

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Limbah plastik merupakan salah satu jenis limbah yang paling banyak mencemari lingkungan, diperkirakan sebanyak 19-23 juta metrik ton limbah plastik yang dihasilkan secara global pada tahun 2016 mencemari lingkungan perairan (Borrelle *et al.*, 2020). Limbah plastik yang mencemari lingkungan dapat mengalami pelapukan secara alami oleh faktor biotik dan abiotik menjadi partikel plastik berukuran kecil yang disebut mikroplastik (Sharma & Chatterjee, 2017). Mikroplastik didefinisikan sebagai partikel plastik dengan ukuran kurang dari 5 mm (Bermúdez & Swarzenski, 2021). Mikroplastik selain terbentuk akibat pelapukan limbah plastik berukuran besar, dapat pula terbentuk karena sengaja diproduksi oleh manusia sebagai kandungan dalam suatu produk seperti kosmetik, pasta gigi, pembersih tangan, dan pakaian (Frias & Nash, 2019). Mikroplastik dapat mencemari lingkungan laut melalui sistem pembuangan limbah domestik, maupun instalasi pengolahan air limbah yang mengalir menuju sungai sehingga akhirnya sampai ke laut (Murphy *et al.*, 2016).

Polipropilena (PP) merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang mendominasi pasar dunia (21.1%), digunakan sebagai produk kemasan, serat industri, dan suku cadang mobil sehingga menjadi jenis plastik yang paling banyak mencemari laut setelah polietilena (Erni-Cassola *et al.*, 2019; Mohanan *et al.*, 2020). Struktur senyawa polipropilena yang merupakan polimer hidrokarbon linier dengan adanya penambahan gugus metil, menjadikannya sangat tahan dari berbagai proses degradasi (Wei & Zimmermann, 2017). Karakteristik senyawa polipropilena seperti rantai karbon panjang, berat molekul tinggi, dan adanya senyawa penstabil tambahan menjadikannya sebagai senyawa yang bersifat rekalsitran dan persisten, sehingga dapat bertahan lama di alam (Mohanan *et al.*, 2020). Mikroplastik PP yang terakumulasi di alam dapat masuk pada jaring-jaring makanan, mengakibatkan

efek toksik pada organisme yang terkontaminasi seperti stres oksidatif, neurotoksisitas, sitotoksitas, penurunan ekspresi gen, dan gangguan sistem imun (Barboza *et al.*, 2020; Bhuyan, 2022).

Metode remediasi pencemaran mikroplastik terdiri dari fisik, kimia, dan biologi. Pendekatan remediasi secara fisikokimia untuk mengatasi pencemaran limbah mikroplastik seperti foto-oksidatif, termal, ozon, dan mekanokimia telah dilakukan, tetapi solusi tersebut tidak cocok digunakan pada konsentrasi plastik rendah, menyebabkan pencemaran sekunder, dan membutuhkan biaya yang mahal (Miri *et al.*, 2022; Zeenat *et al.*, 2021). Pendekatan remediasi secara biologi atau bioremediasi merupakan salah satu strategi potensial untuk mendegradasi polimer mikroplastik dengan mengubahnya menjadi monomer, menjadikannya sebagai komponen bahan seluler dan energi, lalu menghasilkan produk akhir yang tidak berbahaya bagi lingkungan seperti CH_3 , CO_2 dan H_2O (Mohanan *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2020). Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme potensial sebagai agen bioremediasi, hal tersebut dikarenakan bakteri memiliki pertumbuhan yang cepat, mudah beradaptasi pada kondisi tidak menguntungkan, dan dapat memanfaatkan berbagai sumber nutrisi (Perpetuo *et al.*, 2011).

