

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran sungai di Indonesia merupakan permasalahan serius yang memerlukan penanganan yang tepat. Data pencemaran sungai di Indonesia pada laporan KLH yang diperoleh dari kegiatan pemantauan rutin Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Provinsi menunjukkan bahwa sebanyak 35 sungai di Indonesia tidak dapat digunakan sebagai sumber air minum dan diturunkan sebagai sumber air kelas dua (Li & Michalak, 2008). Sungai-sungai di Pulau Jawa sebagian besar telah mengalami pencemaran yang diakibatkan adanya masukan bahan pencemar (Roosmini *et al.*, 2018). Bahan pencemar atau polutan dapat berasal dari aktivitas manusia (sumber antropogenik) baik skala industri maupun rumah tangga selain itu dapat berasal dari limpasan pertanian ataupun gabungan dari kegiatan tersebut (Garg *et al.*, 2018; Roosmini *et al.*, 2018). Salah satu bahan polutan di perairan sungai yang menimbulkan permasalahan lingkungan adalah sampah plastik yang bersifat persisten dan banyak bersumber dari limbah rumah tangga dan industri (Fachrul & Rinanti, 2018). Penggunaan bahan plastik dalam kegiatan manusia menyebabkan sejumlah besar limbah plastik dilepaskan ke dalam ekosistem perairan dan berakhir di lingkungan dalam bentuk yang lebih kecil yaitu mikroplastik (Wang & Wang, 2018). Limbah plastik khususnya mikroplastik pada ekosistem perairan tawar baru-baru ini menjadi topik penelitian yang menarik dengan fokus utama dalam penentuan distribusi ukuran, kelimpahan dan komposisi partikelnya (Mendoza & Balcer, 2019). Ekosistem perairan tawar membawa beban mikroplastik sebanding dengan yang ada di lingkungan laut dan sungai berperan penting sebagai jalur distribusi dari mikroplastik (Roch *et al.*, 2019).

Mikroplastik merupakan bentuk serpihan plastik yang merupakan hasil fragmentasi memiliki diameter partikel kurang dari 5 mm yang memiliki bentuk fragmen, fiber, film, pellet dan *beads*/manik-manik (Mani *et al.*, 2015; Peng *et al.*, 2018). Mikroplastik merupakan polimer organik sintetik dari minyak bumi yang terkena radiasi UV sinar matahari sehingga menjadi lebih kecil dan tidak dapat terurai secara alami dalam waktu singkat sehingga keberadaannya tetap sebagai mikroplastik pada lingkungan (Rios *et al.*, 2007). Mikroplastik ditemukan di alam dapat berasal dari berbagai sumber. Mikroplastik primer dihasilkan oleh industri seperti *microbeads* dalam kosmetik, pembersih wajah, pasta gigi ataupun serat mikro dari tali dan pakaian sintesis sedangkan mikroplastik sekunder merupakan hasil pemecahan dari fragmen plastik yang lebih besar secara fisika (Vermaire

et al., 2017) Potensi penyebaran dari mikroplastik pada perairan sangat luas mengingat ukuran partikelnya yang kecil sehingga diperlukan perhatian yang khusus (Horton *et al.*, 2017).

Bukti pencemaran mikroplastik yang terjadi pada ekosistem sungai telah ditunjukkan dari data kuantitatif penelitian seperti jumlah, distribusi, kategori dan jenis polimer dari mikroplastik (Mani *et al.*, 2015). Beberapa penelitian yang mengungkap keberadaan mikroplastik di beberapa sungai di dunia telah dilakukan seperti Sungai Pearl (Fok & Cheung, 2015), Sungai Thames (Horton *et al.*, 2017), Sungai Hanjiang dan Yangtze (Wang *et al.*, 2017) dan beberapa sungai yang lain (Mani *et al.*, 2015; Horton *et al.*, 2017; Vermaire *et al.*, 2017; Peng *et al.*, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa sungai telah terkontaminasi dengan mikroplastik dengan kondisi yang bervariasi dari segi jumlah, jenis dan distribusinya.

