

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara kedua penghasil polutan plastik terbesar setelah Cina dengan besaran 0,48 – 1,29 juta metrik ton/tahun (Jambeck *et al.*, 2015). Keberadaan plastik akan terus mengalami peningkatan dikarenakan adanya degradasi plastik yang berukuran besar terurai menjadi jutaan mikroplastik. Mikroplastik didefinisikan sebagai plastik dengan ukuran <5 mm (Li *et al.*, 2015). Potensi mikroplastik untuk mengalami degradasi sangat rendah namun tingkat akumulasinya sangat tinggi sehingga mikroplastik dapat bertahan dalam jangka waktu yang sangat lama. Banyak penelitian menunjukkan bahwa partikel-partikel mikroplastik telah ditemukan terakumulasi di biota perairan dan sedimennya (Catarino *et al.*, 2017; Devriese *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2016; Cordova dan Wahyudi, 2016). Hal ini memunculkan risiko keamanan pangan bagi manusia sebagai konsumen pangan.

Mikroplastik pada *seafood* merupakan pencemar yang tidak dapat dihilangkan. Ukurannya yang sangat kecil sehingga mikroplastik dapat masuk dalam tubuh *seafood*, seperti ikan, bivalvia, dan udang, serta dapat masuk dalam rantai makanan (*food chain*). Mikroplastik mengandung senyawa kimia yang ditambahkan selama proses pembuatannya dan dapat menyerap kontaminan yang ada di sekelilingnya (Rochman, 2015). Apabila mikroplastik masuk dan tercerna oleh biota perairan, maka di dalam tubuh biota perairan tersebut juga dimungkinkan terdapat racun bahan-bahan kimia (Jovanovic, 2017). Mikroplastik yang terakumulasi dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan kerusakan organ internal dan penyumbatan saluran pencernaan.

Metode standar pengujian mikroplastik diperlukan agar dapat dilakukan analisis risiko. Metode standar mencakup pengambilan sampel, ekstraksi, deteksi, serta identifikasi. Dari penelitian-penelitian sebelumnya, terdapat berbagai macam metode ekstraksi untuk memisahkan partikel mikroplastik yang ada di dalam sampel yaitu enzim, asam, alkali, dan senyawa pengoksidasi. Selain itu, terdapat beberapa metode deteksi dan identifikasi mikroplastik seperti FTIR *spectroscopy*, mikroskopik, Raman *spectroscopy*, SEM, dan gas kromatografi (Wagner *et al.*, 2014). Cara pengukuran yang beragam menghasilkan satuan (*unit*) konsentrasi yang berbeda-beda.

Efektivitas metode dan larutan ekstraksi unik untuk masing masing jenis jaringan. Ekstraksi mikroplastik pada sampel udang dilakukan menggunakan larutan digesti yang berbeda-beda serta dalam jumlah, suhu, dan waktu yang berbeda juga (Abbasi *et al.*, 2018; Devriese *et al.*, 2015; Desforges *et al.*, 2015). Oleh karena itu, standarisasi metode ekstraksi untuk jenis *seafood* tertentu perlu dilakukan. Hidrogen peroksida (H_2O_2) adalah senyawa pengoksidasi yang sering digunakan dalam digesti dan memiliki sifat larut dalam air (Mathalon dan Hill, 2014). Berdasarkan temuan Jin Feng *et al.* (2018), Waddel (2018), Waite *et al.* (2018), dan Li *et al.* (2016), penggunaan larutan H_2O_2 dinilai efektif dalam proses digesti karena memiliki nilai *recovery* > 90%. Diharapkan dengan adanya metode yang terstandarisasi, akan diperoleh hasil yang lebih akurat, sehingga dapat dilakukan analisa risiko lebih lanjut tentang dampak mikroplastik sebagai kontaminan *seafood* (Catarino *et al.*, 2017).

1.2. Tinjauan Pustaka

Plastik adalah polimer sintetik yang diproduksi dari polimerisasi monomer yang berasal dari ekstraksi minyak atau gas. Plastik memiliki bobot molekul yang tinggi dan rantai ikatan yang kuat sehingga membutuhkan waktu yang lama agar dapat terdegradasi menjadi ukuran yang lebih kecil (Junerosano, 2018). Produksi global dari plastik mengalami peningkatan yaitu dari 1,5 juta ton/tahun di tahun 1950 menjadi 250 juta ton/tahun di tahun 2011 serta peningkatan produksi sebesar 10% per tahunnya (Mahat, 2017). Sampai saat ini laut telah menampung 150 juta ton plastik dengan 250 ribu ton diantaranya sudah terfragmentasi menjadi 5 triliun potongan plastik.

