

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir, *Antimicrobial Resistance* (AMR) telah menjadi isu global yang mendesak, di mana penggunaan antibiotik yang tidak tepat dan meningkatnya resistensi terhadap obat-obatan konvensional menimbulkan tantangan besar dalam pengobatan infeksi (Karaman *et al.*, 2020). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) kini telah mengeluarkan peringatan bahwa dunia "kehabisan antibiotik," meningkatkan ketakutan tentang resistensi antibiotik global yang mencapai tingkat baru (Chinemerem *et al.*, 2022). Meningkatnya penggunaan antibiotik secara tidak bijak, baik untuk pengobatan, pencegahan penyakit, maupun sebagai aditif pertumbuhan, telah menyebabkan munculnya bakteri patogen yang resisten terhadap berbagai kelas antibiotik utama seperti β -laktam, tetrasiklin, dan aminoglikosida. Bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* kini banyak ditemukan dengan tingkat resistensi tinggi terhadap berbagai antibiotik beta-laktam, fluoroquinolon, dan aminoglikosida (Nuryah *et al.*, 2019). Hal ini dapat menyebar ke lingkungan melalui udara, kotoran, dan limbah cair, serta menular ke manusia melalui rantai makanan (Pandey *et al.*, 2024). Oleh karena itu, eksplorasi sumber antibiotik baru yang bersifat alami, efektif, dan berkelanjutan menjadi sangat mendesak untuk dilakukan.

Salah satu pendekatan yang berkembang adalah eksplorasi mikroorganisme penghasil metabolit antibakteri melalui mekanisme antibiosis. Antibiosis adalah kemampuan suatu mikroba untuk menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain (Ezebialu *et al.*, 2020). Antibiosis

merupakan salah satu bentuk interaksi antagonistik antar mikroorganisme yang ditandai dengan kemampuan mikroorganisme dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik atau penghambat terhadap mikroba lain di sekitarnya. Interaksi ini umumnya terjadi dalam lingkungan dengan tekanan ekologis tinggi, di mana kompetisi terhadap nutrisi, ruang hidup, dan sumber energi mendorong mikroorganisme untuk memproduksi senyawa bioaktif sebagai strategi pertahanan. Senyawa-senyawa tersebut dapat bekerja melalui berbagai mekanisme molekuler, seperti mengganggu integritas membran sel, menghambat sintesis protein dan asam nukleat, atau menginduksi stres oksidatif pada sel target (Nurulita *et al.*, 2020).

Aktivitas antibiosis tidak hanya mencerminkan potensi bioaktif suatu mikroorganisme, tetapi juga menggambarkan adaptasi ekologisnya terhadap lingkungan yang kompetitif. Mikroba penghasil senyawa antibiosis umumnya ditemukan dalam habitat dengan tekanan kompetitif tinggi, seperti tanah, kompos, limbah fermentasi, dan bahan makanan membusuk. Persaingan ruang, sumber karbon, dan kondisi anaerob atau semi-aerob menyebabkan mikroba harus beradaptasi, salah satunya dengan memproduksi senyawa antagonistik terhadap mikroba lain (Hutchings *et al.*, 2019). Senyawa tersebut dapat berupa lipopeptida, fenazin, asam organik, atau enzim penghambat pertumbuhan patogen. Misalnya, genus *Bacillus* diketahui menghasilkan surfactin, iturin, dan fengycin senyawa amfipatik yang dapat merusak membran bakteri patogen (Chen *et al.*, 2022).

Penelitian terdahulu oleh Nurmiati *et al.* (2024) telah menunjukkan bahwa isolat bakteri dari limbah ikan teri yang diskriminasi menggunakan metode uji interaksi langsung, mampu menghasilkan senyawa antibakteri dengan zona hambat signifikan

terhadap bakteri patogen. Hal ini menjadi bukti bahwa lingkungan limbah, meskipun dianggap sebagai residu industri, ternyata menyimpan potensi hayati tinggi. Salah satu habitat yang memiliki potensi tersebut namun belum banyak diteliti adalah limbah cair tahu, yang merupakan sisa buangan dari proses produksi tahu. Beberapa jenis mikroorganisme yang tumbuh dalam limbah ini, terutama bakteri, telah terbukti memiliki aktivitas enzimatik seperti proteolitik, amilolitik, dan fermentatif (Asril & Leksikowati, 2019), yang merupakan indikator adanya metabolisme sekunder aktif. Hal ini membuka kemungkinan bahwa di antara komunitas mikroba tersebut terdapat isolat yang memproduksi senyawa antibakteri.

