

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia menempati peringkat kedua sebagai negara penghasil limbah plastik terbesar di dunia. Tercatat bahwa Indonesia telah memproduksi plastik sebanyak 67,8 ton pada tahun 2019 dan bertambah seiring dengan pertumbuhan populasi (Basri et al., 2021). Tingginya tingkat pencemaran plastik disebabkan oleh tidak adanya pengelolaan yang tepat terhadap limbah plastik yang telah digunakan oleh masyarakat (Evode et al., 2021). Pada tahun 2015, tercatat bahwa hanya sekitar 9% limbah plastik yang didaur ulang dan 12% diinsinerasi, sedangkan 79% terakumulasi di lingkungan (Geyer et al., 2017). Plastik yang terakumulasi di lingkungan dapat mengalami perubahan fisik dan kimia secara alami menjadi mikroplastik (Bajt, 2021).

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang memiliki ukuran kurang dari 5 mm (Ziani et al., 2023). Mikroplastik yang berukuran kecil tersebut telah terakumulasi di lingkungan (sedimen, perairan laut, dan sumber air) sehingga menyebabkan masalah ekologis dan fisiologis (Sari et al., 2021). Berdasarkan Rana et al., (2021) tercatat bahwa total mikroplastik di perairan laut adalah sekitar 15-51 triliun. Pencemaran mikroplastik tersebut telah menyebabkan gangguan baik pada lingkungan maupun biota laut (Liu et al., 2021).

Perairan Teluk Jakarta telah tercemar mikroplastik dengan kelimpahan mikroplastik sebanyak $2,88 - 7,47 \times 10^6$ partikel/L. Kelimpahan tersebut tergolong yang tertinggi dibandingkan dengan perairan di provinsi lainnya (Sari et al., 2021). Jenis mikroplastik yang paling sering ditemukan di Teluk Jakarta adalah polipropilena (PP) yang berukuran 20 – 40 μm (Manalu et al., 2017). Secara global, polipropilena menjadi jenis plastik yang paling sering digunakan (23%) setelah polietilena (32%) (Zhang et al., 2022). Polipropilena seringkali digunakan dalam bidang industri sebagai bahan baku pembuatan kemasan (Bora et al., 2020).

Teknik remediasi secara fisik, kimia, dan biologis merupakan contoh upaya untuk mengatasi masalah pencemaran mikroplastik di perairan (Xiang et al., 2023). Teknik remediasi secara fisik meliputi sedimentasi, filtrasi, dan adsorpsi (Goyal et

al., 2023). Teknik remediasi secara kimia antara lain fotodegradasi, oksidasi fotokatalisis, dan oksidasi elektrokimia (Xiang et al., 2023). Teknik remediasi secara biologis atau bioremediasi dilakukan dengan menggunakan organisme dengan memanfaatkan proses respirasi (Goyal et al., 2023).

Kelebihan bioremediasi adalah memiliki biaya produksi yang lebih murah dibandingkan dengan teknik remediasi secara fisik dan kimia (Pal et al., 2020). Bioremediasi lebih ramah lingkungan karena produk yang dihasilkan berasal dari makhluk hidup secara alami sehingga tidak bersifat toksik (Azubuike et al., 2016). Salah satu agen bioremediasi adalah mikroorganisme (Sun et al., 2023).

Mikroorganisme seperti bakteri dan fungi mampu mendegradasi plastik dengan melibatkan biofilm dan enzim (enzim intraseluler dan ekstraseluler) (Yuan et al., 2020). Mikroorganisme akan membentuk biofilm dan memulai tahapan biodeteriorasi, biofragmentasi, dan bioasimilasi (Zhang et al., 2022). Seluruh tahapan tersebut menggunakan enzim yang kontak dengan permukaan plastik dan menguraikan rantai polimer menjadi lebih sederhana (Roohi et al., 2017). Produk hasil bioasimilasi kemudian ditransfer ke dalam sel dan didegradasi oleh enzim intraseluler. Enzim intraseluler akan mengubah produk bioasimilasi menjadi biomassa mikroorganisme dengan pelepasan CO₂ dan H₂O, tahapan ini disebut sebagai mineralisasi (Zhang et al., 2022).

