

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lingkungan ekstrem merupakan habitat yang ditandai dengan ekstrem secara fisik dan ekstrem secara geokimia. Ekstrem fisik mencakup suhu, radiasi, dan tekanan, sedangkan ekstrem geokimia mencakup kekeringan, salinitas, pH, spesies oksigen atau potensi reduksi oksidasi (Rothschild & Mancinelli, 2001). Beberapa mikroorganisme dapat hidup dengan baik pada lingkungan ekstrem yang mana makhluk lain dapat mati di kondisi tersebut disebut dengan bakteri ekstremofil (Zilda, 2008). Salah satu kelompok mikroorganisme ekstremofilik adalah haloalkalifilik. Haloalkalifilik dapat hidup dalam kondisi ekstrem akibat gabungan salinitas tinggi dan alkalinitas yang sangat tinggi. Bakteri haloalkalifilik menjadi pondasi bagi berbagai inovasi bioteknologi yang berpotensi merevolusi industri, dengan tujuan menyediakan enzim dan senyawa baru untuk memenuhi kebutuhan industri yang terus berkembang pesat dalam berbagai aplikasi. Proses isolasi dan identifikasi haloalkalifilik baru yang semakin meningkat oleh komunitas ilmiah semakin mempercepat upaya kemajuan dalam bidang bioteknologi (Zhao *et al.*, 2014).

Adaptasi yang dilakukan oleh mikroorganisme ekstremofil pada lingkungan ekstrem dapat dilakukan dengan baik karena ekstremofil memiliki protein spesifik seperti sistem enzim yang dapat berfungsi pada

keadaan ekstrem tanpa mengalami denaturasi (Kaushik *et al.*, 2021). Ekstremofil dapat menghasilkan enzim yang disebut dengan ekstremozim. Ekstremozim memiliki stabilitas tinggi dan dapat aktif pada kondisi yang sebelumnya dianggap tidak mungkin untuk terjadi pada materi biologis. Sebagian besar mikroorganisme ekstremofil memiliki jalur metabolisme baru yang memungkinkan ekstremozim juga memiliki karakteristik baru yang aplikatif (Zilda, 2008). Contoh ekstremozim antara lain selulase, amilase, xilanase, protease, pektinase, keratinase, lipase, esterase, katalase, peroksidase, dan fitase, yang memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam berbagai proses bioteknologi (Gomes & Steiner, 2004).

Protease merupakan suatu jenis enzim yang dapat mengubah protein menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino ataupun peptida (Rao *et al.*, 1998). Mikroba lebih sering digunakan dalam penelitian mengenai enzim protease apabila dibandingkan dengan hewan ataupun tumbuhan. Hal tersebut dikarenakan mikroba dapat dibiakkan dalam jumlah besar dengan waktu yang relatif singkat, lebih murah, dan bisa dijadikan stok isolat (Sharma *et al.*, 2019). Bakteri yang mampu menghasilkan enzim protease disebut dengan bakteri proteolitik (Susanti dkk., 2019). Peran enzim protease sangat luas di bidang industri. Penghasilan produk-produk dengan memanfaatkan enzim protease semakin meluas seiring dengan perkembangan dunia bioteknologi (Mótyán *et al.*, 2013). Kontribusi total penjualan enzim protease mencapai 64% dari total penjualan enzim yang ada di dunia (Rao *et al.*, 1998). Beberapa contoh aplikasi enzim protease adalah dalam sektor

bioindustri, seperti detergen, penyamakan kulit, tekstil, pangan, serta dalam bidang farmasi, bioteknologi, serta pengolahan limbah. Protease yang berasal dari mikroba menjadi pilihan utama dalam aplikasi industri karena memiliki tingkat pertumbuhan yang cepat, efisiensi produksi yang tinggi, keanekaragaman yang luas, daya simpan yang lebih lama, serta potensi rekayasa genetik yang lebih besar dibandingkan dengan protease yang berasal dari tumbuhan maupun hewan (Song *et al.*, 2023).

Eksplorasi bakteri penghasil enzim protease masih terus dikembangkan. Salah satu potensi geotermal yang dapat ditemukan yaitu gunung lumpur. Gunung lumpur merupakan fenomena alam berupa kubah yang terbentuk dari akumulasi tanah liat dan lumpur berukuran halus dengan ketinggian tidak lebih dari 1–2 meter (Warnana *et al.*, 2017). Keluarnya lumpur pada gunung lumpur (*mud volcano*) dipicu oleh keberadaan lumpur yang mengandung gas metana dan mengalami tekanan tinggi saat terkubur di bawah permukaan bumi. Tekanan ini menyebabkan lumpur terdorong ke atas hingga mencapai permukaan. Proses keluarnya lumpur ini umumnya terjadi melalui rekahan atau conduit yang terbentuk akibat aktivitas tektonik, seperti patahan dan antiklin. Erupsi gunung lumpur biasanya menghasilkan air atau material berupa batuan lempung, yang sering kali disertai dengan gas metana (CH₄) (Jusfarida & Abdilbar, 2020).

