

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik banyak diproduksi dalam bentuk bahan kemasan karena memiliki karakteristik tahan air, tahan lama, tahan aus, dan tahan biodegradasi. Plastik dalam bentuk kemasan diproduksi 39,6% dari total permintaan plastik sebanyak 50,7 juta ton di Eropa pada Tahun 2019 (PlasticsEurope, 2020). Sedangkan pada Tahun 2010, Indonesia diperkirakan menduduki posisi negara kedua di peringkat dunia dengan pengolahan sampah plastik yang salah sebanyak 3,22 juta metrik ton pertahun (Jambeck *et al.*, 2015). Sebenarnya Indonesia telah berupaya untuk menurunkan jumlah sampah plastik terlepas ke lingkungan, salah satunya dituangkan dalam Rencana Aksi Nasional (RAN) Pengelolaan Sampah Plastik di Laut 2017-2025 yang didalamnya mengandung strategi pengurangan sampah plastik di laut (Prasetiawan, 2018). Pada kenyataannya, hingga saat ini plastik di Indonesia terus menerus diproduksi dalam bentuk kemasan oleh 892 industri dengan hasil kemasan *rigid packaging*, *flexible packaging thermoforming*, dan *extrusion* (Kementerian Perindustrian, 2013). Disisi lain, pertumbuhan produksi dan penggunaan plastik kemasan yang berlebihan berpotensi meningkatkan jumlah sampah plastik di perairan (American Chemistry Council, 2018 dan Ritchie & Roser, 2018).

Sampah plastik di sistem perairan salah satunya lautan bersumber dari daratan (Schmidt *et al.*, 2017). Sampah plastik dalam ukuran makro (partikel >5 mm) maupun mikro (partikel <5 mm) berpotensi terakumulasi dan terus meningkat

pada sistem perairan sungai hingga menuju laut karena tidak tepatnya pengolahan serta pembuangan (Schmidt *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2018; Horton *et al.*, 2017). Laut juga dapat menerima sampah plastik secara langsung dari alat tangkap, limbah kiriman, serta jatuhnya barang kargo saat pengiriman melalui jalur laut (Horton *et al.*, 2017). Sampah plastik berukuran makro, biasa disebut makroplastik dapat terdegradasi melalui proses biodegradasi, fotodegradasi, degradasi mekanik, degradasi termal, dan degradasi kimiawi di lingkungan yang akan berubah menjadi partikel lebih kecil akibat kegiatan domestik, industri, serta pertanian dan dikenal sebagai mikroplastik sekunder. Mikroplastik sekunder dapat terakumulasi di tanah ketika terjadi erosi dan/atau limpasan akan terbawa menuju sungai (Andrady, 2011; Chamas *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2021; Horton *et al.*, 2017; dan Alam *et al.*, 2019).

Selain mikroplastik sekunder, jenis mikroplastik primer yang khusus diproduksi sebagai bahan baku, membuat produk plastik *glitter* dan *microbeads* juga berpotensi masuk ke sungai. Mikroplastik primer masuk ke sungai melalui effluen instalasi pengolahan air limbah ke dalam tanah akibat dari kelalaian dalam pengolahan maupun aplikasi lumpur air limbah sehingga terbawa oleh erosi tanah dan limpasan (Victoria, 2017 dan Horton *et al.*, 2017). Keberadaan makroplastik dan mikroplastik di sungai penting diperhatikan agar tidak berpotensi terakumulasi dan dapat diminimalisir karena sungai merupakan jalur transportasi utama semua ukuran sampah plastik menuju ke laut (Schmidt *et al.*, 2017).

Keberadaan makroplastik dan mikroplastik di lingkungan telah banyak ditemukan. Puthcharoen & Leungprasert (2019) mengidentifikasi mikroplastik pada dua belas sampel tanah TPA di Thailand. Komposisi jenis mikroplastik

