrium politungstat (PST) (Munno *et al.*, 2017). Observasi dan kuantifikasi mikroplastik dapat dilakukan dengan menggunakan mikroskop (Avio *et al.*, 2015). Terdapat beberapa metode identifikasi seperti spektroskopi dengan alat FTIR, Raman *spectroscopy*, dan *scanning electron microscopy* (SEM) (Catarino *et al.* 2016; Dehaut *et al.*, 2016; Griet *et al.*, 2015; Hurley *et al.*, 2018; Klein *et al.*, 2018).

Penelitian ini fokus pada penggunaan  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebagai larutan digesti dikarenakan menurut (Brennholt *et al.*, 2019) larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  merupakan oksidator yang efektif untuk menghilangkan bahan organik.  $\text{H}_2\text{O}_2$  mampu melarutkan seluruh komponen organik yaitu jaringan organisme laut, sehingga keberadaan mikroplastik dapat diidentifikasi (Waddell, 2018). Kelebihan  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebagai larutan digesti berdasarkan penelitian sejenis adalah ramah lingkungan sehingga residu yang ditimbulkan tidak berbahaya, serta efektif ditandai dengan *recovery rate* diatas 90%. Kekurangan daripada penggunaan  $\text{H}_2\text{O}_2$  sebagai larutan digesti adalah timbulnya *foam* (Catarino *et al.*, 2016). Beberapa penelitian sejenis dengan optimasi larutan digesti  $\text{H}_2\text{O}_2$  pada beberapa konsentrasi, perbandingan, waktu, dan suhu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Berbagai Penelitian Analisa Mikroplastik

| Penelitian                   | Jenis Seafood  | Pelarut                               | Jaringan (g) :<br>Pelarut (ml) | T<br>(°C) | t<br>(jam) | Hasil Penelitian   |
|------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|-----------|------------|--|
| (Ding <i>et al.</i> , 2018)  | Jaringan <i>Chlamys farreri</i> dan <i>Mytilus galloprovincialis</i>     | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub><br>30 % | 1:100                          | 60        | 24         | Sisa senyawa organik sebesar 0,0155 g. <i>Recovery rate</i> cenderung tinggi untuk beberapa jenis plastik antara lain PP (97,5%), PE (94,9%), PS (97,6%), PVC (96,7%). |
| (Waddell, 2018)              | <i>Blue crabs</i>  | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub><br>30 % | 1:15                           | 20        | 48         | <i>Recovery rate</i> terhadap polistiren (100,08%), LDPE (100%), nylon (92,76%).   |
| (Waite <i>et al.</i> , 2018) | Air, jaringan lunak <i>eastern oysters</i> dan <i>atlantic mud crabs</i> | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub><br>30 % | 1:40                           | 65        | 24         | <i>Recovery rate</i> terhadap Nylon (90,7%), PP (91,8%).   |
| (Li <i>et al.</i> , 2016)    | <i>Blue mussels</i>  | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub><br>30%  | 1:40                           | 65        | 24         | Digesti dengan larutan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dapat menghilangkan lebih dari 90% bahan organik. Tingkat <i>recovery rate</i> dapat mencapai 95%.                |

### 1.2.5. Urgensi Standarisasi Metode

Mikroplastik memiliki dampak biologis, kimiawi, dan fisik bagi organisme baik secara langsung maupun tidak langsung melalui rantai makanan (Griet *et al.*, 2015). Namun hingga saat ini penelitian terkait dampak serta toksisitas kontaminan mikroplastik masih terbatas. Sejauh ini tantangan terbesar dalam penelitian terkait mikroplastik adalah kurang adanya protokol standar serta teknik ekstraksi dan karakterisasi partikel mikroplastik dari biota laut (Avio *et al.*, 2015; Griet *et al.*, 2015; Yu *et al.*, 2019). Metode isolasi, identifikasi, dan kuantifikasi yang beragam menyebabkan sulitnya komparasi data terkait konsentrasi mikroplastik dan jenis polimer (Mai *et al.*, 2018). Keperluan akan standarisasi metode analisa mikroplastik pada biota laut termasuk kerang darah telah menjadi perhatian oleh *International Council for the Exploration of the Sea (ICES)* (Catarino *et al.*, 2016; Griet *et al.*, 2015). Adanya metode standar terkait dengan ekstraksi dan kuantifikasi mikroplastik menjadi penting untuk penelitian lebih lanjut terkait dengan analisa risiko level kontaminasi serta dampak mikroplastik pada organisme (Catarino *et al.*, 2016).

Sampai saat ini tersedia metode ekstraksi dan kuantifikasi mikroplastik yang bervariasi. Secara umum metode analisa mikroplastik mencakup proses ekstraksi dan digesti bahan organik, observasi, kuantifikasi, serta identifikasi (EFSA Contam Panel, 2016). Oleh karena metode analisa yang bervariasi, diperlukan adanya protokol standar analisa mikroplastik yang lebih efisien dan mudah dioperasikan. Adanya protokol standar dapat menjadi dasar untuk melakukan analisa risiko terkait dengan dampak mikroplastik pada level tertentu terhadap organisme yang terkontaminasi (Catarino *et al.*, 2016; Huppertsberg & Knepper, 2018).

### 1.2.6. *Fourier Transform Infra Red (FTIR)-Imaging Microscopy*

*Fourier Transform Infra Red (FTIR)-imaging microscopy* merupakan suatu alat untuk menganalisa keberadaan suatu senyawa berdasarkan kekuatan penyerapan/absorbansi senyawa atau partikel pada panjang gelombang tertentu. Prinsip kerja FTIR adalah dengan menghitung penyerapan suatu bahan terhadap sinar infra merah yang dilewatkan. Sinar yang terserap akan diteruskan ke detektor lalu melalui interferometer untuk mendapatkan spektrum dari bahan yang diuji. Penyerapan tersebut diukur berdasarkan perubahan dalam momen dipol, sehingga gugus fungsional seperti gugus karbonil dapat terdeteksi. Terdapat dua metode pengukuran yaitu transmisi dan reflection. Metode transmisi tidak hanya dapat melakukan diferensiasi senyawa kimia dari suatu partikel, namun dapat menampilkan karakter partikel secara visual.



Ketebalan sampel perlu diperhatikan, karena berpengaruh terhadap banyaknya sinar infra merah yang diteruskan (Elert *et al.*, 2017).

Teknik identifikasi menggunakan FTIR saat ini merupakan teknik yang cukup akurat dan banyak digunakan (Elert *et al.*, 2017). FTIR dapat digunakan untuk menguji keutuhan suatu polimer mikroplastik setelah melalui proses ekstraksi. Perubahan skor yang kecil menandakan proses ekstraksi mikroplastik berjalan efisien serta tidak merusak polimer mikroplastik. Skor minimal yang dapat diterima adalah 600 (Avio *et al.*, 2015).

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan optimasi digesti H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% pada kerang darah (*Anadara granosa*) serta mengamati dampak digesti H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% terhadap ukuran, bentuk, dan keutuhan mikroplastik.