Beberapa jenis bakteri telah diketahui mampu mendegradasi mikroplastik. Afianti et al., (2022) menyatakan bahwa *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. merupakan jenis bakteri yang berpotensi untuk mendegradasi mikroplastik, terutama di iklim tropis. Meskipun begitu, penelitian yang membahas mikroorganisme pendegradasi polipropilena masih sangat terbatas. Auta et al. (2018) memperoleh hasil *Bacillus* sp. strain 27 dan *Rhodococcus* sp. strain 36 yang diisolasi dari sedimen mangrove mampu mengurangi total berat kering plastik polipropilena masing-masing sebesar 4% dan 6,4% dalam waktu 40 hari. Eksplorasi bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena perlu dilakukan, oleh karenanya perlu diketahui identitas bakteri yang mampu mendegradasi mikroplastik polipropilena (Anggiani et al., 2024).

Isolat bakteri yang memiliki kemampuan potensial dalam mendegradasi mikroplastik polipropilena perlu diketahui identitasnya. Identitas tersebut

diperlukan sebagai rujukan dasar dalam optimasi, pemanfaatan, dan pengelolaan lebih lanjut (Moka, 2020). Upaya identifikasi dapat dilakukan secara morfologi, biokimia, dan molekuler (Gani et al., 2019). Identifikasi secara molekuler dapat dilakukan melalui analisis urutan 16S rRNA yang memiliki panjang basa sekitar 1500 bp (Widyadnyana et al., 2015; Waechter et al., 2023). Upaya identifikasi secara morfologi, biokimia, dan dilengkapi dengan analisis urutan 16S rRNA merupakan standar yang baik dalam proses identifikasi bakteri karena memiliki kredibilitas dan tingkat keakuratan yang tinggi (Nwaokorie et al., 2020).

Berdasarkan penelitian terdahulu, Anggiani et al. (2024) diperoleh konsorsium bakteri asal limbah plastik Teluk Jakarta yang mampu mendegradasi mikroplastik polipropilena. Konsorsium tersebut berasal dari tiga stasiun di Teluk Jakarta, yaitu stasiun 1 (Muara Kamal), stasiun 2 (Muara Angke), dan stasiun 3 (Marina). Konsorsium pada stasiun 2 (Muara Angke) memiliki kemampuan paling baik dalam mendegradasi mikroplastik polipropilena dengan persentase pengurangan berat kering sebesar 6,6%. Sebanyak enam isolat bakteri diperoleh dan dipilih berdasarkan ketahanannya dari konsorsium tersebut. Namun, keenam isolat tersebut belum diketahui kemampuan tiap isolat dalam mendegradasi mikroplastik polipropilena. Penelitian ini akan mengkaji mengenai identitas dan kemampuan isolat bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal limbah plastik Teluk Jakarta.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kemampuan isolat bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal limbah plastik Teluk Jakarta ditinjau dari persentase pengurangan berat kering, perubahan nilai pH, serta struktur kimia dan fisik mikroplastik?
2. Jenis bakteri apakah yang mampu mendegradasi mikroplastik polipropilena asal limbah plastik Teluk Jakarta berdasarkan analisis molekuler gen 16S rRNA?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kemampuan degradasi isolat bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal limbah plastik Teluk Jakarta ditinjau dari persentase pengurangan berat kering, perubahan nilai pH, serta struktur kimia dan fisik mikroplastik.
2. Mengetahui identitas isolat bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal limbah plastik Teluk Jakarta berdasarkan analisis molekuler gen 16S rRNA.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan menghasilkan informasi tentang identitas isolat bakteri pendegradasi mikroplastik polipropilena asal limbah plastik Teluk Jakarta. Selain itu, diperoleh juga informasi tentang kemampuan isolat bakteri potensial dalam mendegradasi mikroplastik polipropilena sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dasar agen biodegradasi lingkungan tercemar mikroplastik.

