

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Limbah merupakan sisa hasil suatu kegiatan atau proses yang berasal dari rumah tangga, industri, maupun aktivitas lainnya, yang kehadirannya dapat mencemari dan menurunkan kualitas lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Limbah dapat berbentuk padat, cair, maupun gas. Salah satu jenis limbah yang tergolong berbahaya adalah logam berat karena dapat terakumulasi di lingkungan. Ketika memasuki perairan, logam berat biasanya mengendap di dasar serta berikatan dengan senyawa organik maupun anorganik melalui mekanisme adsorpsi dan berbagai reaksi kimia lainnya. Logam seperti Fe, Cd, Pb, Cu, dan kerap dijumpai pada perairan dan menjadi indikator utama pencemaran (Razi *et al.*, 2023).

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat non-esensial yang sangat beracun dan berpotensi mengancam kelangsungan hidup manusia serta organisme akuatik. Logam ini banyak dihasilkan dari aktivitas industri dan domestik, seperti pembuatan kabel telepon, baterai, pewarna cat, serta bahan tambahan pada bahan bakar kendaraan. Akibat intensitas penggunaan yang tinggi, timbal tersebar luas melalui udara, tanah, dan air, lalu mengendap di dasar perairan. Sifatnya yang tidak mudah terurai secara biologis membuat logam ini mudah terakumulasi dalam sedimen dan organisme akuatik. Dalam jangka panjang, akumulasi tersebut dapat memicu perpindahan logam beracun melalui rantai makanan hingga ke manusia, menimbulkan risiko serius terhadap kesehatan dan lingkungan. Paparan timbal diketahui menyebabkan gangguan fisiologis dan kerusakan jaringan pada organisme hidup karena mampu merusak sel-sel vital serta menghambat proses

metabolisme. Konsentrasi logam yang tinggi juga dapat menimbulkan efek toksik, baik *lethal* maupun *sublethal*, seperti gangguan pertumbuhan, perubahan perilaku, dan kelainan morfologi pada organisme akuatik. Selain timbal, logam berat lain seperti seng (Zn), tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan besi (Fe) menimbulkan ancaman serupa apabila kadarnya melebihi ambang batas lingkungan (Aris *et al.*, 2020; Kolo *et al.*, 2024).

Salah satu wilayah yang menghadapi permasalahan serupa adalah Perairan Teluk Bayur, kawasan pesisir di Kota Padang, Sumatera Barat, yang merupakan pelabuhan utama dan tersibuk di daerah tersebut. Aktivitas pelabuhan yang padat, seperti bongkar muat kapal, lalu lintas kendaraan, dan kegiatan industri di sekitarnya, diduga menjadi sumber utama pencemaran logam berat. Penelitian Anggraini & Puryanti, (2019) menunjukkan bahwa dari 15 sampel air laut yang dianalisis, konsentrasi logam timbal (Pb) di empat dari lima stasiun pengambilan sampel telah melebihi baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004.

Upaya untuk mengurangi polusi logam berat dan memperbaiki kualitas lingkungan menjadi perhatian penting dalam berbagai penelitian. Menariknya, lingkungan tercemar sering kali menjadi sumber mikroorganisme yang tahan terhadap logam berat dan berpotensi dimanfaatkan dalam metode bioremediasi. Bioremediasi merupakan teknologi ramah lingkungan yang memanfaatkan kemampuan mikroba untuk menoleransi, mengakumulasi, atau mengubah logam beracun menjadi bentuk yang lebih aman (Alvarado-Campo *et al.*, 2023) .

Penelitian terdahulu telah menunjukkan potensi besar mikroorganisme dalam remediasi logam berat. Misalnya, studi di perairan laut Dumai menemukan tiga isolat bakteri yang berpotensi menurunkan konsentrasi Pb, dengan isolat D1 menunjukkan efisiensi tertinggi, yaitu 80,53% pada konsentrasi awal 10 ppm, 78,8% pada 20 ppm, dan 77,21% pada 30 ppm (Yanti *et al.*, 2021). Hasil tersebut membuktikan bahwa mikroorganisme dari lingkungan tercemar memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap logam berat.

Pendekatan biologis melalui proses biodegradasi oleh mikroorganisme dinilai lebih efisien dan berkelanjutan dibandingkan metode fisik maupun kimia, karena tidak menimbulkan efek racun tambahan. Pemanfaatan mikroba lokal sebagai agen pereduksi logam masih perlu dikembangkan lebih lanjut sebagai alternatif pemulihan tanah dan air tercemar. Beberapa penelitian sebelumnya telah menitikberatkan pada isolasi serta identifikasi morfologi bakteri dari tanah yang terkontaminasi air lindi (*leachate*) dengan potensi menurunkan kadar logam Pb (Rahadi *et al.*, 2019). Namun, kajian serupa di perairan Teluk Bayur masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri indigenous dari perairan Teluk Bayur yang berpotensi sebagai agen bioremediasi logam timbal.

B. Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Apakah didapatkan isolat bakteri toleran Pb dari perairan Teluk Bayur?
2. Bagaimanakah kemampuan bakteri tersebut dalam membentuk biofilm?

3. Bagaimana tingkat resistensi isolat bakteri terhadap paparan logam berat timbal pada berbagai konsentrasi?
4. Apakah isolat bakteri tersebut mampu menurunkan konsentrasi logam timbal melalui proses bioremediasi ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengisolasi bakteri toleran Pb dari perairan Teluk Bayur.
2. Menguji kemampuan isolat bakteri dalam membentuk biofilm.
3. Menguji tingkat resistensi isolat bakteri terhadap logam timbal pada berbagai konsentrasi.
4. Menguji kemampuan isolat bakteri dalam menurunkan konsentrasi logam timbal melalui proses bioremediasi.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan informasi mengenai kemampuan bakteri dalam membentuk biofilm, tingkat resisten terhadap logam berat, serta potensi bakteri dalam proses bioremediasi sehingga dapat menjadi dasar pengembangan pemanfaatan bakteri dalam pengolahan lingkungan yang tercemar.