berdasarkan bentuk yang ditemukan pada kedua belas sampel yakni 32% granula, 27% *film*, 22% memiliki bentuk tidak teratur, 18% *fiber*, dan 1% bulatan dari total mikroplastik. Data tersebut membuktikan bahwa TPA memiliki potensi menghasilkan lindi yang mengandung berbagai jenis polutan termasuk mikroplastik (He *et al.*, 2019). He *et al.* (2019), berhasil mengidentifikasi mikroplastik pada semua sampel lindi yang diambil pada empat kota berbeda, yaitu Shanghai, Wuxi, Suzhou, dan Changzhou. Mikroplastik tersebut dikategorikan menjadi lima kelompok diantaranya galur, serpihan, fragmen, pelet, dan *foam*. Selain itu, Permatasari (2021) telah menganalisis keberadaan dan kelimpahan jenis mikroplastik berdasarkan bentuk pada Alat Ukur Thomson yang mana bagian terakhir dari Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) TPA Klotok Kota Kediri sebelum mengalir ke badan air terdekat, yaitu pelet sebanyak 23 partikel/L, fragmen sebanyak 995 partikel/L, *film* sebanyak 31 partikel/L, serta filamen sebanyak 708 partikel/L.

Keberadaan makroplastik dan mikroplastik telah ditemukan pada beberapa sungai di dunia. Makroplastik di Sungai Orkhon Mongolia ditemukan dalam berbagai jenis diantaranya *film*, *fiber*, *foams*, dan fragmen dengan dominasi jenis *film* (Battulga *et al.*, 2019). Makroplastik pada Sungai Cinambo Indonesia, diketahui berasal dari kegiatan domestik yang sengaja dibuang sehingga menyebabkan aliran sungai tersumbat dan meluap menuju sawah serta permukiman sekitar sungai pada waktu hujan (Nuraeni *et al.*, 2019).

Untuk mikroplastik, pada Sungai Gangga di India bagian hilir ditemukan jenis mikroplastik berdasarkan bentuk, meliputi fragmen, *foam*, *film*, dan filamen

(Singh *et al.*, 2021) dengan total kelimpahannya antara 466 hingga 684 *item*/1000 m³. Mikroplastik yang mendominasi berbentuk *film*. Keberadaan mikroplastik pada sungai di Indonesia, diantaranya di air sungai area Kecamatan Wonokromo, Dukuh Pakis, Wiyung, Karangpilang, dan Lakarsantri. Jenis mikroplastik berdasarkan bentuk yang teridentifikasi, yaitu fragmen dengan kelimpahan sebanyak 20.345.556 Partikel/km², *film* dengan kelimpahan sebanyak 1.024.444 Partikel/km², *pellet* dengan kelimpahan sebanyak 64.444 Partikel/km², granul dengan kelimpahan sebanyak 1.492.222 Partikel/km², filamen dengan kelimpahan sebanyak 408.889 Partikel/km², dan *foam* dengan kelimpahan sebanyak 5.371.111 Partikel/km² (Oktavia, 2019).

Selain pada lindi dan air sungai, mikroplastik juga telah ditemukan pada sedimen sungai. Pada Sungai Wei, Provinsi Gansu, Cina. Sampel sedimen di lokasi sampling yang mewakili seluruh Daerah Aliran Sungai Wei diketahui jenis mikroplastik berdasarkan bentuk yang ditemukan, yaitu *fiber*, fragmen, pelet, *film*, dan *foam*. Kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Wei bervariasi mulai dari 360 hingga 1320 *item*/kg yang didominasi oleh jenis *fiber* dan *film* (Ding, 2019). Di Indonesia, mikroplastik pada sedimen Sungai Kali Surabaya telah ditemukan. Jenis mikroplastik berdasarkan bentuk yang ditemukan di sedimen Sungai Kali Surabaya beserta total kelimpahannya, yaitu Fragmen sebanyak 32.720 Partikel/kg, Filamen sebanyak 7.560 Partikel/kg, *film* sebanyak 860 Partikel/kg, dan Granul sebanyak 220 Partikel/kg (Susanto, 2019). Selain itu, Utami *et al.* (2022) telah berhasil mengidentifikasi keberadaan mikroplastik di Sungai Opak yang menjadi

badan air untuk buangan lindi dari TPA Piyungan, yaitu sebesar $1.799,33 \pm 1.430,87$ partikel/Kg.