Bakteri pendegradasi mikroplastik PP dapat diisolasi dari lingkungan yang tercemar plastik. Bakteri yang hidup pada kondisi lingkungan terpapar mikroplastik, kemungkinan dapat beradaptasi dan memanfaatkan polimer mikroplastik sebagai sumber karbon dan energi (Mohanan *et al.*, 2020). Laut merupakan perairan yang paling banyak terkontaminasi dan terakumulasi berbagai jenis polutan, terutama plastik (Sharma *et al.*, 2021). Salah satu kandidat potensial strain bakteri pendegradasi mikroplastik yaitu bakteri yang diisolasi dari laut. Bakteri laut hidup pada kondisi lingkungan yang ekstrim, sehingga menjadi lebih toleran terhadap cekaman dibandingkan kelompok bakteri lainnya (Dash *et al.*, 2012). Berbagai marga bakteri yang diisolasi dari laut telah diidentifikasi dan diuji kemampuannya dalam mendegradasi mikroplastik yaitu *Bacillus*, *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Escherichia* dan *Salinibacterium* (Oliveira *et al.*, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Helen *et al* (2017) berhasil mendapatkan jenis bakteri *Bacillus cereus* dan

Sporosarcina globispora asal ekosistem mangrove, yang berpotensi dapat mendegradasi mikroplastik jenis PP. Auta *et al* (2018) memperoleh bakteri jenis *Bacillus* sp. dan *Rhodococcus* sp. yang dapat mendegradasi mikroplastik PP asal sedimen mangrove.

Teluk Jakarta merupakan salah satu perairan yang diketahui tercemar oleh mikroplastik. Penyebab pencemaran mikroplastik di Teluk Jakarta disebabkan oleh limbah aktivitas manusia di perkotaan yang terbawa melalui aliran sungai menuju ke laut (Sari *et al.*, 2021). Pencemaran tersebut diperparah oleh kondisi Teluk Jakarta yang merupakan kawasan dengan berbagai kegiatan seperti pelabuhan, komersial, dan industri (Azizi *et al.*, 2021). Berdasarkan studi literatur yang dilakukan oleh Sari *et al* (2021) dan penelitian oleh Manalu *et al* (2017), menyatakan bahwa Teluk Jakarta merupakan perairan dengan pencemaran mikroplastik paling tinggi dibandingkan perairan lainnya di Indonesia, dengan tingkat pencemaran $2,88-7,47 \times 10^6$ partikel/L pada sampel air, dan $18,41-38,79 \times 10^3$ partikel/kg pada sampel sedimen.

Sampel bakteri pendegradasi mikroplastik dapat diperoleh dari air (Sekiguchi *et al.*, 2011), sedimen (Helen *et al.*, 2017) dan limbah plastik laut (Gao & Sun, 2021). Permukaan limbah plastik laut merupakan substrat yang dapat dijadikan sebagai pertumbuhan biofilm bakteri. Mikroekosistem yang ditemukan pada permukaan plastik disebut plastisfer (Zettler *et al.*, 2013). Bakteri merupakan spesies pionir pada plastisfer, melalui pembentukan biofilm pada permukaan plastik sehingga menciptakan substrat pertumbuhan yang baik bagi mikroba lainnya (Rummel *et al.*, 2017). Bakteri yang tumbuh pada permukaan limbah plastik diduga dapat memanfaatkan sumber karbon yang terdapat pada polimer plastik (Sheridan *et al.*, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Trikurniadewi *et al* (2022) berhasil memperoleh isolat bakteri pendegradasi PP asal sampel tanah tempat pembuangan akhir yang mengandung limbah plastik.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, limbah plastik asal Teluk Jakarta merupakan sumber potensial untuk mendapatkan bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena. Penelitian ini bertujuan untuk

mendeteksi dan mengetahui kemampuan bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena yang berasal dari limbah plastik Teluk Jakarta.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini yaitu:

1. Apakah terdapat bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal sampel limbah plastik Teluk Jakarta?
2. Bagaimanakah kemampuan bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal sampel limbah plastik Teluk Jakarta ditinjau dari persentase pengurangan berat kering, laju reduksi, dan waktu paruh residu partikel mikroplastik?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendeteksi keberadaan bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal sampel limbah plastik Teluk Jakarta.
2. Mengetahui kemampuan bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal sampel limbah plastik Teluk Jakarta ditinjau dari persentase pengurangan berat kering, laju reduksi, dan waktu paruh residu partikel mikroplastik.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi dan memperoleh bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal limbah plastik Teluk Jakarta. Bakteri yang telah diketahui kemampuannya dalam mendegradasi mikroplastik polipropilena, dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui jenis bakteri yang berperan dalam mendegradasi mikroplastik.