

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerang hijau termasuk kedalam organisme yang mudah untuk dibudidayakan, berdasarkan Dinas Perikanan Kota Semarang, 2020, data produksi dan nilai produksi perikanan laut kerang hijau hasil budidaya Kota Semarang dipanen hingga 963.834 kg/tahun (Difa *et al.*, 2022). Kawasan pesisir Semarang, menerima tekanan lingkungan yang tinggi dari berbagai aktivitas antropogenik. Salah satu sumber pencemaran logam berat yang signifikan berasal dari Pelabuhan Tanjung Mas, yang merupakan pusat kegiatan kapal. Aktivitas tersebut berpotensi melepaskan logam berat seperti timbal (Pb) dan tembaga (Cu) ke dalam perairan yang terakumulasi dalam sedimen dan biota laut (Lahati *et al.*, 2022).

Di perairan sekitar Pelabuhan Tanjung Mas terdapat kawasan Tambak Lorok, yang dikenal sebagai pusat budidaya kerang hijau. Pada Kawasan tersebut terdapat beberapa rumpon kerang hijau (*Perna viridis*) yang lokasinya hanya berjarak satu kilometer dari daerah pelabuhan. Posisi yang sangat dekat dengan pelabuhan ini menyebabkan akumulasi logam berat tersebut membahayakan kesehatan kerang hijau sebagai organisme *filter feeder* (Rudiyanti *et al.*, 2023).

Timbal (Pb) merupakan logam berat non-esensial yang bersifat neurotoksik. Paparan Pb melalui konsumsi kerang hijau yang tercemar dapat mengganggu sistem saraf, terutama pada anak-anak, karena Pb

menggantikan ion kalsium (Ca^{2+}) dalam sel saraf dan menghambat pelepasan neurotransmitter. Selain itu, Pb menghambat enzim δ -aminolevulinic acid dehydratase (ALAD), sehingga menyebabkan akumulasi prekursor toksik dan berujung anemia (Collin *et al.*, 2022).

Sementara itu, tembaga (Cu) merupakan logam esensial yang dibutuhkan tubuh sebagai kofaktor enzim seperti superoksida dismutase (SOD) dan sitokrom c oksidase. Namun pada konsentrasi berlebih, Cu memicu stres oksidatif yang menghasilkan radikal hidroksil yang merusak lipid membran, protein, dan DNA. Kadar Cu yang melebihi batas mutu dapat menyebabkan gangguan saluran cerna serta hepatotoksik pada paparan kronis. Akumulasi Cu dalam jaringan hati dapat menimbulkan kondisi mirip penyakit Wilson (Solier *et al.*, 2023).

Kerang hijau selain mengakumulasi logam berat di jaringan lunaknya, kerang hijau juga hidup dalam hubungan simbiosis dengan komunitas bakteri yang berada di dalam jaringan atau permukaan tubuhnya. Dalam kondisi lingkungan yang tercemar logam berat, bakteri simbiosis dapat mengalami seleksi alam sehingga hanya strain-strain yang resisten terhadap Pb dan Cu yang mampu bertahan. Beberapa bakteri tersebut memiliki kapasitas remediasi (bioremediasi), yaitu kemampuan untuk menyerap, mengendapkan, atau mendetoksifikasi logam berat (Alauddin *et al.*, 2025). Kemampuan adaptif ini tidak hanya bagi kelangsungan hidup bakteri di lingkungan tercemar, tetapi juga membuka peluang besar sebagai agen bioremediasi logam berat, khususnya dalam upaya mengurangi logam berat

yang terakumulasi dalam kerang hijau yang dibudidayakan. Oleh karena itu, bakteri simbiosis dengan kerang hijau merupakan bakteri yang berpotensi untuk bioremediasi logam berat (Chen *et al.*, 2024).

Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengetahui keragaman bakteri yang di prediksi berpotensi sebagai agen bioremediasi melalui pendekatan metabarcoding. Metabarcoding merupakan metode biologi molekuler yang dapat mengidentifikasi banyak spesies secara simultan dari satu sampel (*environmental* DNA, eDNA) tanpa perlu melakukan isolasi organisme target terlebih dahulu. (Çevik & Çevik 2025). Analisis metabarcoding dapat mengungkap kekayaan informasi genetik yang terkandung dalam komunitas bakteri (Muhtaroh *et al.*, 2024). Eksplorasi ini berpotensi memprediksi sifat fungsional komunitas bakteri (Riswanti *et al.*, 2023).

Oleh karena itu, analisis metabarcoding berbasis 16S rRNA dapat dilakukan pada kerang hijau pada daerah Tambak Lorok untuk mengeksplorasi potensi komunitas bakteri sebagai agen bioremediasi Pb Cu yang bersimbiosis dengan kerang hijau di wilayah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Apakah lingkungan Tambak Lorok mengalami pencemaran Pb dan Cu?
2. Bagaimanakah komunitas bakteri pada kerang hijau yang dibudidayakan di Tambak Lorok melalui metabarcoding 16S rRNA?

3. Bagaimanakah prediksi gen bioremediasi logam berat pada bakteri terasosialisasi dengan kerang hijau di Tambak Lorok berdasarkan PICRUSt hasil metabarcoding 16S rRNA?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, diketahui tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui kondisi pencemaran Pb dan Cu pada lingkungan budidaya kerang hijau di Tambak Lorok.
2. Mengidentifikasi komunitas bakteri pada tempat budidaya kerang hijau dibudidayakan di Tambak Lorok melalui metabarcoding 16S rRNA.
3. Mengidentifikasi prediksi gen bioremediasi logam berat pada bakteri terasosialisasi dengan kerang hijau yang terkontaminasi logam berat berdasarkan PICRUSt hasil metabarcoding 16S rRNA.

1.4 Manfaat

Pelaksanaan penelitian ini mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pencemaran Pb dan Cu pada lingkungan budidaya kerang hijau di Tambak Lorok.
2. Menambah pengetahuan pada komunitas bakteri pada kerang hijau dibudidayakan di Tambak Lorok melalui metabarcoding 16S rRNA.
3. Mengetahui prediksi gen bioremediasi logam berat pada bakteri terasosialisasi dengan kerang hijau yang terkontaminasi logam berat berdasarkan PICRUSt hasil metabarcoding 16S rRNA.