Gunung lumpur banyak ditemui di jalur sekitar Kabupaten Purwodadi hingga ke Kabupaten Blora. Fenomena gunung lumpur sudah sejak lama terjadi sehingga masyarakat pun sudah terbiasa dan malah memanfaatkannya.

Contoh pemanfaatannya adalah untuk pertambangan minyak, pembuatan garam, hingga pariwisata. Walau fenomena gunung lumpur di sekitar Purwodadi sudah lama terbentuk, tetapi penelitian mengenai gunung lumpur di kawasan tersebut masih sangat minim. Sebagian besar gunung lumpur di sekitar Purwodadi menempati dataran rendah yang tertutup oleh endapan limbah banjir Kali Lusi. Gunung lumpur yang berada pada dataran bergelombang dan tersusun atas bebatuan masih jarang ditemukan, yang mana salah satu jenis dari gunung lumpur ini adalah Gunung Lumpur Kesongo (Novian dkk., 2013).

Gunung Lumpur Kesongo terletak pada Desa Gabusan, Kecamatan Jati, Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah. Keseluruhan bagian kawah dari Gunung Lumpur Kesongo terisi oleh lumpur yang sebagiannya sudah mengeras berwarna abu-abu hingga putih. Bagian tepi dari Gunung Lumpur Kesongo sudah ditumbuhi oleh rerumputan, tetapi tidak pada bagian tengahnya. Kerucut kecil seperti strato kecil tubuh gunung api yang masih aktif mengeluarkan semburan lumpur dapat ditemui di sisi timur, barat, dan utara, sedangkan pada bagian selatan tidak dijumpai. Beberapa pertambangan hidrokarbon tradisional yang digarap oleh masyarakat sekitar juga banyak ditemui di sisi barat Gunung Lumpur Kesongo (Novian dkk., 2013).

Belum banyak penelitian yang dilakukan di Gunung Lumpur Kesongo ini, sehingga dapat dijadikan peluang untuk riset lebih mendalam yang mana salah satunya adalah untuk bioprospeksi. Bioprospeksi merupakan proses untuk menemukan, mengembangkan, dan memanfaatkan produk serta proses

baru yang berasal dari organisme hidup (Arachi, 2023). Bioprospeksi juga dapat dikatakan sebagai proses eksplorasi keanekaragaman hayati untuk menemukan sumber daya biologis baru yang memiliki nilai sosial dan ekonomi. Proses ini dijalankan oleh berbagai sektor industri, seperti farmasi, obat-obatan berbasis tumbuhan, perlindungan tanaman, kosmetik, hortikultura, benih pertanian, pemantauan lingkungan, serta sektor manufaktur dan konstruksi (Beattie *et al.*, 2005). Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan di atas, penelitian ini akan melakukan eksplorasi lebih dalam mengenai bakteri proteolitik haloalkalifilik yang ditemukan di Gunung Lumpur Kesongo melalui skrining potensi enzim protease, mengetahui suhu dan pH optimal untuk pertumbuhan bakteri proteolitik tersebut, serta identifikasi molekuler untuk mengetahui jenis bakteri proteolitik tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat dikaji adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri yang berasal dari Gunung Lumpur Kesongo, Kabupaten Blora?
2. Apakah isolat bakteri yang berasal dari Gunung Lumpur Kesongo, Kabupaten Blora mampu menghasilkan enzim protease?
3. Pada suhu dan pH berapa isolat bakteri haloalkalifilik proteolitik terbaik mampu menghasilkan enzim protease yang optimal?

4. Apa jenis bakteri haloalkalifilik terbaik yang menghasilkan enzim protease dari Gunung Lumpur Kesongo, Kabupaten Blora berdasarkan identifikasi molekuler 16S rRNA?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri yang berasal dari Gunung Lumpur Kesongo, Kabupaten Blora.
2. Mengetahui isolat bakteri yang berasal dari Gunung Lumpur Kesongo, Kabupaten Blora mampu menghasilkan enzim protease.
3. Mengetahui pada suhu dan pH berapa isolat bakteri haloalkalifilik proteolitik terbaik mampu menghasilkan enzim protease yang optimal.
4. Mengidentifikasi isolat terbaik bakteri haloalkalifilik proteolitik dari Gunung Lumpur Kesongo, Kabupaten Blora berdasarkan identifikasi molekuler 16S rRNA.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat menambah bahan kajian ilmiah dalam eksplorasi potensi bakteri dalam menghasilkan biokatalis terutama enzim protease, serta diketahui suhu dan pH optimal pertumbuhan bakteri proteolitik terbaik yang dapat dimanfaatkan oleh pelaku industri yang memanfaatkan enzim protease.