

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini kualitas lingkungan mengalami penurunan akibat banyaknya sampah yang menumpuk di perairan. Sampah yang banyak ditemukan di perairan dan menjadi permasalahan bagi masyarakat di seluruh dunia adalah jenis sampah plastik. Plastik banyak diminati oleh sebagian besar masyarakat karena memiliki keunggulan yaitu tahan dalam jangka waktu lama atau tidak mudah rusak, ringan, ekonomis, fleksibel, serta mudah untuk didapat. Indonesia menjadi salah satu produsen negara kedua terbesar sebagai penghasil sampah plastik ke laut yang menyumbang sebanyak 0,48-1,29 juta ton per tahun serta terdapat kandungan mikroplastik pada air sebanyak 30-960 partikel/liter (Jambeck *et al.*, 2015; Litbangkes, 2019). Penggunaan sampah plastik dari berbagai sektor kehidupan semakin meningkat sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan semakin tinggi. Menurut Galgani (2015), akumulasi total sampah yang terdapat di sepanjang garis pantai hingga dasar laut hampir 95% didominasi oleh sampah jenis plastik.

Menurut Rachmat *et al.* (2019) sungai merupakan salah satu jalur masuknya sampah ke lautan. Masyarakat yang membuang sampah plastik di sembarang tempat seperti Tempat Pembuangan Sampah (TPS) liar maupun ke dalam badan perairan akan berpotensi masuk ke pesisir melalui aliran air, seperti sungai, siring, dan limpasan air hujan. Di perairan, terutama sungai, polimer plastik kurang dapat terurai secara biologis, melainkan terpecah-pecah menjadi bagian yang lebih kecil akibat radiasi UV dan arus air. Perpindahan mikroplastik dari darat ke air dapat melalui *run-off* atau dispersi ke drainase menuju sungai. Pergerakan mikroplastik dalam sungai dipengaruhi oleh hidrologi (misalnya kondisi aliran, debit harian) dan morfologi sungai, sehingga memiliki efek besar pada penyebaran mikroplastik di sungai (Lambert S *et al.*, 2014 dalam Wagner.M dan Scott L, 2018). Sungai dapat mempertahankan mikroplastik atau mengangkutnya ke hilir dan lingkungan pesisir,

serta berinteraksi biologis dengan biota sungai. Sungai bertindak sebagai vektor utama untuk plastik memasuki laut (Lechner *et al.*, 2014; Klein *et al.*, 2015 dalam Wang *et al.*, 2018). Hasil studi yang dilakukan oleh peneliti di *Ecological Observation and Wetlands Conservation* (Ecoton) pada tahun 2021 menunjukkan bahwa mikroplastik sudah tersebar di banyak sungai di Indonesia. Sampah yang dihasilkan masyarakat Surabaya sebanyak 8,25% dari sampah total merupakan jenis sampah plastik. Banyak sampah yang tidak terkelola dengan baik akibat pelayanan pengelolaan sampah perkotaan di Indonesia baru mencapai 33%, salah satunya sebanyak 2,9% sampah di buang ke sungai. Berdasarkan WHO (2021), menetapkan bahwa ambang batas bahaya paparan mikroplastik yakni 20 mg/L.

Partikel plastik mengalami radiasi UV, pelapukan alami, dan biodegradasi untuk membentuk mikroplastik (MP) dan nanoplastik (NP). Plastik yang semula berukuran besar tidak dapat terurai secara sempurna namun terfragmentasi akibat paparan cahaya UV, perubahan iklim, abrasi fisik seperti gelombang ombak pasang – surut laut, arus, angin sehingga terfragmentasi menjadi ukuran yang lebih kecil (Barnes *et al.*, 2009). Mikroplastik adalah partikel plastik yang berukuran kurang dari 5 mm (Zhang *et al.*, 2021). Nanoplastik diasumsikan memiliki komposisi dan asal yang sama dengan mikroplastik yang memiliki ukuran di bawah 100 nm (Ferreira *et al.*, 2019; Koelmans *et al.*, 2015). Proses degradasi partikel-partikel ini membutuhkan waktu yang lama dari bahan plastik yang digunakan dalam aktivitas manusia, seperti botol, gelas, kantong plastik, dan sebagainya. Partikel plastik dapat menjadi ancaman bagi keanekaragaman hayati karena mudah diserap oleh organisme akuatik. Partikel mikroplastik juga dapat berpindah ke organisme lain melalui rantai makanan (Bellasi *et al.*, 2020) dan diperkirakan sekitar 70-90% mikroplastik terakumulasi menjadi sedimen perairan (Uddin *et al.*, 2021).

