

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

*Padina* sp. adalah salah satu genus alga cokelat yang memiliki morfologi khas berupa thallus berlapis dan juga memiliki berbagai senyawa metabolit seperti fenolik, flavonoid, alkaloid, terpenoid, tanin, dan steroid yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan dan antibakteri (Nurrahman dkk., 2020). Penelitian oleh Palaniveloo *et al.*, (2021) menyatakan bahwa, *Padina* memiliki kandungan senyawa bioaktif yang kompetitif, seperti pada analisis *Padina tetrastromatica* dari Pulau Tioman yang menunjukkan total phenolic content (TPC) sebesar  $61,20 \pm 3,37$  mg GAE/g, sedangkan pada *Sargassum illicifolium* memiliki jumlah TPC sekitar  $4,86 \pm 0,07$  mg GAE/g ekstrak. Nilai TPC alga sangat dipengaruhi oleh faktor spesies, lokasi, dan metode ekstraksi. *Padina* sp. juga menjadi habitat bagi berbagai bakteri asosiasi seperti genus *Bacillus*, *Cobetia*, dan beberapa anggota *Proteobacteria* yang diketahui mampu menghasilkan senyawa antimikroba sebagai mekanisme pertahanan alami makroalga (Murti *et al.*, 2016). Penelitian yang telah dilakukan oleh Akay *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa, bakteri yang hidup pada makroalga umumnya memiliki aktivitas antibakteri yang lebih kuat jika dibandingkan dengan ekstrak alga itu sendiri, karena dapat menghasilkan metabolit khusus seperti peptide bioaktif dan alkaloid penghambat pertumbuhan patogen. Oleh karena itu, *Padina* sp. dan bakteri simbiotiknya menjadi sumber kandidat senyawa antibakteri alami yang potensial untuk dikembangkan. Ismail *et al.*, (2016) menyatakan bahwa bakteri epifit dari *Padina pavonica* mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.

Infeksi nosokomial merupakan infeksi yang diperoleh pasien selama menjalani perawatan di fasilitas kesehatan atau rumah sakit dan salah satunya disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* (Oktavian dkk., 2020). Infeksi ini dapat menyerang

berbagai jaringan dan organ tubuh, termasuk saluran pernapasan, luka bedah, dan aliran darah, sehingga menimbulkan penyakit seperti infeksi kulit, pneumonia, dan abses (Li & Wu, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Wang *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) menimbulkan angka morbiditas dan mortalitas lebih tinggi dibandingkan *Methicillin-Sensitive Staphylococcus aureus* (MSSA). Penelitian Lakhundi & Zhang (2018) menggambarkan peningkatan global prevalensi MRSA sebagai salah satu ancaman kesehatan masyarakat yang serius. Cassini *et al.*, (2019) menyatakan bahwa MRSA tidak hanya meningkatkan beban penyakit, tetapi juga biaya perawatan. Penelitian yang dilakukan oleh Oktavian dkk., (2020) menyebutkan data prevalensi MRSA di Asia mencapai 70%, sementara di Indonesia mencapai 28%. Faktor risiko infeksi nosokomial di antaranya adalah rawat inap berkepanjangan, penggunaan alat medis invasif, serta penggunaan antibiotik yang berlebihan (Li & Wu, 2021).

Antibakteri merupakan senyawa kimia yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Wardani dkk., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Marhamah (2017) menyatakan bahwa penggunaan antibiotik sintetis dapat menimbulkan efek toksik, biaya tinggi, serta resistensi berulang. Wardani dkk., (2018) menyatakan bahwa pemanfaatan bahan alam sebagai alternatif untuk mengatasi permasalahan resistensi tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh El Gamal (2010) menyatakan bahwa *seaweed* kaya akan metabolit sekunder dengan aktivitas biologis, termasuk antibakteri. Egan *et al.*, (2013) menyatakan bahwa *seaweed* menjadi habitat bakteri asosiasi, baik epifit maupun endofit, yang menghasilkan metabolit sekunder dengan potensi antibakteri. Ismail *et al.*, (2016) mengidentifikasi bakteri asosiasi *Padina pavonica* dari filum *Gammaproteobacteria*, *Firmicutes*, *Actinobacteria*, dan

*Proteobacteria*. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa *Padina* sp. berpotensi sebagai sumber antibakteri melalui aktivitas bakteri asosiasinya.

Uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri asosiasi *Padina* sp. diperlukan untuk menentukan efektivitasnya dalam menghambat pertumbuhan MRSA dan MSSA. Penelitian yang dilakukan oleh Sirri dkk., (2022) menyatakan bahwa isolasi bakteri dapat dilakukan melalui penanaman pada media selektif dan pengujian menggunakan metode difusi cakram untuk menilai kemampuan penghambatan. Isolat dengan aktivitas antibakteri terbaik dapat dipilih untuk analisis lebih lanjut.

