

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Laporan hasil riset oleh World Bank pada tahun 2021 menunjukkan bahwa Indonesia menghasilkan sebanyak 7,8 juta ton sampah plastik pada tiap tahun dengan 4,9 juta ton sampah plastik yang tidak terkelola secara tepat. Pada tahun 2023 berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), komposisi sampah plastik mencapai 19,21% dari total timbulan sampah di seluruh kabupaten/kota di Indonesia (World Bank, 2021; KLHK, 2023). Sampah-sampah plastik tersebut umumnya tidak melalui proses pemilahan, dibuang secara tidak terkendali, atau bocor dari tempat pembuangan dengan manajemen pengelolaan dan regulasi yang tidak sesuai dengan standar operasional yang layak. Sampah plastik tidak hanya mencemari lingkungan di darat namun juga di perairan. Sekitar 80% limbah plastik terdistribusi melalui aliran air, seperti selokan, sungai, dan berakhir di laut (KLHK, 2019). Aktivitas fisika, kimia, dan biologi di lingkungan seperti arus air, pasang surut, arah angin, variasi suhu, paparan sinar ultraviolet (Sandra & Radityaningrum, 2021), dan gigitan hewan menimbulkan efek degradasi dan fragmentasi pada partikel-partikel plastik hingga ke ukuran mikro atau disebut mikroplastik. Penguraian dan perubahan partikel plastik ini membutuhkan jangka waktu yang lama sehingga dapat mengancam ekosistem dan kelangsungan hidup organisme di sekitarnya. Cemaran yang diakibatkan oleh partikel plastik tersebar ke seluruh provinsi di Indonesia, salah satunya adalah provinsi Sumatera Utara. Berdasarkan data yang didapatkan oleh Tim Ekspedisi Sungai Nusantara, diketahui provinsi Sumatera Utara menyumbang sekitar 520 partikel/100 liter pada sungai di Sumatera Utara dan terdapat sekitar 388 pohon yang terlilit oleh sampah plastik (National Geographic Indonesia, 2022).

Keberadaan mikroplastik berdampak negatif terhadap biota, terutama perairan. Hal ini dikarenakan mikroplastik memiliki sifat yang persisten (tidak mudah untuk diurai), vektor polutan karena mampu mengikat, dan menyerap logam berat serta bahan kimia yang bersifat toksik dan karsinogenik (POPs (*Persistent Organic Pollutants*) dan PBTs (*Persistent, Bioaccumulatives and Toxic Substances*)) apabila

dikonsumsi (Ayuningtyas *et al.*, 2019; Vianti *et al.*, 2020). Mikroplastik yang terdapat di lingkungan berpotensi mengganggu siklus rantai makanan di ekosistem karena ukurannya yang kecil. Mikroplastik seringkali dianggap sebagai plankton yang merupakan sumber makanan dari biota-biota yang berada di perairan. Mikroplastik yang dikonsumsi dapat berisiko bagi kehidupan organisme karena menimbulkan efek kekenyangan, pendarahan internal, kelainan fungsi organ, gangguan sistem pencernaan, stress patologis, gangguan endokrin, penurunan tingkat pertumbuhan, hingga kematian (Sandra & Radityaningrum, 2021; Nursyahid *et al.*, 2022).

Mikroplastik yang terdapat di lingkungan umumnya terbawa oleh aliran air, terakumulasi dan berakhir di wilayah laut, salah satunya kawasan mangrove. Mangrove berfungsi sebagai penyedia makanan dan habitat keanekaragaman hayati organisme laut, garis pelindung pantai, mencegah terjadinya erosi, dan media penghantaran karbon serta nutrisi ke zona pesisir dan pantai di sekitarnya (Simamora *et al.*, 2020; Deng *et al.*, 2021). Kawasan mangrove kerap dijadikan sebagai sumber mata pencaharian penduduk, seperti tambak, nelayan, dan juga sektor pariwisata yang memungkinkan cemaran mikroplastik terjadi. Sampah-sampah plastik yang dibuang di sekitar kawasan mangrove menumpuk dan tersangkut di akar, batang mangrove serta sedimen mangrove sehingga proses penyerapan nutrisi bagi mangrove terganggu (Yunanto *et al.*, 2021). Fenomena pencemaran mikroplastik pada ekosistem mangrove, salah satunya terjadi di kawasan mangrove Paluh Getah, Kecamatan Percut Sei Tuan. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, didapatkan kondisi sekitar kawasan mangrove dipenuhi oleh limbah rumah tangga, termasuk plastik. Kawasan mangrove Paluh Getah berlokasi di dekat kawasan pemukiman yang memudahkan efek pencemaran mikroplastik terjadi akibat aktivitas membuang sampah serta kegiatan perikanan di sekitar kawasan tersebut. Sampah plastik yang tertimbun membentuk timbunan serta pecahan partikel plastik (mikroplastik) dapat mengganggu fungsi ekologis di kawasan mangrove untuk jangka panjang. Pemulihan ekosistem dari polutan mikroplastik perlu dilakukan mengingat kawasan mangrove di Paluh Getah juga dijadikan sebagai tempat mata pencaharian masyarakat di daerah itu. Kawasan mangrove Paluh Getah berdekatan dengan tambak udang dan ikan yang menjadi

produsen pertama dalam distribusi logistik perairan dan kelautan di daerah tersebut. Cemaran akibat adanya kontaminasi mikroplastik dapat berdampak terhadap jumlah populasi serta kualitas hasil tangkapan masyarakat. Pemulihan ekosistem mangrove perlu dilakukan mengingat ekosistem mangrove tergolong ekosistem yang rentan dan terancam.