Sungai Brantas merupakan sungai terbesar di Jawa Timur yang sejak tahun 2000 telah menunjukkan penurunan kualitas air yang diakibatkan terutama dari pencemar organik berupa sampah kegiatan domestik masyarakat maupun pembuangan limbah industri di sekitar sungai (Yetti *et al.*, 2011). *Ecological Observation and Wetlands Conservation* (Ecoton) merilis informasi bahwa saat ini selain tercemar logam berat, Sungai Brantas telah tercemar mikroplastik yang bersumber dari sampah popok bayi yang terdegradasi, bungkus makanan dan juga limbah pabrik kertas atau industri kertas daur ulang. Kontaminasi mikroplastik pada Sungai Brantas telah mengkhawatirkan, ditemukan kandungan mikroplastik pada 80% lambung ikan dari total sampel (Ecoton., 2019).

Kehadiran mikroplastik pada lingkungan perairan merupakan polutan/kontaminan beracun yang dapat menyebabkan bahaya toksikologis terhadap hewan air yang mengkonsumsi kontaminan tersebut (Wang & Wang, 2018). Mikroplastik dicerna oleh organisme akuatik yang mengakibatkan dampak negatif untuk kelangsungan hidup, hasil reproduksi, dan kesehatan karena mengandung banyak zat kimia seperti bahan kimia pengolahan, plasticizer, pewarna, dan pigmen yang dapat menyerap kontaminan hidrofobik dari lingkungan (Mani *et al.*, 2015). Salah satu jenis plasticizer yang banyak digunakan adalah ftalat yang merupakan ester dari asam ftalat (ester ftalat) dan dikenal sebagai zat aditif dalam pembuatan plastik agar lebih fleksibel dan lebih sulit dihancurkan (Zanolli, 2019). Bahan kimia ftalat memiliki efek buruk pada organisme dan ekosistem karena termasuk kontaminan global bersifat toksik yang mengganggu fungsi hormon endokrin (*Endocrine Disrupting Chemicals/EDC*) (Lee *et al.*, 2019). Pengaruh golongan ftalat (ester asam ftalat) juga terlihat terhadap respons stress oksidatif, enzim antioksidan (superoksida dismutase-

SOD, peroxidase-POD, katalase-CAT dan S-transferase glutathione-GST, glutathione peroksidase-GPx), kerusakan oksidatif (lipid peroksidase, malondialdehyde-MDA) dan kerusakan DNA (Santhosh *et al.*, 1998; Prasanth *et al.*, 2009; Agus *et al.*, 2015; Song *et al.*, 2019). Hasil analisis kimia pada salah satu penelitian juga menunjukkan kandungan ftalat yang tinggi dibandingkan aditif plastik yang lain yaitu bisphenol A (BPA) pada organ yang berbeda seperti insang, usus dan hati dari ikan *Lepidopus caudatus* (Salvaggio *et al.*, 2019).

Keberadaan mikroplastik yang ukurannya kecil menyebabkan ketersediaan dan memudahkan untuk dicerna oleh berbagai biota pelagis maupun bentik di semua tingkatan trofik mulai dari zooplanktonik, invertebrata (*bivalvia* atau *polychaeta*) dan vertebrata (ikan, mamalia air) (Kärrman *et al.*, 2016). Kontaminasi mikroplastik dapat berdampak negatif atau mengganggu kesehatan terhadap beberapa jenis organisme seperti copepod pada air laut (Cole, 2014), gastropoda pada air tawar (Akindele *et al.*, 2019), jenis kerang asian (Su, Cai, *et al.*, 2018) dan beberapa jenis ikan air tawar (Roch *et al.*, 2019). Mikroplastik mengalami proses perpindahan dari satu tingkat biologis ke tingkat berikutnya sehingga masuk ke dalam sistem rantai makanan lingkungan perairan (Widianarko & Hantoro, 2018).