Beberapa bahan plastik yang umum digunakan di masyarakat antara lain *polyethyleneetherephthalate*, *polyethylene*, *polypropylene*, *polystyrene*, *polyvinylchloride*, dan *polyurethane* (Bellasi *et al.*, 2020). Secara tidak langsung sampah plastik yang telah terurai menjadi mikroplastik akan termakan oleh hewan-

hewan yang ada di perairan karena memiliki ukuran yang kecil dan hampir menyerupai makanan mereka. Di alam, partikel *polystyrene* (PS) yang berukuran besar akan terdegradasi dalam waktu yang lama oleh sinar ultraviolet membentuk partikel kecil yang disebut nanoplastik (NP, ukuran 1 hingga <1000 nm), mikroplastik (MP, ukuran 1 hingga <1000 μm), mesoplastik (1 hingga <10 mm), dan makroplastik (1 cm hingga lebih) (Svedin, 2020). Partikel mikroplastik juga memiliki sifat persisten yang seringkali mengandung bahan kimia yang berpotensi toksik dan karsinogenik bila dikonsumsi oleh organisme sehingga berujung memengaruhi kehidupan perairan (Beaumont *et al.*, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ecoton, dilakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan metode Fourier Transform Infra Red (FTIR) di Laboratorium Pusat Pangan dan Pertanian Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Pertanian Soegijapranata Unika Semarang untuk memastikan jenis plastik yang diamati dengan mikroskop menunjukkan bahwa mikroplastik yang terdapat di Sungai Brantas termasuk dalam jenis plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) untuk kemasan makanan dan minuman sekali pakai. Plastik PP (*polypropylene*) adalah jenis plastik yang sulit didaur ulang dan digunakan untuk wadah makanan/minuman, botol sirup, kotak yoghurt, sedotan plastik, lakban, dan tali yang terbuat dari plastik dan PE (*polyethylene*) yang terdapat pada kantong kresek. Hasil penelitian Ramadan dan Emenda (2019) menemukan bahwa jenis mikroplastik yang dominan dalam perairan yaitu jenis PP (*Polypropylene*) sebanyak 54,73 % dan jenis PE (*Polyethylene*) sebanyak 45,27 %. Jenis polimer tersebut merupakan polimer yang paling banyak diproduksi di seluruh dunia. Menurut Virsek *et al.* (2016), *polyethylene* merupakan jenis polimer yang bersumber dari kantong plastik dan plastik kemasan. *Polyethylene* memiliki densitas yang lebih rendah sehingga *polyethylene* akan mengapung pada saat berada di perairan. Dalam penelitian Jiang *et al.* (2019) menemukan bahwa *polyethylene* merupakan salah satu jenis mikroplastik yang umum ditemukan di permukaan air.

Partikel mikroplastik cenderung menyerap polutan organik hidrofobik dan logam berat. Apabila terbangun ke lingkungan, partikel mikroplastik tersebut dapat

mengadsorpsi bahan polutan lain seperti logam berat, antibiotik, dan PCB yang menimbulkan resiko lebih berbahaya. Tingkat penyerapan dari partikel plastik ini bervariasi tergantung pada jumlah degradasi, salinitas, suhu, pH dan ukuran partikel (Yu *et al.*, 2019). Partikel nanoplastik menunjukkan besaran serapan antara 1-2 lebih besar dari mikroplastik. Peningkatan salinitas menyebabkan tingginya penyerapan partikel beracun ke dalam mikroplastik dan nanoplastik, sehingga menjadi potensi bahaya bagi organisme akuatik (Velzeboer *et al.*, 2014). Partikel beracun ini juga dapat berasal dari zat aditif (Cu, Zn, Cl, dll) yang tergabung dalam partikel mikroplastik, sehingga menyebabkan terbentuknya senyawa oksidan (Bandow *et al.*, 2017). Selain itu, plastik memiliki kemampuan untuk mengikat polutan organik berbahaya seperti *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) dan *Polychlorinated Biphenyls* (PCB).