Pemilihan limbah cair tahu sebagai sumber eksplorasi mikroorganisme penghasil antibiotik didasarkan pada kandungan nutrisinya. Limbah ini merupakan hasil samping dari proses pengolahan kedelai menjadi tahu, yang dikenal mengandung berbagai zat organik dalam konsentrasi tinggi. Secara umum, limbah cair tahu mengandung senyawa-senyawa seperti protein, karbohidrat (terutama pati dan oligosakarida), lipid, serta mineral seperti kalsium dan fosfat, yang semuanya berperan penting sebagai substrat bagi pertumbuhan mikroorganisme (Cahyani *et al.*, 2021; Gultom *et al.*, 2024). Kandungan karbon dan nitrogen yang tinggi ini menjadikan limbah cair tahu sebagai media yang sangat cocok untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas metabolisme mikroba, termasuk produksi metabolit sekunder seperti antibiotik. Selain itu, kandungan oligosakarida seperti raffinosa dan stakiosa yang berasal dari kedelai berperan sebagai sumber karbon fermentatif bagi bakteri tertentu (Cahyani *et al.*, 2021).

Limbah cair tahu mengandung protein dalam jumlah yang cukup tinggi. Protein ini berasal dari sisa-sisa kedelai yang terdapat dalam air buangan selama proses pencucian, perebusan, dan penyaringan. Kandungan protein tersebut memberikan sumber nitrogen organik yang sangat penting bagi mikroorganisme, terutama bakteri yang membutuhkan nitrogen untuk pembentukan enzim dan biosintesis metabolit sekunder. Sebagai contohnya, bakteri dari genus *Bacillus* merupakan salah satu kelompok mikroorganisme yang diketahui mampu memanfaatkan protein, karena sifatnya yang proteolitik, serta kemampuannya dalam memproduksi antibiotik seperti surfactin, iturin, dan fengycin. *Bacillus subtilis* dan *Bacillus amyloliquefaciens*, diketahui dapat tumbuh subur pada media yang mengandung protein tinggi, dan menghasilkan lipopeptida antimikroba yang efektif melawan patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Yu *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2022).

Keunggulan lainnya adalah ketersediaan limbah cair tahu yang melimpah, dimana industri tahu dengan skala kecil hingga besar tersebar luas di berbagai daerah di Indonesia, dengan aktivitas produksi yang dilakukan hampir setiap hari untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat. Dalam setiap proses produksinya, diketahui bahwa sekitar 20 liter limbah cair dihasilkan dari setiap 1 kilogram tahu yang diproduksi (Amri & Widayatno, 2023). Dengan tingkat produksi yang tinggi dan berlangsung secara rutin, limbah cair tahu tersedia secara berkelanjutan sepanjang tahun. Kondisi ini menjadikan limbah cair tahu sebagai bahan baku yang mudah diperoleh dan stabil, sehingga sangat mendukung untuk dimanfaatkan dalam kegiatan produksi mikroba penghasil antibiotik secara konsisten dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Apakah Isolat bakteri dari limbah cair tahu memiliki kemampuan antibiosis?
2. Bagaimanakah aktivitas antibiosis isolat bakteri dari limbah cair tahu?
3. Bagaimanakah karakteristik parsial isolat bakteri antibiosis dari limbah cair tahu?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan isolat bakteri antibiosis dari limbah cair tahu.
2. Untuk mengetahui aktivitas antibiosis isolat bakteri limbah cair tahu.
3. Untuk mengetahui karakteristik parsial isolat bakteri limbah cair tahu.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan memberikan informasi tentang karakter isolat dari limbah tahu, yang berpotensi menjadi antibiotik serta memberikan solusi untuk pengelolaan limbah tahu dan mencegah pencemaran yang diakibatkan oleh limbah cair tahu.