Di lautan, mikroplastik diantaranya ditemukan di Laut Kuning Utara yang terletak diantara daratan Cina dan semenanjung Korea pada sampel air maupun sedimen. Pada sampel air, terhitung $58,1 \pm 24,9\%$ *film*, $39,1 \pm 22,3\%$ serat, $2,1 \pm 3,4\%$ *pellet*, $0,6 \pm 1,8\%$ granul dari total mikroplastik yang ditemukan. Pada sampel sedimen, terhitung $61,4 \pm 14,2\%$ *film*, $35,1\% \pm 11,6\%$ *fiber*, dan $3,6 \pm 7,4\%$ granul dari total mikroplastik yang ditemukan (Zhu *et al.*, 2018). Demikian halnya, di Indonesia. Sampel yang diambil pada Perairan Teluk Jakarta tepatnya di Pelabuhan Sunda Kelapa, Pantai Ancol, dan GOR Bahtera Jaya Tanjung Priok ditemukan sebanyak 1.822-2.578 partikel/m³ dalam sampel air dan 34.667-45.067 partikel/kg dalam sampel sedimen dengan jenis berdasarkan bentuk meliputi *fiber*, fragmen, *film*, dan pelet (Setyowati, 2021).

Keberadaan mikroplastik pada sedimen perairan diakibatkan oleh jenis densitas mikroplastik yang lebih besar dibandingkan air yang secara alami akan tenggelam (Horton *et al.*, 2017). Meskipun terdapat jenis mikroplastik memiliki densitas lebih rendah dibandingkan air yang dilihat dari polimer penyusunnya, namun densitas tersebut tidak konstan karena adanya potensi pertumbuhan mikroalga pada partikel mikroplastik (*biofilm*) dan dapat meningkatkan densitas mikroplastik sehingga mikroplastik tenggelam dan disimpan dalam sedimen (*biofouling*) (Semcesen & Wells, 2021 dan Lagarde *et al.*, 2016). Selain itu, bentuk partikel mikroplastik yang tidak beraturan memungkinkan lebih berpotensi mudah

tenggelam dan tertahan di bawah air dibandingkan dengan partikel yang memiliki kerataan pada bentuknya (Ballent *et al.*, 2012).

Pengaruh buruk keberadaan mikroplastik terhadap lingkungan, salah satunya dapat menurunkan fungsi ekosistem perairan diantaranya ketika terendap pada sedimen sungai karena mikroplastik dapat menghambat difusi dan pertukaran oksigen serta air yang terjadi pada muka sedimen (Xiang *et al.*, 2022). Ditinjau dari polimer penyusunnya, mikroplastik juga memiliki risiko ancaman terhadap ekosistem perairan karena mengandung *monomer* bersifat residu yang tidak ikut bereaksi pada reaksi polimerisasi ketika proses produksi sehingga dapat terlepas dari polimernya. Contohnya *Polyvinyl chloride* (PVC), salah satu polimer penyusun mikroplastik paling berbahaya yang dapat melepaskan *monomer* bersifat karsinogenik dan *plasticizer* (Xu *et al.*, 2018). Mikroplastik memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi ditambah sifat logam berat yang mudah teradsorpsi ke berbagai media sehingga memudahkan saling melekat dan meningkatkan tingkat *toxic* keduanya (Xiang *et al.*, 2022 dan Guo *et al.*, 2020). Contoh dari dampak interaksi mikroplastik dan logam berat ditunjukkan pada pelekatan logam berat tembaga (Cu^{2+}) ke mikroplastik berpolimer *Polyacrylonitrile* (PAN) sehingga berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan populasi *C. pyrenoidosa* yang dibuktikan dengan menurunkan kadar klorofil a dan b, kadar karotenoid, dan aktivitas enzim antioksidan (Lin *et al.*, 2020).

Keberadaan mikroplastik juga ditemukan di sedimen Sungai Tallo. Polimer penyusun mikroplastik yang berhasil diidentifikasi memiliki rata-rata kelimpahan $16,67 \pm 20,82$ hingga $150 \pm 36,06$ partikel/kg, terdiri atas 7% polyester, 14%

synthetic rayon, 36% *polypropylene*, dan 43% *polyethylene* (Wicaksono *et al.*, 2021). Sembiring *et al.* (2020) juga mengidentifikasi polimer penyusun mikroplastik pada sampel sedimen daerah hilir Sungai Citarum dengan komposisi 20% *polyethylene* dan 80% *polypropylene* dari konsentrasi mikroplastik rata-rata sebesar $16,666 \pm 0,577$ partikel/100 g.

