

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelabuhan Tanjung Emas Semarang merupakan salah satu pelabuhan di Jawa Tengah yang memiliki aktivitas industri dan transportasi laut yang tinggi (Prabawardani *et al.*, 2024). Aktivitas yang berlangsung di sekitar perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang berpotensi memberikan dampak terhadap kualitas air dan pencemaran laut (Supriyantini dan Soenardjo, 2015). Aktivitas antropogenik seperti pelabuhan, industri dan limbah domestik di perairan tergolong tinggi. Hal ini berdampak pada tingginya risiko kontaminasi berbahaya seperti logam berat yang dapat mengancam kesehatan masyarakat (Mitra *et al.*, 2022). Pencemaran logam berat di lingkungan perairan saat ini menjadi salah satu permasalahan yang serius di Indonesia karena memberikan dampak buruk terhadap ekosistem dan kesehatan organisme hidup (Yusfaddilah *et al.*, 2023). Logam berat merupakan jenis kontaminan yang sulit terdegradasi dan terakumulasi pada lingkungan yang tercemar di perairan dalam jangka waktu yang panjang (Suprpto *et al.*, 2021). Logam berat di perairan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi pada sedimen. Hal ini disebabkan oleh kemampuan partikel sedimen dalam mengikat logam berat, sehingga sedimen berperan sebagai tempat penyimpanan utama kontaminan di perairan (Haghshenas, 2020).

Salah satu logam berat yang dapat ditemukan di lingkungan perairan adalah mangan (Mn). Mangan (Mn) merupakan logam esensial yang dibutuhkan dalam jumlah kecil oleh organisme, namun pada konsentrasi tinggi dapat menimbulkan efek toksik (Nnaji *et al.*, 2024). Paparan Mn berlebih berpotensi menjadi toksik dan dapat mengganggu sistem enzimatik serta menyebabkan stres oksidatif dengan kerusakan pada membran sel bakteri (Kaur *et al.*, 2022). Keberadaan mangan di perairan dapat berasal dari aktivitas industri, korosi logam, serta pelapukan material kapal yang kemudian terakumulasi pada sedimen (Tangkearung, 2025). Sedimen yang tercemar logam berat menjadi habitat bagi mikroorganisme, termasuk bakteri yang mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan dengan paparan logam berat.

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, ambang batas kandungan logam Mangan (Mn) dalam air sebesar 0,5 mg/L (Sudarmawan *et al.*, 2020). Penelitian yang dilakukan pada tahun 2018 menunjukkan bahwa konsentrasi Mn di perairan Teluk Semarang berkisar antara 1,4 sampai 4,1 mg/L, sehingga telah melebihi ambang batas yang ditetapkan dan berpotensi membahayakan lingkungan perairan terutama di area yang dekat dengan aktivitas industri, pesisir dan pelabuhan (Suprpto *et al.*, 2021). Hasil pengujian kadar Mn di perairan Tanjung Emas Semarang yang dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro pada tahun 2021 menunjukkan nilai sebesar 0,0813 mg/L yang masih berada di bawah ambang batas. Meskipun kadar

Mn yang ada di perairan Tanjung Emas Semarang masih berada di bawah ambang batas, logam Mn tetap perlu diwaspadai karena aktivitas antropogenik terus terjadi hingga saat ini, maka akumulasi logam Mn berpotensi meningkat dan berisiko meningkatkan ancaman terhadap ekosistem akuatik. Logam berat bersifat sulit terdegradasi dan dapat terakumulasi pada sedimen, sehingga berpotensi berbahaya pada ekosistem akuatik. Kondisi ini menjadikan sedimen sebagai lingkungan yang berpotensi menjadi habitat bagi bakteri yang mampu bertahan terhadap paparan logam Mn.

Dalam upaya penanganan pencemaran logam berat, metode remediasi konvensional seperti ekstraksi kimia, imobilisasi, dan *landfilling* memiliki keterbatasan karena memerlukan biaya tinggi, kurang ramah lingkungan, serta kurang efektif secara berkelanjutan (Kondakindi *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pendekatan bioteknologi melalui bioremediasi menggunakan mikroorganisme, khususnya bakteri menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan, ekonomis, dan berkelanjutan (Gonzalez dan Ghneim, 2021). Keberadaan logam Mn dalam konsentrasi tinggi dapat memberikan efek toksik terhadap mikroorganisme, seperti menghambat pertumbuhan, dan mengganggu metabolisme sel bakteri (Kaur *et al.*, 2017). Beberapa bakteri memiliki mekanisme biosorpsi, bioakumulasi, dan biotransformasi, sehingga mampu mengikat, dan menurunkan toksisitas logam berat di lingkungan (Pande *et al.*, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Suprpto *et al.* (2021) melaporkan bahwa logam mangan terdeteksi pada sampel air sebesar 4,1 mg/L di Teluk Semarang. Kondisi ini menunjukkan bahwa lingkungan perairan pelabuhan dapat menjadi habitat bagi mikroorganisme yang beradaptasi terhadap tekanan logam berat. Selain Cu, dan Pb, logam Mangan (Mn) juga perlu diperhatikan karena pada konsentrasi tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Namun, pada penelitian mengenai kemampuan pertumbuhan isolat bakteri terhadap paparan Mn dan bakteri yang berpotensi toleran logam berat Mn dari perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri terpilih yang memiliki kemampuan pertumbuhan terhadap logam berat Mn dari perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Penelitian ini melibatkan peremajaan isolat bakteri, karakterisasi morfologi, uji kemampuan pertumbuhan isolat terhadap variasi konsentrasi logam mangan, serta karakterisasi molekuler bakteri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diketahui rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Apakah isolat bakteri dari Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dapat tumbuh pada media dengan logam berat Mangan (Mn)?
2. Bagaimana tingkat kemampuan pertumbuhan isolat bakteri dari Pelabuhan Tanjung Emas Semarang pada media dengan berbagai variasi konsentrasi Mangan (Mn)?

3. Bagaimana karakterisasi molekuler isolat bakteri terpilih yang mampu tumbuh pada media mengandung logam Mangan (Mn)?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui pertumbuhan isolat bakteri yang diperoleh dari Pelabuhan Tanjung Emas Semarang pada media dengan logam berat Mangan (Mn).
2. Mengetahui tingkat kemampuan pertumbuhan isolat bakteri Tanjung Emas Semarang terhadap variasi konsentrasi Mangan (Mn) berdasarkan nilai OD dan MIC.
3. Mengetahui karakterisasi molekuler isolat bakteri terpilih yang menunjukkan kemampuan pertumbuhan terbaik pada media mengandung logam Mangan (Mn).

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai bakteri yang diperoleh dengan kemampuan tumbuh pada media yang logam berat Mangan dari Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Penelitian ini juga memberikan mengenai isolat bakteri pelabuhan yang mampu tumbuh pada media logam mangan, sehingga berpotensi untuk penelitian lebih lanjut di bidang bioteknologi dan pengembangan bioremediasi untuk mengurangi pencemaran logam mangan.