Setiap jenis plastik memiliki karakter pembeda yaitu densitasnya. Semakin rendah densitasnya maka plastik akan berada di permukaan, sebaliknya semakin tinggi densitasnya maka plastik akan tenggelam (Brate *et al.*, 2017). Pengelompokkan polimer plastik berdasarkan densitasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Densitas Berbagai Jenis Plastik

Tipe Plastik	Densitas (g/cm ³)
Polyethylene	0,917 – 0,965
Polypropylene	0,9 – 0,91
Polystyrene	1,04 – 1,1
Polyamide (nylon)	1,02 – 1,05
Polyester	1,24 – 2,3
Acrylic	1,09 – 1,2
Polyoximethylene	1,41 – 1,61
Polyvinyl alcohol	1,19 – 1,31
Polyvinyl chloride	1,16 – 1,58
Poly methylacrylate	1,17 – 1,2
Polyethylene terephthalate	1,37 – 1,45
Alkyd	1,24 – 2,1
Polyurethane	1,2

(Brate *et al.*, 2017)

1.2.1. Mikroplastik

Mikroplastik didefinisikan sebagai potongan plastik yang berukuran kurang dari 5 mm, yang dapat berasal dari degradasi plastik yang berukuran besar (Devriese *et al.*, 2015). Berdasarkan sumbernya, mikroplastik dapat dibedakan menjadi dua yaitu primer dan sekunder. Mikroplastik primer dapat ditemukan dalam produk perawatan kulit, seperti *scrub* dan lulur, antara lain *polyethylene*, *polystyrene*, *polypropylene*. *Polyethylene* adalah jenis polimer yang paling banyak ditemukan di lingkungan (Jambeck *et al.*, 2015). *Microbeads* merupakan mikroplastik primer yang dapat ditemukan dalam produk *skincare* seperti pembersih wajah, sabun, dan pasta gigi. *Microbeads* memiliki sifat sintetis, non *degradable*, serta tidak larut dalam air (Leslie, 2014). Mikroplastik sekunder yaitu serat atau fragmen yang berasal dari degradasi plastik berukuran besar oleh pelapukan radiasi sinar ultraviolet dan abrasi mekanis (Mahat, 2017). Contoh mikroplastik sekunder adalah partikel yang terlepas selama proses produksi tekstil, cat, dan ban, serta proses degradasi oleh radiasi ultraviolet (GESAMP, 2015).

Empat hal yang dapat membawa mikroplastik sampai ke laut, yaitu (1) reduksi ukuran plastik di laut yang diakibatkan oleh sinar UV, aktifitas manusia, dan tekanan fisik dari air laut, (2) terbawa melalui limbah rumah tangga dan aliran air yang telah tercemar oleh mikroplastik dari produk kebersihan dan kecantikan yang mengandung *scrub*, (3) secara tidak sengaja hilang dalam proses pengolahannya (plastik dalam bentuk pellet atau bubuk), dan (4) pembuangan hasil pengolahan limbah, seperti lumpur sisa (GESAMP, 2015).

Penyebaran mikroplastik yang luas dengan kepadatan yang tinggi di perairan serta ukuran dan warna yang menyerupai mangsa memunculkan peluang bagi mikroplastik untuk termakan oleh berbagai biota perairan baik invertebrata maupun ikan menjadi tinggi (Setala *et al.*, 2014). Semakin kecil partikel mikroplastik, maka semakin besar kemungkinan partikel tersebut untuk ditelan oleh biota perairan (Andrady, 2011). Akumulasi mikroplastik dapat mengakibatkan kerusakan fisik dan kimia seperti kerusakan organ internal dan penyumbatan saluran pencernaan, bersifat karsinogenik dan gangguan endokrin (Oehlmann *et al.*, 2009).

Ukuran mikroplastik yang sangat kecil juga memungkinkan adanya perpindahan dari satu jaringan ke jaringan lainnya. Selain karena bahan dasar mikroplastik yang berbahaya, mikroplastik memiliki kemampuan untuk menyerap senyawa hidrofobik beracun dari lingkungan seperti *dichloro diphenyl trichloroethane* (DDT), *polychlorinated biphenyls* (PCB), *polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH), *nonylphenols* dan zat nonpolar lainnya yang terserap pada permukaan plastik yang dapat dikonsumsi oleh mikroorganisme (Browne *et al.*, 2008). Oleh karena itu, mikroplastik menjadi ancaman potensial terhadap kesehatan dan kegiatan manusia (Thompson *et al.*, 2009).