Keberadaan dan kelimpahan mikroplastik pada sedimen sungai di beberapa lokasi penelitian memiliki perbedaan data. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap perbedaan data tersebut diantaranya keadaan lingkungan, lokasi sampling, dan aktivitas antropogenik. Keadaan lingkungan yang meliputi kecepatan aliran air berpengaruh terhadap keberadaan dan kelimpahan mikroplastik pada sedimen sungai. Laju aliran yang tinggi dapat menyebabkan mobilisasi partikel mikroplastik yang sebelumnya mengendap sedangkan laju aliran yang rendah dapat meningkatkan akumulasi mikroplastik dalam sedimen (Li *et al.*, 2019 dan Tien *et al.*, 2020). Lokasi sampling juga berpengaruh terhadap keberadaan dan kelimpahan mikroplastik di sedimen sungai. Sampel mikroplastik yang diambil di wilayah perkotaan dimana secara umum aktivitas manusia lebih tinggi dibanding wilayah pedesaan akan ditemukan kelimpahan mikroplastik lebih tinggi. Kondisi sebaliknya, kelimpahan mikroplastik di wilayah pedesaan lebih tinggi juga dapat terjadi akibat fasilitas air limbah dan sampah tidak lebih baik dibanding di perkotaan. Contohnya Kota Yueyang, Provinsi Hunan, Republik Rakyat Cina yang memiliki TPA dan pembangkit listrik insinerasi dimana dapat membantu mengontrol keberadaan mikroplastik di wilayah perkotaan tersebut khususnya di Danau Dongting Timur (Yin *et al.*, 2020).

Aktivitas antropogenik dapat mempengaruhi perbedaan data keberadaan dan kelimpahan mikroplastik dikarenakan masing-masing aktivitas manusia seperti pariwisata serta pembuangan sampah memiliki perbedaan kuantitas mikroplastik yang dilepaskan ke lingkungan. Sebagai contoh, kelimpahan mikroplastik dari tertinggi sampai terendah ditemukan pada pantai dengan aktivitas antropogeniknya berupa pariwisata, pelabuhan, dekat dengan perumahan, sampai tidak terjangkau aktivitas antropogenik di Kanyakumari, India (Sundar *et al.*, 2021).

Keberadaan dan kelimpahan mikroplastik di sedimen sungai yang terdekat dengan TPA Klotok merupakan salah satu yang menarik untuk dikaji karena aktivitas antropogenik telah terjadi di sungai tersebut. Sungai yang terdekat dengan TPA Klotok memiliki hulu berupa Mata Air Sumber Tretes, dimana airnya mengalir dan dimanfaatkan oleh masyarakat bagian hilir. Namun, Mata Air Sumber Tretes juga dibuka untuk objek wisata alam dan telah ditemukan sampah plastik kemasan pada alirannya. Hal tersebut bertolak belakang dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang mana setiap orang dilarang memasukkan sampah ke badan air. Selain itu, kondisi eksisting sungai yang terdekat dengan TPA Klotok dimana melintasi dua TPA dan menjadi buangan effluen dari Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) maka terdapat potensi masuknya mikroplastik ke dalam sungai tersebut (Google Earth, 2021 dan Isnadina *et al.*, 2019). Tidak hanya itu, potensi mikroplastik masuk ke sungai yang terdekat dengan TPA Klotok dapat terjadi akibat sampah plastik berukuran makro yang ada di TPA Klotok terbawa oleh angin dan/atau melalui aliran permukaan menuju sungai

tersebut serta mengalami degradasi menjadi mikroplastik (Oktaviani, 2017; Horton & Dixon, 2017; dan Horton *et al.*, 2017).

Kondisi lapangan menunjukkan bahwa sungai yang terdekat dengan TPA Klotok dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk kegiatan perikanan meliputi budidaya maupun pencarian ikan, kebutuhan air peternakan sapi, kambing, dan unggas, kebutuhan air pertanian dengan dominasi tanaman jagung, serta mencuci pakaian. Sungai yang terdekat dengan TPA Klotok tersebut akan bermuara pada Sungai Brantas Kota Kediri. Partikel mikroplastik dari sungai yang terdekat dengan TPA Klotok dapat berpindah ke Sungai Brantas Kota Kediri akibat pergerakan arus (Ansar *et al.*, 2014). Apabila keberadaan mikroplastik pada sedimen sungai yang terdekat dengan TPA Klotok tidak ditekan, maka akan terjadi perjalanan mikroplastik yang meluas hingga Sungai Brantas Kota Kediri.

