

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri patogen oportunistik yang menyebabkan penyakit infeksi serius. Bakteri ini memiliki kemampuan adaptif yang membuatnya dapat berkembang di banyak lingkungan yang tidak menguntungkan serta memanfaatkan berbagai sumber nutrisi (Qin et al., 2022). Bakteri ini juga mampu membentuk biofilm sebagai bentuk resistansi alami. Kemampuan ini membuat *Pseudomonas aeruginosa* menjadi bakteri yang sulit diatasi terutama pada penyakit infeksi dengan pasien imunodefisiensi. Penyakit infeksi yang tidak segera diatasi akan berdampak fatal pada pasien, sehingga menjadi fokus utama dalam segi kesehatan nasional.

Penyakit-penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* umumnya ditemukan pada alat medis dan pasien di rumah sakit. Berdasarkan data epidemi dari Reynolds & Kollef (2021), bakteri ini menyumbang 7,1–7,3% infeksi terkait layanan kesehatan. Data tersebut juga menunjukkan *Pseudomonas aeruginosa* menyebabkan 16% infeksi saluran kemih, 5,7% infeksi hasil pasca operasi, dan 20% penyakit pneumonia nosokomial yang berdampak lebih parah dibandingkan infeksi bakteri lain. Penyakit infeksi tersebut akan lebih parah pada pasien dengan sistem imun yang lemah (imunodefisiensi). Hal ini terjadi oleh tingginya fleksibilitas genom *Pseudomonas aeruginosa* untuk beradaptasi dan meningkatkan patogenitasnya (Lu et al., 2019).

Biofilm merupakan struktur pertumbuhan mikroba yang terorganisir dan dapat ditemukan di berbagai relung lingkungan (Brindhadevi et al., 2020). Pembentukan biofilm meningkatkan ketahanan bakteri terhadap berbagai pengaruh lingkungan yang merugikan, termasuk terhadap antibiotik (Rabin et al., 2015). Biofilm akan menjadi penghalang alami bakteri dari paparan antibiotik sehingga bakteri akan resistan terhadap antibiotik. Komunitas bakteri yang ada di dalam biofilm atau sering disebut

konsorium akan melakukan komunikasi antar sel (*quorum sensing*) menyebabkan serangkaian mekanisme molekuler yang kompleks. Kombinasi dari mekanisme-mekanisme ini akan berkontribusi terhadap kemampuan biofilm bertahan dari tekanan antibiotik (Wang et al., 2015). *Pseudomonas aeruginosa* dikenal sebagai bakteri yang mampu membentuk biofilm. Hal ini mengakibatkan pasien yang terinfeksi *Pseudomonas aeruginosa* dengan biofilm akan sulit disembuhkan dan meningkatkan resiko kematian.

Biofilm *Pseudomonas aeruginosa* memiliki komponen utama alginat yang membentuk struktur kuat untuk melindungi bakteri dari lingkungan yang relatif keras (Hentzer et al., 2001). Koloni bakteri *Pseudomonas aeruginosa* akan memproduksi alginat dalam jumlah banyak, sehingga dapat membentuk sejenis mukoid yang berperan dalam penstabilan matriks dan perlindungan bakteri (Moradali & Rehm, 2019).

Enzim alginat liase diketahui dapat merusak biofilm dengan cara mendegradasi alginat yang merupakan substratnya. Enzim alginat liase mendegradasi alginat melalui proses eliminasi β pada ikatan 1,4-glikosidik, menghasilkan oligosakarida tak jenuh dengan ikatan rangkap pada ujung non-pereduksi (Moradali & Rehm, 2019). Penelitian menunjukkan bahwa enzim ini dapat menjadi solusi dalam menghancurkan aktivitas biofilm sehingga memudahkan antibiotik dalam melawan sel bakteri (Zhu & Yin, 2015). Pendekatan berbasis enzimatik menawarkan banyak keunggulan dibandingkan strategi lain dalam upaya mendegradasi biofilm. Penelitian yang dilakukan oleh Wang et al. (2023) menunjukkan bahwa enzim lebih efektif dalam menghancurkan biofilm, baik pada tahap awal perkembangan maupun pada biofilm yang telah matang. Hal ini disebabkan oleh aktivitas enzim yang bekerja secara ekstraseluler, sehingga tidak memerlukan proses transportasi melintasi membran sel. Selain itu, enzim menunjukkan efisiensi yang tinggi dengan konsentrasi yang relatif rendah dibandingkan metode pendegradasi biofilm lain seperti konjugasi antibiotik, penggunaan

senyawa kimia, penggunaan peptida dan lipid antimikroba (Saggu et al., 2019).

