

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan resistensi antibiotik kini menempati posisi penting sebagai salah satu tantangan kesehatan masyarakat secara global. Di antara berbagai patogen yang terlibat, *Staphylococcus aureus* tercatat sebagai salah satu agen infeksi yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap meluasnya fenomena tersebut (Michalik *et al.*). Bakteri ini termasuk Gram-positif dan diketahui mampu menimbulkan beragam jenis infeksi, mulai dari gangguan ringan pada kulit seperti impetigo serta furunkel, sampai pada manifestasi klinis yang jauh lebih serius, di antaranya pneumonia, endokarditis, hingga sepsis (Liang *et al.*, 2024). Hal yang membuat situasi semakin sulit dikendalikan adalah munculnya galur-galur resisten, salah satu yang paling dikenal yakni *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). Hal ini menyebabkan pengobatan konvensional menjadi semakin tidak efektif (Dadashi *et al.*, 2024).

Fenomena resistensi terhadap antibiotik ini mendorong para peneliti untuk mengeksplorasi alternatif pengobatan alami yang lebih aman dan ramah lingkungan, termasuk memanfaatkan mikroorganisme dari bahan alami. Salah satu pendekatan inovatif adalah melalui pemanfaatan *eco-enzyme*, yaitu suatu produk berupa cairan yang diperoleh dari hasil fermentasi sisa-sisa bahan organik seperti kulit buah dan sayur dengan tambahan gula dan air, kemudian dibiarkan terfermentasi kurang lebih selama tiga

bulan Ningrum *et al.*, 2024). *Eco-enzyme* dikenal kaya akan komponen bioaktif, mencakup berbagai asam organik, mineral, serta vitamin.

Selain itu, didalamnya juga terkandung berbagai jenis mikroorganisme, salah mikroorganisme yang dominan adalah bakteri asam laktat (BAL) (Tang *et al.*, 2020). Keberadaan BAL dalam *eco-enzyme* inilah yang melatarbelakangi upaya pencarian solusi alternatif terhadap permasalahan resistensi bakteri patogen.

Bakteri asam laktat (BAL) tergolong ke dalam kelompok bakteri Gram-positif yang tidak membentuk spora, dengan sel berbentuk batang atau kokus, dan secara umum memiliki sifat homofermentatif maupun heterofermentatif. Selama pertumbuhannya, BAL menghasilkan sejumlah metabolit sekunder seperti asam laktat, asam asetat, hidrogen peroksida, serta bakteriosin, yang seluruhnya memperlihatkan kemampuan antimikroba terhadap berbagai patogen, termasuk *S. aureus* (Gänzle, 2015). Selain itu, BAL juga berperan sebagai sumber antioksidan alami melalui berbagai mekanisme, seperti pengikatan logam, donor proton, hingga produksi enzim antioksidan untuk menetralkan radikal bebas. Studi yang dilakukan oleh Yadav *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa isolat *Lactobacillus brevis* dan *L. gasseri* masing-masing mampu meredam radikal bebas DPPH hingga 94,47% dan 91,29%. Hal tersebut menggambarkan besarnya kontribusi BAL dalam bidang kesehatan.

Potensi bioaktif bakteri asam laktat (BAL) telah banyak diteliti dari berbagai sumber, seperti produk susu fermentasi, saluran pencernaan manusia dan hewan, hingga tanaman (Parra-Ruiz *et al.*, 2021). Di satu sisi, penelitian

mengenai isolasi dan pemanfaatan BAL yang berasal dari *eco-enzyme* masih sangat terbatas, sehingga membuka peluang dalam kajian ilmiah. Mengingat proses fermentasi pada pembuatan *eco-enzyme* memiliki kemiripan dengan fermentasi pangan tradisional, keberadaan BAL di dalamnya diduga memiliki aktivitas biologis yang signifikan. Oleh karena itu, eksplorasi BAL dari *eco-enzyme* sebagai agen antibakteri dan antioksidan menjadi sangat penting untuk dilakukan.