Maka penelitian dengan judul Mikroplastik pada Sedimen di Sungai yang Terdekat dengan Tempat Pemrosesan Akhir Klotok Kota Kediri perlu dilakukan karena belum terdapat kajian mikroplastik dalam sedimen di lokasi tersebut. Informasi terkait sumber kontaminasi mikroplastik dapat digunakan untuk memilih metode yang tepat guna penyisihan mikroplastik berdasarkan jenis bentuk dan jenis polimer penyusun sehingga dapat mengendalikan distribusi mikroplastik ke air dan/atau sedimen sungai yang terdekat dengan TPA Klotok. Jika distribusi mikroplastik terkendali maka dampak mikroplastik ke lingkungan dapat diminimalkan. Hasil dari penelitian ini diharapkan sebagai dasar untuk mengoptimalkan pengelolaan sampah plastik dan lindi di TPA Klotok.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apa saja jenis mikroplastik berdasarkan bentuk dan polimer penyusunnya yang terdapat pada sedimen di sungai terdekat dengan Tempat Pemrosesan Akhir Klotok Kota Kediri?
2. Bagaimana kelimpahan jenis mikroplastik berdasarkan bentuk serta distribusi mikroplastik berdasarkan bentuk dan polimer penyusunnya yang terdapat pada sedimen di sungai terdekat dengan Tempat Pemrosesan Akhir Klotok Kota Kediri?

1.3 Asumsi Penelitian

Asumsi dalam penelitian ini adalah ditemukan keberadaan mikroplastik pada sedimen di sungai yang terdekat dengan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Klotok Kota Kediri. Asumsi tersebut didasari oleh keberadaan mikroplastik yang telah diidentifikasi dan ditemukan sebanyak 1.757 partikel/L pada lindi di bagian terakhir Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) TPA Klotok sebelum mengalir ke sungai terdekat, yaitu Alat Ukur Thomson. Ditambah lagi, telah ditemukan kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Opak yang kondisinya sama dengan sungai yang terdekat dengan TPA Klotok Kota Kediri dimana dekat dan menerima buangan lindi dengan kelimpahan rata-rata sebanyak $1.799,33 \pm 1.430,87$ partikel/Kg. Selain itu, keberadaan sungai yang terdekat dengan TPA Klotok Kota Kediri tidak jauh dari permukiman masyarakat sehingga erat kaitannya dengan aktivitas

antropogenik yang dapat melepaskan mikroplastik ke sungai dan dapat terendap pada sedimen karena adanya proses *fouling*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jenis mikroplastik berdasarkan bentuk dan polimer penyusunnya yang terdapat pada sedimen di sungai terdekat dengan Tempat Pemrosesan Akhir Klotok Kota Kediri.
2. Mengetahui kelimpahan jenis mikroplastik berdasarkan bentuk serta distribusi mikroplastik berdasarkan bentuk dan polimer penyusunnya yang terdapat pada sedimen di sungai terdekat dengan Tempat Pemrosesan Akhir Klotok Kota Kediri.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini, yaitu data dapat digunakan untuk:

1. Mendapatkan informasi terkait sumber kontaminasi mikroplastik.
2. Memilih metode yang tepat guna penyisihan mikroplastik berdasarkan jenis bentuk dan jenis polimer penyusun.
3. Mengendalikan distribusi mikroplastik ke air dan/atau sedimen sungai yang terdekat dengan TPA Klotok.
4. Mengoptimalkan pengelolaan sampah plastik dan lindi di TPA Klotok.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini, yaitu pengambilan sampel mikroplastik dilakukan sebanyak lima (5) titik pada sedimen di sungai yang terdekat dengan Tempat Pemrosesan Sampah Klotok Kota Kediri yang mewakili kondisi sebelum dan sesudah adanya pengaruh aktivitas Instalasi Pengolahan Lindi (IPL).