Pemulihan ekosistem dapat dilakukan dengan memanfaatkan interaksi biologi di kawasan tersebut. Ekosistem mangrove memiliki tingkat keanekaragaman mikroba yang tinggi. Hal ini didukung dengan indikator berupa suhu, pH, salinitas, kondisi substrat, serta kadar bahan organik dan aerasi yang baik untuk perkembangan mikroorganisme. Pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme juga dipengaruhi oleh adanya adaptasi terhadap lingkungan hidupnya. Perubahan yang terjadi di lingkungannya mendorong kemampuan mikroorganisme untuk dapat bertahan dan beradaptasi menyesuaikan lingkungan yang ekstrim. Penggunaan mikroorganisme menjadi salah satu cara yang dilakukan dalam memulihkan lingkungan atau disebut dengan bioremediasi. Bioremediasi dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme yang berasal dari lingkungannya dan diharapkan dapat meminimalisir kerusakan dan meningkatkan biodegradasi terhadap lingkungan yang tercemar. Pemulihan terhadap cemaran mikroplastik dapat dilakukan dengan menggunakan bioremediasi yang memanfaatkan mikroba. Beberapa jenis mikroba diketahui mampu mengurai limbah mikroplastik. Hal ini dikarenakan mikroba tersebut memiliki kemampuan mengonversi senyawa polimer plastik (Nursyahid *et al.*, 2022).

Diketahui terdapat beberapa jenis bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi mikroplastik, seperti *Bacillus* sp., *Azotobacter*, *Ralstonia eutropha*, *Halomonas* sp., dan lainnya (Vianti *et al.*, 2020). Beberapa penelitian menunjukkan berbagai jenis bakteri memiliki kemampuan dalam mendegradasi mikroplastik, seperti *Vibrio fluvialis*, *Serratia rubidaea*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas putida* terhadap plastik viber (Vianti *et al.*, 2020), *Pseudoalteromonas* sp. terhadap plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) (Novitasari *et al.*, 2023), *Rhodococcus* sp., *Pseudomonas* sp. terhadap plastik *Polypropylene* (PP) (Habib *et al.*, 2020), *Pseudomonas* sp., *Dyella* sp., dan *Pandorea* sp. terhadap plastik *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), *polyvinyl chloride* (PVC), *polyhydroxybutyrate* (PHB),

polyhydroxyalkanoates (PHA), *polyamides* (PA), *polyvinyl alcohol* (PVA) (Ren & Ni, 2023).

Bakteri-bakteri pendegradasi mikroplastik memiliki kemampuan dalam menurunkan berat mikroplastik berdasarkan persentase degradasi yang dihasilkan dari aktivitas bakteri tersebut. Kemampuan degradasi mikroplastik yang dilakukan oleh beberapa jenis bakteri, seperti *Pseudoalteromonas caenipelagi* dengan kemampuan degradasi terhadap polimet PET sebesar 8.73%, *Serratia rubidaea* dengan kemampuan degradasi pada jenis plastik fiber sebesar 98%, *Vibrio fluvialis* dengan kemampuan degradasi sebesar 94%, *Serratia marcescens* dengan kemampuan degradasi sebesar 96% dan *Pseudomonas putida* dengan kemampuan degradasi sebesar 97% (Novitasari *et al.*, 2023; Vianti *et al.*, 2020). Pada polimer PS, diketahui pada penelitian sebelumnya terdapat jenis bakteri *Acinetobacter johnsonii* dan *Pseudomonas lini* yang memiliki kemampuan degradasi terhadap polimer PS sebesar 1.52% and 1.45% (Kim *et al.*, 2021). Pada polimer LDPE dengan jenis bakteri pendegradasi *Cobetia sp.* yang memiliki kemampuan degradasi sebesar 6.71%, *Halomonas sp.* dengan kemampuan degradasi sebesar 16.25%, *Exiguobacterium sp.* dengan kemampuan degradasi sebesar 8.7%, dan *Alcanivorax sp.* dengan kemampuan degradasi sebesar 14.77% (Khandare *et al.*, 2021).

Berdasarkan pertimbangan informasi dari latar belakang tersebut, penelitian mengenai bakteri sedimen mangrove yang berpotensi dalam mendegradasi mikroplastik perlu dilakukan. Hal ini diharapkan dapat menjadi pengembangan pengetahuan dan informasi dalam penanganan mikroplastik, terutama di kawasan mangrove.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, terdapat beberapa masalah yang dapat diidentifikasi, sebagai berikut:

1. Aktivitas manusia seperti membuang sampah di lingkungan menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya pencemaran mikroplastik
2. Pencemaran mikroplastik yang meluas, melingkupi daerah daratan dan perairan menjadi masalah karena menyangkut kelangsungan makhluk hidup sekitar kawasan tercemar.

