

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan dengan lebih dari 17.000 pulau yang berada di sepanjang jalur Cincin Api Pasifik, sehingga menjadikannya salah satu kawasan dengan aktivitas geologi paling kuat di dunia. Sekitar 40% potensi panas bumi global berada di wilayah Indonesia, yang membuka peluang besar untuk pengembangan dan pemanfaatan energi panas bumi (Masum & Ali Akbar, 2019). Berdasarkan data yang tersedia menunjukkan adanya lebih dari 300 titik sumber panas bumi yang tersebar dari Sabang hingga Merauke (Nurwahyudin & Harmoko, 2020). Dengan demikian, lingkungan panas bumi menyediakan habitat bagi mikroorganisme termofil, dan keragaman fisiologis maupun morfologisnya diperkirakan berkontribusi penting terhadap proses evolusi yang berlangsung pada sistem bawah permukaan panas bumi (Yang *et al.*, 2022).

Bakteri termofilik merupakan mikroorganisme ekstremofilik yang dapat tumbuh dan bereproduksi pada lingkungan bersuhu tinggi, umumnya antara 45°C hingga lebih dari 80°C (Benammar *et al.*, 2020). Adanya kemampuan adaptasi khusus, bakteri ini mampu menghasilkan enzim khusus yang dikenal sebagai termozim, seperti protease, selulase, amilase, xilanase, kitinase, dan lipase yang tetap stabil dan bekerja optimal meskipun berada pada suhu sangat. Stabilitas tersebut juga membuat enzim dari organisme termofilik memiliki ketahanan panas yang lebih unggul dibandingkan enzim pada umumnya, sehingga berpotensi dimanfaatkan secara lebih efektif dalam berbagai proses produksi industri di masa mendatang (Budiharjo *et al.*, 2024)

Enzim merupakan biomolekul yang berfungsi mempercepat reaksi kimia tertentu. Enzim mampu mengurai senyawa kompleks menjadi bentuk monomer yang lebih sederhana, seperti karbohidrat yang dipecah menjadi gula sederhana yang berfungsi mengatur berbagai proses biologis. Setiap enzim bekerja secara spesifik pada kondisi tertentu, baik itu jenis substrat, pH, maupun suhu, sehingga mampu mengkatalisis reaksi dan mengubah reaktan menjadi produk akhir yang lebih stabil (Al-maqtari & Mahdi, 2019). Pemanfaatan enzim di berbagai bidang industri semakin

banyak diteliti karena sifatnya yang lebih ramah lingkungan, terutama sebagai upaya menjawab kebutuhan konsumen untuk mengurangi penggunaan bahan kimia dalam produk pangan olahan (Okpara, 2022).

Aplikasi dalam bidang industri membutuhkan enzim yang stabil pada suhu tinggi. Pada industri, suhu yang tinggi memberikan sejumlah keuntungan, seperti menurunkan potensi kontaminasi, meningkatkan efisiensi mempercepat perpindahan massa, serta mendorong reaksi ke arah pembentukan produk. Oleh karena itu, penggunaan enzim pada industri bioteknologi semakin menuntut adanya enzim yang tahan terhadap kondisi ekstrem. Karena suhu merupakan faktor utama yang dapat merusak enzim, maka diperlukan suatu enzim yang bersifat termostabil (Nanda *et al.*, 2017).

Salah satu kelompok enzim yang penting adalah selulase, yang dapat dihasilkan oleh bakteri selulolitik dan berperan dalam memecah selulosa lalu mengubahnya menjadi glukosa, sehingga lebih mudah dicerna (Biswas *et al.*, 2020). Aktivitas selulase berlangsung secara sinergis melalui tiga jenis enzim, yaitu endoglukanase yang bekerja memutus rantai selulosa dari bagian dalam, serta eksoglukanase yang menguraikan rantai tersebut dari ujungnya. Sinergi ini muncul ketika endoglukanase menghasilkan ujung pereduksi dan non-pereduksi baru, yang selanjutnya dihidrolisis oleh eksoglukanase (selobiohidrolase) menjadi selobiosa (Badino *et al.*, 2017). Tahap akhirnya ditandai dengan β -glukosidase yang menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa (Chavda *et al.*, 2021). Kemampuan ini juga membuat selulase menjadi salah satu enzim yang paling strategis untuk berbagai aplikasi industri.

Enzim selulase banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri, seperti industri pangan, tekstil, pakan ternak, kertas, pertanian, hingga bidang penelitian. Dalam aplikasinya, selulase digunakan untuk memperhalus bubur kertas pada industri kertas, mempertahankan warna kain pada industri tekstil, meningkatkan kualitas produk pangan, mempercepat dekomposisi bahan-bahan organik, memperbaiki kualitas nutrisi pakan ternak, serta membantu biokonversi selulosa menjadi senyawa kimia penting. Selain mendukung proses industri, enzim ini juga berperan dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dari limbah industri (Hartanti, 2010).