1.2.2. Udang Putih (*L. vannamei*)

Salah satu hewan laut yang memiliki siklus hidup kompleks dan dapat ditemukan hampir di seluruh bagian lautan mulai dari muara, laut dalam, dan laut terbuka yaitu udang. Di tahun 2005, Indonesia adalah produsen udang ketiga terbanyak setelah China dan India. Pada awal tahun 2000an, tingkat konsumsi udang di Indonesia yaitu sebesar 0,5 kg/orang/hari. Udang termasuk dalam hewan omnivora serta dapat memakan

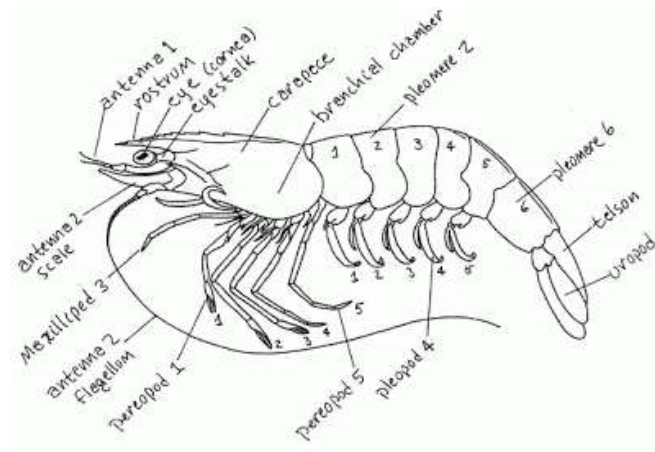
phytoplankton (diatom) dan detritus maupun zooplankton. Makanan yang dimakan oleh udang bergantung pada habitat tempat hidupnya dan musim (Gillett, 2008). Salah satu jenis udang yang sering ditemukan yaitu udang putih (*Litopenaeus vannamei*). Udang putih memiliki tubuh yang berbuku-buku dan mengalami aktivitas ganti kulit luarnya (eksoskeleton) secara periodik (Nababan *et al.*, 2015). Udang putih ditemukan di sekitar garis pantai dengan kedalaman sekitar 50 meter pada dasar yang berpasir dan berlumpur, serta menyukai air yang keruh.

Warna tubuh udang putih yaitu putih kekuningan dan terdapat bintik-bintik coklat dan hijau pada ekornya. Udang putih memiliki ukuran berkisar 20 cm pada udang jantan dan 24 cm pada udang betina (Wyban dan Sweeney, 1991). Taksonomi dari udang putih (*L. vannamei*) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Familia	: Penaeidae
Sub genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

(Wyban and Sweeney, 1991)

Struktur kepala udang putih terdiri atas antena, antenula, 5 pasang kaki berjalan (periopoda) dan 3 pasang maxilliped (Kordi, 2007) Maxilliped sudah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ untuk makan. Pada ujung periopoda berbentuk beruas-ruas yang berbentuk capit (dactylus). Capit tersebut terdapat pada kaki ke-1, ke-2, dan ke-3. Perut udang (abdomen) terdiri dari 6 ruas dan terdapat 5 pasang kaki renang (pleopoda) dan sepasang ekor (uropods) yang membentuk kipas. Bentuk rostrum dari udang putih yaitu memanjang dan pangkalnya hampir berbentuk segitiga. Uropoda berwarna merah kecoklatan dengan ujungnya kuning kemerah-merahan atau sedikit kebiruan.



Gambar 1. Morfologi Udang Putih (*L. vannamei*)

Sumber : Wyban dan Sweeney (1991)

Udang putih mempunyai kemampuan beradaptasi terhadap salinitas yang luas dengan kisaran salinitas 0 sampai 50 ppt (Tizol *et al.*, 2004). Temperatur yang cocok bagi pertumbuhan udang putih adalah 23-30°C. Udang putih akan mati jika terpapar pada air dengan suhu dibawah 15°C atau diatas 33°C selama 24 jam atau lebih. Udang muda dapat bertumbuh dengan baik dalam air dengan temperatur hangat, tapi semakin besar udang tersebut, maka temperatur optimum airnya akan mengalami penurunan (Wyban and Sweeney, 1991). Kulit udang mengandung 25-40% protein, 40-50% CaCO₃, dan 15-20% kitin.