3. Mikroplastik mencemari komponen biotik dan abiotik di lingkungan serta mengganggu siklus rantai pada ekosistem di kawasan tercemar, salah satunya adalah kawasan mangrove.
4. Penelitian terhadap kelimpahan mikroplastik yang terdapat di kawasan mangrove, terutama yang berfokus pada sedimen mangrove masih belum banyak ditemukan.
5. Eksplorasi terhadap bakteri yang berpotensi sebagai agen pendegradasi mikroplastik, terutama yang diisolasi dari sedimen mangrove masih terbatas.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini berfokus pada kelimpahan mikroplastik yang diisolasi dari sedimen mangrove, eksplorasi bakteri pendegradasi mikroplastik dengan mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri dari sedimen mangrove serta mengetahui kemampuan bakteri yang diisolasi dari sedimen dalam mendegradasi mikroplastik.

1.4. Batasan Masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan agar penelitian yang dilaksanakan lebih terarah. Adapun batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bentuk dan warna mikroplastik yang didapatkan dari sedimen mangrove
2. Keanekaragaman bakteri potensial sebagai agen pendegradasi mikroplastik yang diisolasi dari sedimen mangrove.
3. Kemampuan bakteri sedimen mangrove dalam mendegradasi mikroplastik dari polimer LDPE, HDPE, PET, PP, dan PS

1.5. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang didapatkan dari permasalahan di atas, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana kelimpahan mikroplastik yang diperoleh dari sedimen mangrove?
2. Bagaimana karakteristik dan jenis bakteri sedimen mangrove yang berpotensi sebagai agen pendegradasi mikroplastik?

3. Bagaimana kemampuan bakteri yang diisolasi dari sedimen mangrove dalam mendegradasi mikroplastik?

1.6. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghitung kelimpahan mikroplastik dari sedimen mangrove.
2. Untuk mengetahui karakteristik dan jenis bakteri yang berpotensi sebagai agen pendegradasi mikroplastik yang didapat dari sedimen mangrove.
3. Untuk mengetahui kemampuan bakteri pendegradasi mikroplastik yang diisolasi dari sedimen mangrove.

1.7. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam berbagai bidang, yakni sebagai berikut:

1. Baik temuan dan rangkaian dari penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai mikroplastik dan bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi mikroplastik.
2. Penelitian ini dapat memberikan informasi yang mendukung konservasi mangrove, pemulihan fungsi ekosistem mangrove serta pengendalian dari cemaran mikroplastik yang terdapat di ekosistem mangrove.
3. Temuan penelitian ini diharapkan dapat mendorong pengembangan solusi dan inovasi dalam penanggulangan mikroplastik yang ramah lingkungan.

1.8. Definisi Operasional

Adapun definisi operasional dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Aktivitas degradasi bakteri potensial dari sedimen mangrove merupakan kemampuan bakteri dalam memecah partikel plastik menjadi ukuran yang lebih sederhana. Pada penelitian ini, aktivitas bakteri dalam mendegradasi mikroplastik dilakukan dengan menginkubasi bakteri dan melihat pertumbuhan serta pengaruh pertumbuhan bakteri terhadap berat dan permukaan sampel mikroplastik dengan polimer LDPE, HDPE, PET, PP, dan PS.

2. Mikroplastik merupakan partikel plastik yang berukuran 1 μ m hingga 5 mm. Mikroplastik bersifat toksik karena tergolong vektor polutan dan logam berat di lingkungan. Pada penelitian ini mikroplastik diisolasi dari sedimen mangrove di kawasan mangrove Paluh Getah, Kecamatan Percut Sei Tuan.
3. Bakteri pendegradasi mikroplastik merupakan bakteri yang memiliki kemampuan dalam memecah atau menghancurkan partikel plastik dengan memanfaatkan aktivitas metabolisme pada bakteri tertentu. Bakteri yang diperoleh berasal dari sedimen mangrove di kawasan mangrove Paluh Getah, Kecamatan Percut Sei Tuan.
4. Mangrove merupakan tumbuhan berkayu yang hidup di zona intertidal dan memiliki sifat yang toleran terhadap kadar salinitas yang tinggi. Tumbuhan ini hidup di daerah tropis dan subtropis. Kawasan mangrove berfungsi sebagai tempat penyedia makanan dan keanekaragaman hayati bagi organisme, khususnya organisme perairan. Kawasan mangrove pada penelitian ini yaitu kawasan mangrove yang terdapat di Paluh Getah, Kecamatan Percut Sei Tuan.
5. Sedimen mangrove diakibatkan oleh aktivitas hidrodinamik kawasan mangrove yang tenang sehingga mendorong terbentuknya sedimentasi halus. Pengendapan sedimentasi ini berisikan material-material yang terbawa oleh aliran air sebelum mengarah ke laut, salah satunya adalah mikroplastik. Pada penelitian ini menggunakan sedimen mangrove yang diambil di kawasan mangrove Paluh Getah, Kecamatan Percut Sei Tuan.