

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Meningkatnya jumlah penyakit menular dan semakin resistennya mikroba patogen terhadap obat-obatan yang ada, merupakan tantangan bagi industri farmasi dalam menyediakan produk antibiotik. Terbatasnya jumlah antibiotik merupakan masalah serius dalam pengobatan penyakit yang diakibatkan oleh meningkatnya resistensi mikroba patogen terhadap antibiotik yang tersedia. Masalah resistensi pada mikroba tersebut berkembang seiring dengan penggunaan antimikroba yang tidak rasional sehingga menimbulkan dampak yang merugikan dan efek samping hingga kematian. Menurut Rajput *et al.* (2024), infeksi bakteri menyebabkan sekitar 7,7 juta kematian setiap tahun, dengan hampir 5 juta terkait resistensi antibiotik, dan 1,27 juta langsung akibat bakteri resisten. Kondisi tersebut memunculkan berbagai jenis bakteri multiresisten (*multi drug resistant* atau MDR) seperti *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*, yang semakin sulit diatasi dengan antibiotik konvensional (Tanwar *et al.*, 2014).

Fenomena resistensi antibiotik menyebabkan efektivitas banyak antibiotik konvensional menurun drastis, sehingga mendorong pencarian sumber senyawa antimikroba baru yang potensial. Upaya ini melibatkan eksplorasi berbagai sumber alam, seperti mikroorganisme dari lingkungan ekstrem, salah satunya ekosistem mangrove. Eksplorasi mikroorganisme dari lingkungan ekstrem ini semakin mendapat perhatian dikarenakan memiliki potensi genetik dan metabolik yang unik. Mikroorganisme yang hidup di lingkungan ekstrem sering kali menghasilkan metabolit sekunder sebagai bentuk adaptasi dan pertahanan terhadap tekanan lingkungan, termasuk senyawa dengan aktivitas antimikroba, antijamur, dan antikanker (Wang *et al.*, 2021).

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang sangat kompleks, dikarenakan wilayahnya berada di daerah peralihan antara perairan tawar dengan perairan asin yang masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Hal tersebut dapat dilihat juga dari hubungan timbal balik antar hewan, tumbuhan dan

lingkungannya (Eddy *et al.*, 2019). Selain itu juga dari keadaan lingkungan yang berubah-ubah sesuai dengan musim dan gradien ruang (seperti perubahan salinitas, siklus pasang surut, sedimen, dan ketidakstabilan tanah) (Capdeville *et al.*, 2019). Ekosistem mangrove juga dikenal dengan ekosistem yang memiliki tingkat produktivitas perairan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ekosistem yang berada di wilayah pesisir lainnya.

Ekosistem mangrove sangat menarik untuk dieksplorasi. Di dalamnya hidup berbagai mikroorganisme, seperti bakteri, jamur, dan actinomycetes, yang berkontribusi pada proses siklus biogeokimia dan dekomposisi bahan organik. Salah satu habitat utama mikroba yang penting adalah tanah (Rodesia *et al.*, 2013). Bakteri merupakan salah satu kelompok mikroba tanah yang banyak dikaji potensinya karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi diantaranya sebagai penghasil antibiotik. Barakat *et al.* (2002), menyatakan bahwa semua antibiotik yang telah ditemukan, dua pertiganya dihasilkan dari kelompok Actinomycetes dan bakteri. Antibiotik yang dihasilkan dari kelompok bakteri digunakan oleh masyarakat sebagai obat untuk kesehatan manusia, peternakan, hortikultura, dan lainnya.