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri termofilik yang berpotensi menghasilkan enzim selulase yaitu oleh Mela *et al.*, (2012) yang berhasil mendapatkan 9 isolat bakteri termofilik yang berpotensi menghasilkan enzim selulase, dimana berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai indeks selulase dari isolat-isolat tersebut berada pada kisaran 0,20 hingga 5,40 yang menunjukkan potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber enzim selulase yang stabil pada kondisi suhu tinggi. Selanjutnya penelitian sebelumnya dilakukan oleh Ch & Aditiawati, (2020) yang berhasil memperoleh 7 isolat namun 1 isolat, yakni CR2 memiliki aktivitas selulolitik yang lebih besar sebesar 1,5 cm. Lalu, penelitian oleh Majidah *et al.*, (2023) berhasil memperoleh 15 isolat. Berdasarkan potensi enzim selulase dari 15 isolat menunjukkan diameter zona bening paling besar yaitu pada isolat TS6 3,67 cm, isolat TS7 2,33 cm, dan isolat TS10 4,00 cm. Hasil pengukuran aktivitas enzim dengan metode DNS diperoleh isolat TS6 $4,7 \times 10^{-3}$ U/mL, isolat TS7 $4,4 \times 10^{-3}$ U/mL, dan isolat TS10 $5,5 \times 10^{-3}$ U/mL.

Penelusuran sumber-sumber enzim dari mikroorganisme termofilik dari berbagai lingkungan ekstrem merupakan strategi efektif, mengingat Indonesia memiliki banyak lokasi air panas. Sumber air panas yang ada di Kabupaten Solok Selatan sudah banyak dikembangkan sebagai objek wisata dan tempat pemandian, namun masih banyak lokasi air panas yang belum digali sebagai sumber mikroorganisme termofilik. Selanjutnya, keanekaragaman jenis bakteri termofilik tersebut juga perlu digali sifat-sifat dan potensi kegunaannya bagi kehidupan manusia terutama dalam bidang teknologi dan industri. Dalam hal ini yang sangat penting adalah untuk mengetahui bakteri yang berpotensi tersebut dan upaya untuk mengeksplorasinya.

Penelitian mengenai mikroorganisme termofilik pada sumber air panas di Kabupaten Solok Selatan masih jarang dilakukan, padahal wilayah ini memiliki banyak lokasi geotermal yang potensial. Salah satu di antaranya adalah Sumber Air Panas Taman Wisata Balun di Kecamatan Koto Parik Gadang Diateh. Hingga kini, potensi mikroorganisme termofilik di lokasi tersebut belum banyak dikaji, terutama terkait kemampuannya dalam menghasilkan enzim selulase. Kondisi ini menunjukkan bahwa area tersebut masih menyimpan peluang besar untuk eksplorasi

mikroorganisme termofilik lebih lanjut. Berdasarkan hasil survei diketahui suhu air panas berkisar antara 49°C-90°C dengan pH 8,41-8,69 yang merupakan kondisi ideal bagi pertumbuhan bakteri termofilik. Selain itu, hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa area di sekitar sumber air panas dikelilingi oleh vegetasi alami, seperti serasah, rumput, lumut, serta keberadaan beberapa jenis serangga mati yang berpotensi menjadi sumber nutrisi bagi mikroorganisme termofilik. Kondisi lingkungan yang lembap dan kaya akan bahan organik tersebut menjadikan Sumber Air Panas Taman Wisata Balun, Kabupaten Solok Selatan, sebagai habitat yang potensial untuk menemukan isolat bakteri baru penghasil enzim selulase dengan sifat termostabil dan aktivitas enzimatik yang tinggi.

2.1 Perumusan Masalah

1. Apakah bakteri termofilik yang diisolasi dari sumber air panas Taman Wisata Balun, Kabupaten Solok Selatan, mampu menghasilkan enzim selulase?
2. Bagaimana aktivitas dan stabilitas enzim selulase yang dihasilkan oleh isolat bakteri termofilik dengan aktivitas selulase tertinggi dari sumber air panas Taman Wisata Balun, Kabupaten Solok Selatan?
3. Bagaimana karakterisasi parsial terhadap isolat bakteri termofilik dengan aktivitas enzim selulase tertinggi dari sumber air panas Taman Wisata Balun, Kabupaten Solok Selatan?

3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui bakteri termofilik yang berpotensi menghasilkan enzim selulase yang diisolasi dari sumber air panas Taman Wisata Balun, Kabupaten Solok Selatan.
2. Mengetahui aktivitas dan stabilitas enzim selulase yang dihasilkan oleh isolat bakteri termofilik dengan aktivitas enzim selulase tertinggi yang diisolasi dari sumber air panas Taman Wisata Balun, Kabupaten Solok Selatan.
3. Mengetahui karakterisasi parsial satu isolat bakteri termofilik yang memiliki aktivitas enzim selulase tertinggi dari sumber air panas Taman Wisata Balun, Kabupaten Solok Selatan.

4.1 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah menambah koleksi bakteri termofilik penghasil enzim selulase termostabil, diperolehnya karakter isolat bakteri termofilik dari sumber air panas Taman Wisata Balun serta memberikan sumbangsih kepada ilmu pengetahuan khususnya di bidang Mikrobiologi dan Enzimologi.