Mikroplastik yang dikonsumsi oleh biota dapat terjadi secara langsung melalui konsumsi atau penyerapan kulit dan paling penting melalui permukaan pernapasan (insang) (Bern, L, 1990 dalam Lambert, S & Wagner, M, 2018), sehingga dapat menyebabkan kerusakan fisik pada organ pencernaan, mengganggu pernapasan pada insang, dan menyebabkan kematian (Cole *et al.*, 2013; Su *et al.*, 2018). Mikroplastik dan nanoplastik dengan komposisi dan konsentrasi yang sama menunjukkan toksisitas yang berbeda terhadap organ tertentu karena perbedaan ukuran partikel. Mikroplastik yang masuk ke dalam tubuh menyebabkan kerusakan usus, lalu menumpuk di berbagai jaringan dan organ bersama dengan sirkulasi darah. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa mikroplastik dapat terakumulasi di insang, saluran pencernaan, hati, otak, gonad, otot, mata, ginjal, jantung, plasenta, kantong empedu, dan paru-paru (Chisada *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2020; Lim *et al.*, 2021; Pitt *et al.*, 2018a; Ragusa *et al.*, 2021). Senyawa kimiawi yang terkandung dalam polimer plastik dapat mengganggu sistem endokrin dan reproduksi biota laut (Lithner *et al.*, 2011). Partikel plastik yang berukuran lebih kecil dapat menembus struktur penghalang dan menumpuk di otak dan gonad (Prüst *et al.*, 2020; Qiang dan Cheng, 2021). Organ yang memiliki struktur penghalang seperti otak dan gonad dapat memblokir mikroplastik, sehingga akumulasi nanoplastik di jaringan tersebut lebih besar daripada mikroplastik (Gardon *et al.*, 2018; Prüst *et al.*, 2020; Qiang

dan Cheng, 2021). Toksisitas partikel plastik terhadap organ reproduksi menyebabkan perkembangan abnormal terhadap keturunannya dan dapat diturunkan dari induk ke keturunannya (Bringer *et al.*, 2020; Pitt *et al.*, 2018b).

Indonesia merupakan salah satu dari empat negara sebagai pengeksport ikan nila di dunia (Pratiwi *et al.*, 2016). Pembudidayaan ikan nila berkembang cukup baik dan termasuk komoditas unggulan di Indonesia. Ikan nila merupakan spesies ikan air tawar yang hidup di sungai dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Beberapa keunggulan yang dimiliki oleh ikan nila dibandingkan ikan budidaya lainnya diantaranya pertumbuhan cepat dan pesat menyebabkan waktu panen yang lebih cepat, mudah dibudidayakan, efisien terhadap pemberian makan tambahan dan tahan terhadap penyakit serta toleran terhadap perubahan lingkungan (Nazrul, 2011). Budidaya ikan air tawar umumnya menggunakan air sungai sebagai media habitat di kolam atau danau. Sungai yang tercemar bahan beracun dapat menurunkan pertumbuhan ikan sehingga dapat mempengaruhi produksi perikanan budidaya (Hayati *et al.*, 2019).

Terdapat banyak laporan yang membuktikan bahwa mikroplastik dapat tertelan, dimana sebanyak 693 spesies hewan laut yang memakan plastik, 76,5% diantaranya dalam bentuk partikel debu plastik (Gall dan Thompson, 2015). Partikel plastik yang masuk ke dalam aliran darah melalui insang lalu beredar ke seluruh tubuh hingga sampai di gonad ikan. Keberadaan partikel plastik tersebut di dalam sel dan jaringan menimbulkan radikal bebas, sehingga molekul-molekul menjadi reaktif (elektronnya tidak berpasangan) diantaranya adalah molekul oksigen. Oksigen yang reaktif ini dikenal dengan *Reactive Oxygen Species* (ROS). ROS akan semakin meningkat seiring dengan banyaknya paparan partikel plastik yang bersifat toksik. ROS menimbulkan stres oksidatif sehingga menyebabkan reaksi oksidasi molekul-molekul penyusun sel. Oksidasi tersebut dapat terjadi pada senyawa lipid dan protein sel serta fragmentasi DNA. Lipid yang teroksidasi akan menghasilkan peroksidasi lipid yang dapat merusak struktur membran sel. Sedangkan, rantai protein terputus membentuk fragmentasi protein akibat oksidasi protein. Hal ini yang dapat mempengaruhi struktur gonad (testis) ikan. Testis adalah