1.2.3. Analisis Mikroplastik

Penelitian terkait mikroplastik sering terhambat karena belum tersedia protokol standar dan kesulitan dalam proses ekstraksi sampel laut, serta identifikasi partikel-partikel yang berasal dari sampel laut (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Banyak metode yang telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir untuk mengekstrak mikroplastik dari organisme (Li *et al.*, 2015). Pada umumnya, metode analisa mikroplastik terdiri atas preparasi sampel, ekstraksi, pemisahan polimer plastik berdasarkan berat jenis (Stock *et al.*, 2019), observasi dengan mikroskop, dan identifikasi dengan FTIR (Mai *et al.*, 2018). Pada biota laut dengan ukuran besar, seperti ikan, kura-kura, *seabirds* biasanya penelitian yang dilakukan berfokus pada saluran pencernaan termasuk usus dan lambung, sedangkan pada biota yang berukuran lebih kecil seperti pada zooplankton, cacing, dan udang analisa yang dilakukan menggunakan keseluruhan tubuhnya (Mai *et al.*, 2018).

Dalam tahapan ekstraksi, reagen kimia yang sering digunakan yaitu asam (De Witte *et al.*, 2014), alkalis (Dehaut *et al.*, 2016), agen pengoksidasi (Li *et al.*, 2015), dan enzim (Cole *et al.*, 2014). Ekstraksi dengan enzim biasanya digunakan untuk sampel plankton, namun metodenya rumit dan memerlukan biaya yang besar (Avio *et al.*, 2015), sedangkan dengan asam, alkali, dan agen pengoksidasi memerlukan waktu yang lebih lama dan suhu yang tinggi (Desforges *et al.*, 2015). Ekstraksi sampel pada suhu tinggi dapat merusak mikroplastik sehingga perlu adanya metode-metode lainnya seperti filtrasi dan pemisahan berdasarkan berat jenis untuk menghilangkan bahan organik (Roch dan Brinker, 2017). Selain itu, keamanan laboratorium juga perlu dipertimbangkan bila menggunakan suhu tinggi (Yu *et al.*, 2019). Observasi secara visual dilakukan dibawah mikroskop dan diidentifikasi menggunakan FTIR (Cheung *et al.*, 2016).

Tabel 2. menunjukkan hasil penelitian Desforges *et al.* (2015), Abbasi *et al.* (2018), Devriese *et al.* (2015), Jin-Feng *et al.* (2018), Li *et al.* (2016), dan Waite *et al.* (2018) tentang keragaman metode digesti untuk sampel udang dengan berbagai jenis pelarut. Sebagai pembanding hasil digesti oleh larutan H₂O₂ pada berbagai jenis sampel juga disajikan.

Tabel 2. Hasil Ekstraksi Mikroplastik dalam Sampel *Seafood* Berdasarkan Jenis Larutan

Penelitian	Sampel	Pelarut	Jaringan	(gram) : pelarut (ml)	Suhu dan waktu	Hasil Penelitian
Desforges <i>et al.</i> (2015)	Keseluruhan jaringan dari <i>Euphausia pacifia</i>	HNO ₃ 100%	TA		80°C, 30 menit	<i>Recovery rate</i> dari PE yaitu 90% dan nylon 98%

Tabel 2. Hasil Ekstraksi Mikroplastik dalam Sampel *Seafood* Berdasarkan Jenis Larutan (Lanjutan)

Penelitian	Sampel	Pelarut	Jaringan (gram) : pelarut (ml)	Suhu dan waktu	Hasil Penelitian	
Abbasi <i>et al.</i> (2018)	Keseluruhan tubuh udang <i>P. semisulcatus</i> dan GI tract dari ikan mesopelagik jenis <i>C. abbrevaitus</i>	30 ml H ₂ O ₂ 35%	TA	60°C, 72 jam	Jumlah mikroplastik antara 0,16g ⁻¹ untuk ikan mesopelagik hingga 1,5g ⁻¹ untuk udang	rata-rata berkisar
Devriese <i>et al.</i> (2015)	Keseluruhan tubuh dari <i>brown shrimp</i>	HNO ₃ (65%): HClO ₄ (68%) (4:1)	TA	20°C (12 jam) + 100°C (10 menit)	Rata-rata jumlah mikroplastiknya yaitu 1,23 ± 0,99 mikroplastik/ udang	
Jin-Feng <i>et al.</i> (2018)	Saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan dari <i>Chlamys farreri</i> dan <i>Mytilus galloprovincialis</i>	H ₂ O ₂ 30%	1:100	60 °C, 24 jam	<i>Recovery</i> yang diperoleh yaitu PP 97,5%, PE 94,9%, PS 97,6%, dan PVC 96,7%	
Li <i>et al.</i> (2016)	Jaringan lunak dari <i>Blue mussels</i>	H ₂ O ₂ 30%	1:40	65 °C, 24 jam	Tingkat <i>recovery</i> ratenya dapat mencapai 95%	