Beberapa penelitian telah melakukan kegiatan biomonitoring mikroplastik pada perairan tawar termasuk sungai dengan menggunakan organisme ikan seperti *Oreochromis niloticus* (Ding *et al.*, 2018), *Squalius cephalus* (Collard *et al.*, 2018), *Gambusia holbrooki* (Su *et al.*, 2019), dan *Gobio gobio* (Slootmaekers *et al.*, 2019). Organisme ikan sangat mungkin dengan mudah melakukan pengambilan atau mengkonsumsi mikroplastik yang ukuran partikelnya kecil, memiliki daya apung dan warna yang menarik karena ikan dapat secara sengaja menelan mikroplastik dengan mengira partikel sebagai mangsa alami atau secara tidak sengaja apabila mikroplastik telah ada di dalam tubuh mangsanya (Jovanović, 2017). Ikan merupakan organisme yang paling umum digunakan dalam monitoring residu atau debris pada perairan karena penyebarannya yang luas, secara ekologis penting, dan masuk pada rantai makanan manusia (Su *et al.*, 2019).

Kajian yang akan dilakukan difokuskan dalam kegiatan penelitian kualitas perairan Sungai Brantas terkait dengan keberadaan polutan yaitu mikroplastik yang menyebabkan pencemaran perairan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan organisme indikator yaitu ikan gambusia (*Gambusia affinis*) yang banyak ditemukan di sepanjang aliran Sungai Brantas. Ikan gambusia adalah salah satu jenis ikan yang memiliki kemampuan menetap dalam berbagai habitat (persebarannya luas dari perairan bersih sampai tercemar), toleransinya lebar terhadap perubahan suhu dan salinitas sehingga dapat digunakan sebagai agen biomonitoring yang baik (Pyke, 2005; Rautenberg *et al.*, 2015).

Interaksi antara mikroplastik dengan organisme akan memunculkan respons atau tanggapan melalui biomarker. Biomarker adalah salah satu metode yang dapat diterapkan dalam pemantauan kerusakan lingkungan sebagai indikator biokimia dan fisiologis lingkungan yang tercemar dengan mengukur paparan polusi pada biota (Roosmini *et al.*, 2006). Mikroplastik dari lingkungan cenderung menumpuk dan bergerak melalui organisme hidup dan menginduksi berbagai efek biologis, seperti gangguan dalam metabolisme energi, keseimbangan oksidatif, kapasitas antioksidan, DNA, kerusakan imunologis, neurologis, dan histologis (Prokić *et al.*, 2019).

Hasil studi pendahuluan pada tahun 2019 di daerah Sungai Brantas bagian hulu yaitu di Kota Batu telah menunjukkan data bahwa sungai telah tercemar mikroplastik. Pada sampel air dan ikan gambusia (*Gambusia affinis*) ditemukan 3 jenis mikroplastik yaitu jenis fragmen (38,6% pada sampel air; 35,3% pada sampel ikan), film (23% pada sampel air; 22,3% pada sampel ikan) dan fiber (38,3% pada sampel air; 42,3% pada sampel ikan). Kisaran data kualitas air yang diperoleh yaitu suhu 25°C - 29°C; kecepatan arus 0,33 m/s – 0,75 m/s; pH 6,9 -7,63; DO 3,38 mg/L – 6,83 mg/L; TSS 29 mg/L – 219 mg/L. Penggunaan potensi biomarker terhadap pencemaran mikroplastik di Sungai Brantas akan memperkuat analisis tingkat cemaran dan menentukan potensi toksisitas yang terjadi akibat kontaminan mikroplastik.

Pencemaran mikroplastik yang terjadi di aliran Sungai Brantas diduga berasal dari sumber antropogenik seperti limbah rumah tangga dan industri berupa buangan popok bayi, kemasan suatu produk (bungkus/botol mineral) serta limbah dari industri daur ulang kertas. Keberadaan mikroplastik di lingkungan perairan sungai cenderung meningkat sebagai akibat peningkatan produksi plastik di dunia dari 335 juta ton pada tahun 2016 menjadi 348 juta ton pada tahun 2017 (Plastics Europe, 2018). Plastik mengalami peningkatan produksi karena dalam penggunaannya secara komersial lebih menguntungkan yaitu bahan yang lebih tahan dan murah dibanding bahan yang lain (Barnes *et al.*, 2009). Sampah plastik semakin meningkat keberadaannya di lingkungan karena proses degradasinya lambat dan membutuhkan waktu relatif lama atau dapat terjadi selama ratusan tahun (Hidalgo-ruz *et al.*, 2012). Plastik yang telah terdegradasi akan terdistribusi menjadi beberapa ukuran dan salah satunya adalah mikroplastik dengan ukuran < 5 mm.