Salah satu BAL yang berperan dalam fermentasi *eco-enzyme* adalah *Lactobacillus pentosus*. *Lactobacillus pentosus* umum ditemukan pada produk hasil fermentasi berbasis buah dan sayuran, sehingga keberadaannya dalam *eco-enzyme* sesuai dengan karakteristik bahan baku yang digunakan. *L. pentosus* dikenal memiliki kemampuan untuk beradaptasi secara luar biasa pada lingkungan fermentasi asam dengan pH rendah, yaitu sekitar 3 – 4, dan kadar gula tinggi. Kondisi tersebut memungkinkan *L. pentosus* untuk mendominasi proses fermentasi anaerobik selama 1 – 3 bulan pembuatan *eco-enzyme*. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kittibunchakul *et al.*, (2021) *L. pentosus* mampu meningkatkan senyawa bioaktif seperti antimikroba dan antioksidan pada produk fermentasi berbasis nabati, sehingga memperkaya nilai biologisnya. Dengan demikian, keberadaan spesies ini tidak hanya berperan dalam menjaga stabilitas pada proses fermentasi, tetapi juga memperkuat potensi *eco-enzyme* sebagai sumber alami BAL yang memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk biopreservatif pangan, agen pengurai limbah organik, dan pengendali patogen di lingkungan.

Identifikasi molekuler terhadap BAL hasil isolasi *eco-enzyme* sangat diperlukan untuk mendukung pengujian aktivitas biologis sampel. Teknik analisis gen 16S rRNA memungkinkan identifikasi spesies BAL secara akurat, yang dapat membantu mengaitkan karakter molekuler dengan potensi aktivitas antibakteri dan antioksidan yang dimilikinya (Haryani *et al.*, 2023). Melalui pendekatan ini, identifikasi tidak hanya bersifat fenotipik, melainkan juga genetik, sehingga hasilnya lebih akurat dan dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan lebih lanjut dalam bidang farmasi, pangan fungsional, maupun bioteknologi lingkungan (Álvarez-Martínez *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil temuan dalam penelitian ini, diharapkan diperoleh data ilmiah yang mendukung pemanfaatan *eco-enzyme* sebagai sumber alternatif bakteri asam laktat (BAL) yang potensial, baik untuk pengembangan agen antibakteri alami maupun sebagai antioksidan. Pemanfaatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kesehatan serta mendukung upaya menuju lingkungan yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

1.2.1 Bagaimana karakteristik bakteri asam laktat (BAL) dari *eco-enzyme*?

1.2.2 Apakah bakteri asam laktat (BAL) hasil isolasi dari *eco-enzyme* dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus*?

1.2.3 Apakah isolat bakteri asam laktat (BAL) dari *eco-enzyme* berpotensi memiliki aktivitas antioksidan melalui metode DPPH?

1.2.4 Bagaimana hasil identifikasi molekuler isolat bakteri asam laktat (BAL) dari *eco-enzyme*?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1.3.1 Mengetahui karakteristik bakteri asam laktat (BAL) dari *eco-enzyme*.
- 1.3.2 Mengetahui efektivitas bakteri asam laktat (BAL) hasil isolasi dari *eco-enzyme* dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*.
- 1.3.3 Mengetahui potensi isolat bakteri asam laktat (BAL) dalam menghasilkan senyawa antioksidan melalui metode DPPH.
- 1.3.4 Mengetahui identitas molekuler isolat bakteri asam laktat (BAL) dari *eco-enzyme*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam bioteknologi melalui eksplorasi bakteri asam laktat (BAL) dari *eco-enzyme*, yang memperluas pemahaman keberagaman mikroba serta peranannya dalam fermentasi alami, menyediakan alternatif antimikrobal alami yang aman dan ramah lingkungan, khususnya efektif melawan *S. aureus* di tengah meningkatnya resistensi antibiotik, menghasilkan data awal aktivitas antioksidan BAL untuk pengembangan senyawa bioaktif di industri pangan, farmasi, dan kosmetik, serta menjadi dasar ilmiah pemanfaatan *eco-enzyme* dan BAL bagi kesehatan masyarakat dan produk industri berkelanjutan.