Tabel 2. Hasil Ekstraksi Mikroplastik dalam Sampel *Seafood* Berdasarkan Jenis Larutan (Lanjutan)

Penelitian	Sampel	Pelarut	Jaringan (gram) : pelarut (ml)	Suhu dan waktu	Hasil Penelitian
Waite <i>et al</i> (2018)	Air, jaringan lunak <i>oyster, atlantic crabs</i>	H ₂ O ₂ 30%	1:40	65 °C, 24 jam	<i>Recovery rate</i> yang diperoleh yaitu nylon 90,7% dan PP 91,8%

Keterangan = TA : tidak tersedia informasi terkait di artikel jurnal

1.2.4. Urgensi Standarisasi Metode

Metode kuantifikasi mikroplastik memiliki perbedaan dalam berbagai aspek, seperti ukuran sampel, tindakan pencegahan kontaminasi, adanya prosedural blanko, metode ekstraksi, filter ukuran pori yang digunakan, metode observasi, dan identifikasi. Hal ini menegaskan bahwa standarisasi metode kuantifikasi mikroplastik untuk menentukan kontaminan mikroplastik yang ada di biota perairan penting untuk dilakukan (Griet *et al.*, 2015). Standarisasi dilakukan dengan cara mengembangkan metode yang telah ada menjadi metode yang lebih cepat, efisien, dan mudah dioperasikan (Avio *et al.*, 2015). Mikroplastik memiliki sifat *ubiquitous* sehingga dapat mempengaruhi kualitas hasil deteksi dan kuantifikasi, contohnya serat/fiber sintesis yang berukuran kecil dan banyak di udara menyebabkan resiko kontaminasi yang tinggi selama analisa dilakukan (Wesch *et al.*, 2017).

Dalam analisa mikroplastik, perlu adanya optimasi larutan digesti yang digunakan dengan cara kinerja reagen digesti dipilih di bawah suhu/perbandingan/konsentrasi yang berbeda-beda. Tujuannya adalah untuk menentukan metode digesti terbaik dengan suhu/konsentrasi/perbandingan terendah dan aman untuk dilakukan (Avio *et al.*, 2015). Tindakan pencegahan dan protokol standar juga diperlukan untuk mengurangi

kontaminasi. Pengukuran blanko selama analisa terbukti efektif untuk menjamin validitas data yang diperoleh (Rummel *et al.*, 2016).

Aplikasi hidrogen peroksida (H_2O_2) sebagai larutan digesti (volume pelarut, waktu, dan suhu) beragam antar jenis sampel. H_2O_2 adalah larutan digesti yang efektif untuk berbagai macam sampel *seafood*, dengan *recovery rate* lebih dari >90% (Tabel 2). Mathalon dan Hill (2014) menyatakan bahwa H_2O_2 merupakan agen pengoksidasi yang dapat digunakan untuk mendigesti bahan organik pada sampel mikroplastik. H_2O_2 bersifat oksidator kuat sehingga efektif untuk menghilangkan bahan organik pada sampel. Namun, digesti H_2O_2 memiliki kekurangan yaitu terbentuknya *foam* berwarna putih (Catarino *et al.*, 2017). Optimasi proses digesti menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) diperlukan untuk masing-masing jenis sampel termasuk sampel udang. Dengan adanya metode standar yang telah tervalidasi mulai dari cara pengambilan sampel, penanganan sampel, metodologi, dan keakuratan data yang diperoleh, maka dapat dilakukan analisa risiko lebih lanjut mengenai dampak mikroplastik (Huppertsberg dan Knepper, 2018).

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk melakukan optimasi digesti sampel udang putih (*Litopenaeus vannamei*) dengan H_2O_2 30% , mengembangkan standar internal untuk penjaminan mutu analisis mikroplastik secara *microscopy* dan FTIR *spectroscopy*, dan mengidentifikasi PSM (*Particle Suspected as Microplastic*) dalam udang.