Mikroplastik dapat bertindak sebagai reservoir bahan kimia beracun dan vektor polutan hidrofobik di lingkungan karena dapat menyerap polutan kimia pada permukaannya (Prokić *et al.*, 2019). Salah satu bahan kimia yang dapat ditemukan pada mikroplastik adalah ftalat yang berfungsi sebagai zat aditif yang ditambahkan pada proses produksi plastik dan

bersifat toksik dalam tubuh organisme (Lusher *et al.*, 2017). Organisme biomonitor seperti ikan dapat digunakan sebagai agen monitoring kesehatan perairan akibat polutan mikroplastik. Mikroplastik dapat terakumulasi pada tubuh ikan melalui sistem pencernaan dengan tertelan langsung secara sengaja maupun tidak. Kontaminan mikroplastik yang tertelan dapat menyebabkan kerusakan fisik seperti lecet, luka, sumbatan dan bahkan terakumulasi pada jaringan (Su, Deng *et al.*, 2018).

Ikan gambusia merupakan ikan yang memiliki toleransi hidup di kondisi air bersih maupun tercemar yang dapat ditemukan di Sungai Brantas. Pengaruh toksisitas dari mikroplastik dapat dilihat dari respons ikan gambusia sebagai biomarker yang hidup di perairan tercemar mikroplastik. Selain itu diperlukan informasi kondisi ikan gambusia yang hidup di lingkungan perairan yang belum tercemar mikroplastik sehingga dapat melengkapi data dari respons stres oksidatif ikan gambusia terhadap paparan mikroplastik di Sungai Brantas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. a. Bagaimana kelimpahan dan distribusi mikroplastik pada perairan Sungai Brantas?
b. Bagaimana hubungan kelimpahan mikroplastik dengan parameter fisika kimia air Sungai Brantas
2. Bagaimana kelimpahan mikroplastik pada organ insang dan saluran pencernaan ikan gambusia yang hidup di perairan Sungai Brantas?
3. Bagaimana hubungan antara ukuran tubuh ikan dengan kelimpahan mikroplastik pada ikan gambusia hidup di perairan Sungai Brantas?
4. Bagaimana kandungan asam ftalat pada organ insang dan saluran pencernaan ikan gambusia yang hidup di perairan Sungai Brantas?
5. Bagaimana respons SOD, CAT dan MDA pada organ insang dan saluran pencernaan ikan gambusia yang hidup di perairan Sungai Brantas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah sebagai berikut:

1. a. Menganalisis kelimpahan dan distribusi dari mikroplastik pada air Sungai Brantas.
b. Menganalisis dan mengevaluasi hubungan kelimpahan mikroplastik dengan parameter fisika kimia air Sungai Brantas

2. Menganalisis kelimpahan mikroplastik pada organ insang dan saluran pencernaan ikan gambusia yang hidup di perairan Sungai Brantas.
3. Menganalisis dan mengevaluasi hubungan antara ukuran tubuh ikan dengan kelimpahan mikroplastik pada ikan gambusia hidup di perairan Sungai Brantas?
4. Mengevaluasi kandungan asam ftalat pada organ insang dan saluran pencernaan ikan gambusia yang hidup di perairan Sungai Brantas.
5. Mengevaluasi respons SOD, CAT dan MDA pada organ insang dan saluran pencernaan ikan gambusia yang hidup di perairan Sungai Brantas.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu sebagai berikut:

1. Hasil penelitian diharapkan memberikan informasi mengenai kualitas perairan Sungai Brantas terkait cemaran mikroplastik
2. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan acuan dan informasi terkait penelitian biomonitoring pencemaran mikroplastik di perairan sungai dengan menggunakan organisme ikan gambusia.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan acuan untuk kegiatan pengelolaan limbah yang menyebabkan keberadaan mikroplastik di perairan sungai.