

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk negara kepulauan yang memiliki 17.504 pulau dengan kawasan perairan yang mendominasi, yaitu 65% dari total luas wilayahnya. Kondisi geografis tersebut memberikan kelimpahan sumber daya perairan yang tinggi di Indonesia. Adapun jenis sumber daya perairan Indonesia meliputi berbagai macam jenis ikan seperti pelagis besar dan kecil, udang, moluska, cumi-cumi, penyu, teripang, mamalia laut, dan rumput laut (Anugrah *et al.*, 2021). Kelimpahan keanekaragaman di perairan Indonesia menyimpan potensi yang belum sepenuhnya dimanfaatkan. Sebagai contoh komoditas rumput laut yang melimpah di berbagai wilayah dan memiliki prospek ekonomi yang tinggi. Rumput laut merupakan tumbuhan anggota Thallophyta yang memiliki morfologi sederhana (Wijaya *et al.*, 2025). Potensi rumput laut sebagai komoditas unggulan kelautan semakin meningkat karena manfaatnya yang beragam. Selain digunakan sebagai bahan konsumsi, hasil penelitian menunjukkan bahwa rumput laut juga berperan penting sebagai sumber senyawa bioaktif yang berkontribusi dalam bidang kesehatan dan industri obat-obatan. (Sultan & Ramadhan, 2024).

Kalimantan termasuk kepulauan penghasil rumput laut terbesar di Indonesia. Berdasarkan data Kementrian Kelautan dan Perikanan (2026), produksi rumput laut di Provinsi Kalimantan menunjukkan dinamika yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Produksi rumput laut tercatat

sebesar 1.329.158 ton pada 2022, meningkat menjadi 2.204.538 ton pada 2023, dan mengalami penurunan menjadi 1.967.887 ton pada 2024. Fluktuasi tersebut tentu tidak lepas dari beberapa faktor seperti karakteristik wilayah kepulauan untuk budidaya serta melibatkan banyak pelaku usaha. Kawasan produksi rumput laut utama berpusat di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara dan sentra budidaya rumput laut yang cukup krusial juga terdapat di Kabupaten Bontang, Kalimantan Timur. Produktivitas budidaya di wilayah tersebut mampu menghasilkan produktivitas yang cukup tinggi karena memiliki karakteristik lingkungan yang sesuai dan menunjang budidaya rumput laut (Nikhilani & Kusumaningrum, 2021; Radiarta *et al.*, 2016). Selain itu, mutu perairan yang dipengaruhi oleh besaran material organik dari daratan yang terbawa oleh aliran sungai juga memainkan peran penting dalam proses budidaya rumput laut (Zainuddin, 2023).

Rumput laut diketahui mengandung senyawa fitokimia seperti senyawa fenolik, pigmen alami, polisakarida sulfat, serat, dan senyawa halogen. Keberadaan senyawa bioaktif tersebut berpotensi dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Beberapa senyawa fenolik yang telah berhasil diidentifikasi dari berbagai jenis rumput laut antara lain seperti phlorotannin, flavonoid, flavonol glikosida, katekin, dan asam fenolat yang diketahui memiliki manfaat bagi kesehatan. (Rizkaprilisa *et al.*, 2023). Pigmen pada rumput laut juga berpotensi sebagai antioksidan karena dapat mendonorkan elektron kepada radikal bebas sehingga

menghambat proses oksidasi (Febrianto *et al.*, 2019). Senyawa metabolit dari rumput laut juga berpotensi menjadi agen terapi dan memiliki manfaat sebagai antibakteri (Hidayah *et al.*, 2024). Berdasarkan potensi tersebut, penelitian kali ini mulai berfokus pada eksplorasi mikroorganisme yang berasosiasi. Pemanfaatan mikroorganisme asosiasi menawarkan pendekatan alternatif dalam produksi senyawa bioaktif berkelanjutan, lebih efisien, dan tidak merusak rumput laut secara berlebihan. Mikroorganisme tersebut memberikan peluang besar sebagai sumber penghasil senyawa antibakteri dan komponen lain sehingga perlu dieksplorasi (Ren *et al.*, 2022; Suwarny & Purnama, 2023).

Salah satu mikroorganisme yang mulai banyak dieksplorasi adalah bakteri asosiasi. Mikroorganisme tersebut merupakan bentuk konsorsium dari bakteri yang hidup secara bersama dengan organisme lain dan melakukan berbagai interaksi di lingkungan laut. Bakteri asosiasi diketahui mampu menghasilkan metabolit sekunder yang dapat serupa atau memiliki aktivitas biologis yang mirip dengan senyawa yang dihasilkan oleh inangnya (Nugroho *et al.*, 2015). Metabolit sekunder yang dihasilkan menunjukkan hasil dari interaksi dan adaptasi suatu komunitas bakteri. Bakteri asosiasi memproduksi senyawa tersebut sebagai bentuk pertahanan hidup dan merespons tekanan dari lingkungan seperti keterbatasan nutrisi (Santamaria *et al.*, 2022).