Berdasarkan penelitian oleh Wardani (2024), bakteri *Bacillus tequilensis* diketahui berpotensi sebagai agen anti biofilm yang dapat memproduksi enzim alginat liase secara ekstraselular. Bakteri ini bersimbion dengan siput laut (nudibranchia) yang umumnya mengkonsumsi rumput laut dengan kandungan alginat (Afriansyah et al., 2021). Pertumbuhan bakteri yang cenderung stabil dan cepat membuat *Bacillus tequilensis* menjadi pilihan utama untuk memproduksi enzim alginat liase sebagai agen anti biofilm. Purifikasi dan karakterisasi enzim alginat liase dari bakteri *Bacillus tequilensis* terasosiasi nudibranchia belum pernah dilakukan sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Purifikasi dan karakterisasi merupakan langkah kritis yang sangat diperlukan sebelum enzim diaplikasikan. Enzim yang telah dipurifikasi memiliki kemurnian dan aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan enzim yang tidak dipurifikasi (*crude*). Purifikasi dapat mengoptimalkan dalam pengukuran efektivitas kinerja enzim, menghilangkan kontaminasi protein, serta menghilangkan senyawa pengotor lain (Priestersbach et al., 2015). Karakterisasi enzim diperlukan untuk menentukan kondisi optimal enzim dengan diberi beberapa perlakuan (Bajpai, 2014).

Uji efektivitas enzim alginat liase dilakukan dengan memberikan berbagai konsentrasi enzim menggunakan uji *Minimum Biofilm Inhibitory Concentration* (MBIC) dan *Minimum Biofilm Eradication Concentration* (MBEC). Uji MBIC melihat kemampuan enzim dalam menghambat bakteri dalam pembentukan biofilm, sedangkan uji MBEC melihat kemampuan enzim dalam mendegradasi biofilm yang sudah terbentuk. Kedua uji ini umum dilakukan untuk melihat efektivitas enzim dalam mendegradasi biofilm dan untuk mengetahui konsentrasi minimum enzim yang mampu mendegradasi 50 % biofilm yang terbentuk (Mirzaei et al., 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana proses purifikasi yang optimal untuk mendapatkan enzim alginat liase murni dari *Bacillus tequilensis*?
- b. Bagaimana kondisi optimum pH, suhu, konsentrasi NaCl, ion logam, dan senyawa kimia yang memengaruhi aktivitas enzim alginat liase?
- c. Berapa konsentrasi minimum enzim alginat liase dalam menghambat dan mendegradasi biofilm bakteri *Pseudomonas aeruginosa*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Menganalisis metode purifikasi yang optimal agar mendapatkan enzim alginat liase murni dari *Bacillus tequilensis*.
- b. Menganalisis kondisi optimum pH, suhu, konsentrasi NaCl, ion logam, dan senyawa kimia yang memengaruhi aktivitas enzim alginat liase dari *Bacillus tequilensis*.
- c. Menganalisis konsentrasi minimum enzim alginat liase dalam mendegradasi dan menghambat biofilm bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah:

- a. Menambahkan pengetahuan mengenai metode purifikasi enzim alginat liase dari bakteri *Bacillus tequilensis*.
- b. Menambahkan pengetahuan mengenai karakteristik enzim alginat liase dari bakteri *Bacillus tequilensis* pada perlakuan pH, suhu, konsentrasi NaCl, ion logam, dan senyawa kimia.

- c. Memberikan pengetahuan tentang konsentrasi minimum enzim alginat liase dari bakteri *Bacillus tequilensis* dalam mendegradasi dan menghambat biofilm bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah:

- a. Memberikan alternatif dalam pengembangan agen anti biofilm bakteri patogen *Pseudomonas aeruginosa*.
- b. Berkontribusi pada upaya kesehatan masyarakat untuk mendukung perkembangan kesehatan nasional.
- c. Mengeksplorasi sumber daya laut sebagai sumber produksi enzim.