organ penting yang bertanggung jawab untuk proses spermatogenesis. Partikel plastik yang juga dapat menyerap zat berbahaya seperti logam berat sehingga dapat berakibat pada kerusakan struktur sel. Oksidasi lipid maupun protein pada penyusun sel menyebabkan terjadinya degenerasi dan disintegrasi dari sel-sel spermatogenik lainnya, misalnya spermatosit primer, spermatosit sekunder, dan spermatid (Flora *et al.*, 2008; Boran dan Altnok, 2010).

Dalam meminimalisir kerusakan testis pada budidaya ikan nila, diperlukan alternatif pemberian probiotik dan vitamin C pada pakan komersial. Probiotik merupakan salah satu jenis bakteri fotosintetik yang mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan. Probiotik yang digunakan mengandung konsorsium LAB (*Lactic Acid Bacteria*) yang didalamnya terdapat mikroba terdiri atas *Lactobacillus buchneri* (DSM 20057), *Lactobacillus casei* (DSM 20011), *Lactobacillus bulgaricus* (NBRC13953), dan *Lactobacillus fermentum* (ME3). Pada ikan, mekanisme kerja probiotik yakni sebagai penstimulasi sistem imun non-spesifik. Menurut Kathia *et al.* (2018), menyatakan bahwa penggunaan probiotik pada budidaya ikan nila menguntungkan peternak sebab probiotik meningkatkan nafsu makan, memacu pertumbuhan ikan dan meningkatkan daya tahan ikan. Hal tersebut juga didukung oleh Ghouse (2015), menyatakan bahwa pemberian probiotik dalam lingkungan perairan dapat meningkatkan respon imun terhadap penyakit, memperbaiki sistem pencernaan ikan, memperbaiki kualitas air karena dapat merubah senyawa beracun menjadi tidak beracun, seperti senyawa ammonia dan nitrit melalui proses nitrifikasi.

Peningkatan kadar ROS yang menyebabkan stres oksidatif dapat ditekan dengan adanya antioksidan. Apabila partikel plastik masuk ke dalam sel dan jaringan maka akan menjadi oksidan, sehingga dapat diberi antioksidan untuk menetralkan. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menangkal keberadaan oksidan dari bahan toksik. Salah satu antioksidan yang digunakan adalah vitamin C. Vitamin C (asam askorbat) sebagai antioksidan yang larut air dan dapat menekan produksi radikal bebas serta mengurangi peroksidasi lipid pada testis (Gupta *et al.*, 2008).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh pemberian partikel plastik, pemberian pakan probiotik dan vitamin C terhadap perubahan struktur histologi testis ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian ini menggunakan partikel plastik jenis *polyethylene* yang telah berupa serbuk plastik dan digunakan alternatif pemberian probiotik dan vitamin C dalam upaya mengurangi toksisitas akibat terpapar partikel plastik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh kondisi lingkungan yang tercemar partikel plastik terhadap struktur testis ikan nila dan pengaruh pemberian pakan probiotik dan vitamin C dalam mengurangi kerusakan struktur testis akibat paparan partikel plastik sehingga dapat meningkatkan hasil budidaya ikan nila.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah variasi konsentrasi partikel plastik berpengaruh terhadap struktur histologi testis ikan nila (*Oreochromis niloticus*)?
2. Apakah pemberian pakan probiotik berpengaruh dalam mengurangi kerusakan struktur histologi testis ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terpapar partikel plastik?
3. Apakah pemberian pakan vitamin C berpengaruh dalam mengurangi kerusakan struktur histologi testis ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terpapar partikel plastik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh pemberian variasi konsentrasi partikel plastik terhadap struktur histologi testis ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