Penelitian Setyati *et al.* (2016) melakukan isolasi dan identifikasi bakteri dari sponge menunjukkan bahwa isolat bakteri mempunyai potensi

untuk dikembangkan sebagai agensia bioremediasi tambak udang. Berdasarkan penelitian Simbolon *et al.* (2023) melaporkan mengenai potensi aktivitas enzim selulase yang dihasilkan dari bakteri asosiasi lamun untuk aplikasi dalam bidang pertanian, farmasi, ataupun bahan bakar. Penelitian Akay *et al.* (2023) juga melaporkan bakteri dari rumput laut *Padina* sp. memiliki kemampuan antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan bakteri *Escherichia coli*. Sementara Yulianti *et al.* (2024) melaporkan bakteri simbiosis yang berasal dari rumput laut *Eucheuma spinosum* juga berpotensi memproduksi senyawa bioaktif dengan aktivitas antibakteri. Isolat tersebut mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dengan tingkat aktivitas yang termasuk dalam kategori sedang.

Sejalan dengan penelitian tersebut, fokus uji dalam penelitian ini juga diarahkan pada bioaktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Bakteri tersebut dipilih sebagai model representasi patogen Gram positif karena memiliki struktur dinding sel yang tidak terlalu kompleks seperti Gram negatif. Hal ini memungkinkan senyawa antibakteri lebih mudah masuk ke dalam bakteri Gram positif (Khairunnisa *et al.*, 2023). Pemilihan *Staphylococcus aureus* juga didasarkan pada signifikansi klinisnya sebagai penyebab infeksi pada manusia. Bakteri tersebut mudah menginfeksi manusia dan sering ditemukan pada makanan ataupun di lingkungan. Bakteri tersebut memiliki tingkat resistensi tinggi terhadap

antibiotik melalui berbagai mekanisme termasuk pembentukan biofilm (Fitri *et al.*, 2024; Siregar *et al.*, 2025).

Sejauh ini, penelitian yang mengkaji kemampuan dan kandungan senyawa pada bakteri asosiasi rumput laut asal perairan Kalimantan Timur belum pernah dilakukan. Interaksi yang terjadi antara rumput laut dan bakteri asosiasinya berkontribusi terhadap produksi berbagai metabolit sekunder yang berpotensi dimanfaatkan sebagai alternatif sumber senyawa bioaktif. Oleh sebab itu perlu dilakukannya penelitian ini guna mengetahui karakteristik makroskopis, mikroskopis, dan uji biokimia dari bakteri yang berasosiasi dengan rumput laut di perairan Kalimantan Timur. Uji bioaktivitas dari ekstrak kasar senyawa metabolit sekunder yang diproduksi bakteri asosiasi melalui uji antibakteri dan uji toksisitas, serta mengidentifikasi senyawa bioaktif ekstrak kasar tersebut dengan metode *Liquid Chromatography – High Resolution Mass Spectrometry* (LC-HRMS).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan masalah yaitu:

- 1.2.1 Bagaimana karakteristik (makroskopis, mikroskopis, dan biokimia) dari isolat bakteri asosiasi rumput laut asal perairan Kalimantan Timur?
- 1.2.2 Bagaimana efektivitas bioaktivitas ekstrak kasar metabolit sekunder bakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan

tingkat toksisitasnya terhadap larva udang *Artemia salina* dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT)?

- 1.2.3 Bagaimana hasil identifikasi senyawa ekstrak metabolit sekunder bakteri asosiasi rumput laut asal perairan Kalimantan Timur berdasarkan analisis LC-HRMS?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1.3.1 Mengetahui karakteristik (makroskopis, mikroskopis, dan biokimia) bakteri asosiasi rumput laut asal perairan Kalimantan Timur.
- 1.3.2 Mengetahui bioaktivitas senyawa yang bersifat antibakteri dan toksisitas yang dihasilkan dari bakteri asosiasi rumput laut asal perairan Kalimantan Timur.
- 1.3.3 Mengetahui jenis senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri asosiasi rumput laut asal perairan Kalimantan Timur.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini mempunyai manfaat, baik segi teoritis maupun praktis. Manfaat teoritis temuan ini adalah memberikan kontribusi ilmiah pada bidang mikrobiologi kelautan terkait potensi mikroba asosiasi rumput laut sebagai penghasil senyawa bioaktif yang berkelanjutan. Sementara manfaat praktis penelitian ini adalah menyediakan informasi bagi industri farmasi dan kesehatan mengenai potensi mikroba asosiasi rumput laut sebagai penghasil senyawa bioaktif, sekaligus mendukung pengurangan eksploitasi langsung terhadap rumput.