Di antara berbagai genus yang ditemukan, bakteri *Bacillus* merupakan kelompok yang paling menarik, karena kemampuannya membentuk endospore, tahan terhadap lingkungan ekstrem dan menghasilkan beragam senyawa metabolit sekunder bernilai industri. Spesies seperti *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, dan *B. velezensis* diketahui mampu menghasilkan iturin, surfactin, fengycin, difficidin, dan makrolaktin, yaitu senyawa antimikroba yang efektif melawan berbagai patogen (Caulier *et al.*, 2019). Produksi senyawa-senyawa tersebut dikendalikan oleh gen *Polyketide Synthase* (PKS) dan gen *Non-Ribosomal Peptide Synthetase* (NRPS) yang menyandi enzim kompleks pembentuk poliketida dan peptida nonribosomal. Kedua jalur biosintetik ini memungkinkan *Bacillus* menghasilkan metabolit sekunder dengan struktur kimia bervariasi dan aktivitas biologis tinggi, seperti antibiotik, siderofor, dan lipopeptida. Kombinasi ekspresi gen PKS dan NRPS juga berpotensi membentuk senyawa hibrida PKS-NRPS yang memiliki aktivitas antimikroba luas terhadap bakteri patogen multiresisten (Narh Mensah *et al.*, 2023).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, menunjukkan bahwa isolat *Bacillus* dari lingkungan mangrove memiliki aktivitas antimikroba yang signifikan. Misalnya, *B. velezensis* dan *B. subtilis* dari sedimen mangrove Pantai Tirang, di Semarang, terbukti membawa gen PKS dan NRPS serta menghasilkan zona hambat besar terhadap *E. coli* dan *S. aureus* (Widayat *et al.*, 2024).

Kawasan Mandeh, sebagai salah satu kawasan mangrove di Sumatera Barat, menyimpan potensi keanekaragaman mikroba yang belum banyak dieksplorasi. Keanekaragaman mikroba di kawasan Mandeh ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti salinitas, pH, dan kondisi fisik serta iklim setempat yang memungkinkan mikroorganisme unik berkembang. Oleh karena itu, eksplorasi potensi antimikroba pada isolat *Bacillus* dari tanah mangrove di kawasan Mandeh menjadi langkah penting untuk mengidentifikasi potensi biosintetik dalam menghasilkan senyawa antimikroba baru.

Penelitian ini diarahkan untuk mengisolasi *Bacillus* dari tanah mangrove di kawasan Mandeh, melakukan deteksi keberadaan gen PKS dan NRPS, serta menguji potensi antimikroba hasil isolat tersebut terhadap patogen, seperti *E. coli* ATCC, *S. aureus* MRSA dan *C. acnes*. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan sumber baru kandidat antimikroba yang efektif untuk mengatasi masalah resistensi pada patogen.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik isolat *Bacillus* yang diperoleh dari tanah mangrove di kawasan Mandeh?
2. Apakah isolat *Bacillus* tersebut memiliki gen PKS dan NRPS melalui PCR Multiplex yang berperan dalam biosintesis senyawa antimikroba?
3. Apakah isolat *Bacillus* yang membawa gen PKS dan NRPS menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap bakteri patogen, seperti *E. coli* ATCC, *S. aureus* MRSA, dan *C. acnes*.

4. Bagaimana identifikasi spesies isolat *Bacillus* potensial berdasarkan analisis molekuler gen 16S rRNA?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik isolat bakteri *Bacillus* yang diperoleh dari tanah mangrove di Kawasan Mandeh.
2. Mendeteksi keberadaan gen biosintetik PKS dan NRPS isolat *Bacillus* melalui PCR multiplex sebagai indikator potensi senyawa antimikroba.
3. Menguji aktivitas antimikroba isolat bakteri *Bacillus* terhadap patogen multiresisten, seperti *E. coli* ATCC, *S. aureus* MRSA dan *C. acnes*.
4. Mengidentifikasi spesies isolat *Bacillus* potensial berdasarkan analisis gen 16S rRNA.

D. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Isolat *Bacillus* yang diperoleh dari tanah mangrove di kawasan Mandeh memiliki gen PKS dan NRPS.
2. Isolat *Bacillus* menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap bakteri patogen, seperti *E. coli* ATCC, *S. aureus* MRSA, dan *C. acnes*.
3. Isolat *Bacillus* potensial dapat diidentifikasi sebagai spesies tertentu dalam genus *Bacillus* berdasarkan analisis molekuler gen 16S rRNA.

E. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Menambah informasi tentang keanekaragaman bakteri *Bacillus* pada tanah mangrove di kawasan Mandeh.
2. Menambah data ilmiah terkait keberadaan gen PKS dan NRPS sebagai indikator kemampuan biosintetik senyawa antimikroba alami.
3. Memberikan informasi mengenai potensi aktivitas antimikroba isolat *Bacillus* terhadap bakteri patogen resisten.