2. Mengetahui pengaruh pemberian pakan probiotik dalam mengurangi kerusakan struktur histologi testis ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
3. Mengetahui pengaruh pemberian pakan vitamin C dalam mengurangi kerusakan struktur histologi testis ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

1.4 Asumsi Penelitian

Adanya akumulasi partikel plastik pada sel di dalam testis dapat mengaktivasi *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang memicu stres oksidatif pada sel-sel di dalam testis, sehingga terjadi peroksidasi lipid, degradasi protein, dan fragmentasi DNA yang dapat menyebabkan kerusakan sel pada testis. Partikel plastik yang berukuran nanoplastik akan masuk menembus BTB (*Blood Testis Barrier*) lalu masuk ke dalam sel dan jaringan melalui proses endositosis sehingga menyebabkan kerusakan pada sel-sel di dalam testis yang apabila terjadi secara berkelanjutan akan mengakibatkan apoptosis atau kematian sel. Semakin tinggi dosis partikel plastik yang terakumulasi di dalam sel maka akan mengakibatkan terbentuknya ROS dan kerusakan histologis yang berlebihan. Berdasarkan hal tersebut, untuk meminimalisir kerusakan jaringan dan sel pada testis maka digunakan alternatif pemberian pakan yang mengandung probiotik. Bakteri yang terkandung dalam probiotik memiliki mekanisme membentuk enzim untuk melisiskan partikel plastik bersama feses. Selain itu, vitamin C sebagai zat antioksidan dapat menahan akumulasi ROS pada sel terdampak sehingga menghindari kerusakan sel lebih lanjut akibat stres oksidatif dengan cara mengikat radikal bebas.

1.5 Hipotesis Penelitian

1.5.1 Hipotesis Kerja

Pemberian partikel plastik dengan berbagai konsentrasi dapat menimbulkan kerusakan pada sel-sel di dalam testis ikan nila. Semakin tinggi konsentrasi partikel plastik yang diberikan, maka tingkat kerusakan organ testis akan semakin tinggi

pula. Pemberian probiotik dan vitamin C dalam pakan ikan berpengaruh terhadap tingkat kerusakan sel-sel testis akibat paparan partikel plastik. Jika pemberian probiotik dan vitamin C dalam pakan ikan dapat menurunkan kadar ROS, maka kerusakan sel-sel di dalam testis akibat paparan partikel plastik akan mengalami penurunan.

1.5.2 Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 (1) : Pemberian partikel plastik dengan variasi konsentrasi tidak berpengaruh terhadap tingkat kerusakan struktur histologi testis ikan nila.

H_1 (1) : Pemberian partikel plastik dengan variasi konsentrasi berpengaruh terhadap tingkat kerusakan struktur histologi testis ikan nila.

H_0 (2) : Pemberian pakan probiotik tidak berpengaruh terhadap penurunan tingkat kerusakan struktur histologi testis ikan nila yang dipapar partikel plastik dengan berbagai konsentrasi.

H_1 (2) : Pemberian pakan probiotik berpengaruh terhadap penurunan tingkat kerusakan struktur histologi testis ikan nila yang dipapar partikel plastik dengan berbagai konsentrasi.

H_0 (3) : Pemberian pakan vitamin C tidak berpengaruh terhadap penurunan tingkat kerusakan struktur histologi testis ikan nila yang dipapar partikel plastik dengan berbagai konsentrasi.

H_1 (2) : Pemberian pakan vitamin C berpengaruh terhadap penurunan tingkat kerusakan struktur histologi testis ikan nila yang dipapar partikel plastik dengan berbagai konsentrasi.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pengaruh pemberian partikel plastik dengan berbagai konsentrasi terhadap kerusakan struktur histologi testis ikan nila (*Oreochromis niloticus*).
2. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan pengetahuan mengenai pengaruh pemberian pakan probiotik dan vitamin C dalam mengurangi kerusakan struktur histologi testis ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada perairan yang tercemar partikel plastik.