Profiling senyawa bioaktif dari bakteri asosiasi penting dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa aktif yang terlibat dalam mekanisme penghambatan bakteri. Penelitian yang dilakukan Farooq *et al.*, (2019) menyatakan bahwa karakterisasi senyawa bioaktif mampu memberikan informasi mengenai potensi medis bakteri asosiasi dan peluang pemanfaatannya dalam terapi antimikroba. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wibowo *et al.*, (2023) bahwa, bakteri laut yang menghasilkan metabolit sekunder seperti poliketida dan terpenoid memiliki aktivitas antimikroba yang signifikan terhadap patogen resisten.

Analisis molekular 16S rRNA diperlukan untuk memastikan identitas bakteri asosiasi yang berperan dalam aktivitas antibakteri. Faniyan *et al.*, (2023) menyatakan bahwa gen 16S rRNA memiliki daerah konservatif dan variabel yang memungkinkan identifikasi hingga tingkat spesies dengan akurasi tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Indraningrat *et al.*, (2024) menyatakan bahwa penggunaan teknik PCR dan sekuensing diperlukan untuk memperoleh urutan genetik yang valid, yang kemudian dibandingkan dengan database GeneBank melalui platform NCBI guna memastikan identitas bakteri secara lebih tepat. Proses identifikasi penting dilakukan karena banyaknya bakteri laut yang memiliki kemiripan secara fenotipik, sehingga verifikasi

molekuler diperlukan untuk menentukan spesies bakteri yang berperan sebagai penghasil senyawa aktif.

Penelitian yang dilakukan oleh Suryanti (2008) menyatakan bahwa, jenis spesies *Padina* sp. yang berada pada Kepulauan Menjangan adalah jenis spesies *Padina crassa* yang merupakan makroalga dengan perakaran kuat hingga mampu menahan hempasan ombak. Pulau Menjangan Kecil dipilih sebagai lokasi pengambilan sampel *Padina* sp. karena kondisi ekologis perairannya stabil dengan suhu optimal 28,5–29°C dan salinitas 34,6–34,8% sesuai bagi pertumbuhan makroalga, serta tutupan terumbu karang hidup yang tinggi (51–57%) yang menunjukkan kualitas habitat yang baik. Karakteristik ini menjadikan Pulau Menjangan kecil mendukung keberadaan makroalga bentik seperti *Padina* sp. dan komunitas bakteri asosiasinya (Ilham dkk., 2018). Celah penelitian masih terdapat pada kajian spesifik mengenai bakteri asosiasi *Padina* sp. terhadap MRSA dan MSSA melalui uji aktivitas antibakteri, profiling senyawa bioaktif, dan analisis molekular 16S rRNA. Penelitian ini dilakukan untuk menjawab celah tersebut dengan tujuan menguji aktivitas antibakteri, melakukan profiling senyawa bioaktif, dan menganalisis molekular 16S rRNA dari bakteri asosiasi *Padina* sp. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan agen antibakteri berbasis bahan alam sebagai alternatif untuk menghadapi resistensi antibiotik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

- 1.2.1. Bagaimana karakterisasi makroskopis dan mikroskopis isolat bakteri yang berasosiasi dengan *Padina* sp.?
- 1.2.2. Apakah isolat bakteri asosiasi *Padina* sp. memiliki aktivitas antibakteri terhadap

patogen MRSA dan MSSA?

1.2.3. Bagaimana profil senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh isolat bakteri asosiasi

*Padina* sp. dengan kemampuan terbaik dalam melawan MRSA dan MSSA?

1.2.4. Spesies bakteri asosiasi *Padina* sp. apakah yang memiliki kemampuan antibakteri terbaik berdasarkan identifikasi molekuler gen 16S rRNA?

### **1.3. Tujuan**

1.3.1. Mengetahui karakteristik makroskopis dan mikroskopis isolat bakteri yang berasosiasi dengan *Padina* sp.

1.3.2. Membuktikan kemampuan isolat bakteri asosiasi *Padina* sp. dalam menghambat pertumbuhan patogen MRSA dan MSSA.

1.3.3. Mengetahui jenis serta karakteristik senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh isolat paling potensial dalam menghambat pertumbuhan patogen MRSA dan MSSA.

1.3.4. Menentukan spesies bakteri asosiasi yang memiliki kemampuan antibakteri terbaik berdasarkan identifikasi molekuler gen 16S rRNA.

### **1.4. Manfaat**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis berupa penambahan pengetahuan ilmiah mengenai potensi bakteri asosiasi *Padina* sp. sebagai sumber senyawa bioaktif dengan aktivitas antibakteri, serta memperkaya literatur tentang pemanfaatan mikroorganisme laut dalam menghadapi masalah resistensi antibiotik. Dari sisi praktis, penelitian ini dapat menjadi informasi awal bagi pengembangan senyawa antibakteri baru berbasis bahan alam laut, memberikan alternatif solusi terhadap keterbatasan antibiotik sintetis, dan menyediakan data dasar yang dapat dimanfaatkan oleh peneliti maupun industri farmasi dalam mengeksplorasi

potensi bakteri asosiasi *padina* sp. sebagai kandidat agen antibakteri MRSA dan MSSA.