

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri enzim telah berkembang pesat dan menempati posisi penting dalam bidang industri, khususnya enzim selulase. Penggunaan enzim selulase pada banyak industri ini menyebabkan peningkatan kebutuhan akan enzim selulase sekitar 7% setiap tahunnya, seiring dengan kemajuan industri yang pesat. Dalam memenuhi kebutuhan akan enzim selulase, diperlukan produksi enzim selulase dari mikroorganisme yang memiliki aktivitas selulolitik tinggi. Produksi ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan akan enzim selulase untuk industri-industri di Indonesia (Utami *et al.*, 2019). Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, industri-industri yang ada di Indonesia masih bergantung pada enzim yang diproduksi dan diimpor dari luar negeri. Hartanti (2010) menambahkan bahwa pemanfaatan enzim selulase saat ini semakin meningkat dan banyak diaplikasikan pada beberapa kegiatan seperti pada industri pertanian, memperhalus bubur kertas pada industri kertas, menjaga warna kain agar tetap cemerlang pada industri tekstil, meningkatkan kualitas pada industri pangan, sebagai dekomposer bahan-bahan organik, meningkatkan nutrisi pakan ternak, berperan penting dalam biokonversi selulosa menjadi berbagai komoditas senyawa kimia dan dapat mengurangi dampak negatif dari polusi limbah terhadap lingkungan.

Selulase merupakan kompleks enzim yang berperan dalam hidrolisis selulosa terdiri dari endoglukanase, eksoglukanase dan selobiase (Roza *et al.*, 2013). Sudah banyak teknologi yang digunakan dalam mengubah selulosa menjadi glukosa yang sedang banyak digunakan sebagai berbagai macam bahan baku suatu produk, diantaranya dengan proses enzimatik. Konversi selulosa menjadi gula sederhana memerlukan enzim dan pemanfaatan enzim selulase dalam bioteknologi dapat menurunkan biaya pengolahan hingga 13% (Lynd *et al.*, 2002). Selulase menjadi salah satu enzim hidrolitik yang berperan sangat penting dalam industri dan dalam perkembangan bioteknologi (Gilna dan Khaleel, 2011).

Selulase sebagian besar diproduksi oleh mikroorganisme antara lain kelompok bakteri maupun jamur (Alam *et al.*, 2013). Enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme bakteri lebih banyak digunakan karena perkembangannya yang lebih cepat, pertumbuhan relatif mudah diatur dan enzim yang dihasilkan tinggi (Yusak, 2004). Salah satu jenis enzim yang banyak dihasilkan oleh mikroorganisme adalah enzim selulase (Sadhu *et al.*, 2013). Enzim memiliki fungsi sebagai biokatalisator tanpa mengubah struktur atau ikut terlibat dalam reaksi tersebut. Enzim memiliki sifat spesifik terhadap substratnya sehingga reaksi kimia yang terjadi akan menghasilkan suatu produk yang sama dengan spesifikasi enzim dengan substrat. Kebutuhan akan enzim dalam kehidupan sehari-hari menuntut produksi enzim secara komersial dengan memanfaatkan sumber yang terdapat di alam seperti sumber dari hewan, tumbuhan, jamur, alga, dan mikroorganisme (Susanti dan Fibriana, 2017).

Salah satu serangga yang bersimbion dengan bakteri selulolitik yang dapat menghasilkan enzim selulase adalah rayap. Rayap merupakan serangga yang memiliki peran sebagai degradator primer di alam (Subekti, 2010). Di alam rayap menjadi salah satu serangga pengurai bahan-bahan berkayu yang telah mati, namun pada lingkungan pemukiman rayap bernilai negatif karena dikenal sebagai hama perusak bangunan berkayu sehingga banyak menimbulkan kerugian (Fitriani *et al.*, 2016). Sejak tahun 1982 serangan rayap banyak dilaporkan karena banyak merusak bangunan gedung-gedung di Indonesia hal tersebut didukung dengan kondisi iklim dan tanah di Indonesia sangat cocok dengan rayap, sehingga dapat berkembang biak dengan sempurna. Lebih dari 80% daratan di Indonesia merupakan habitat yang baik bagi kehidupan rayap (Nandika *et al.*, 2003). Rata-rata persentase serangan yang dilakukan rayap terhadap bangunan-bangunan perumahan di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Bandung dan Batam mencapai lebih dari 70% (Iswanto, 2005).

Rayap yang banyak ditemukan di Indonesia adalah rayap kayu kering karena sesuai dengan iklim di Indonesia. Rayap kayu yang mudah ditemukan diantaranya *Cryptotermes* sp. (Santoso, 2011). Rayap menjadi organisme yang merugikan masyarakat yang memiliki bangunan dari bahan-bahan yang mengandung selulosa seperti kayu dan produk turunan kayu seperti papan serat, papan partikel, *plywood*,

blockwood, dan *laminated board* (Iswanto, 2005). Selain memiliki nilai negative, rayap juga memiliki nilai positif dan dapat dimanfaatkan karena dapat mendegradasi selulosa yang sulit terdegradasi di alam. Degradasi selulosa oleh rayap diperankan oleh enzim selulase yang diproduksi dengan bantuan mikroorganisme simbion pada rayap, terutama yang berada di dalam ususnya. Mikroorganisme simbion dalam pencernaan rayap yaitu bakteri selulolitik (Ni dan Tokuda, 2013).

Bakteri simbion rayap merupakan bakteri yang bersimbiosis pada saluran pencernaan rayap karena memiliki interaksi yang saling menguntungkan. Rayap merupakan salah satu serangga yang memiliki simbion mutualisme dengan bakteri selulolitik (Klepzig *et al.*, 2009). Pemanfaatan bakteri selulolitik sebagai penghasil enzim selulase dalam proses konversi sedang banyak diperbincangkan. Bakteri selulolitik dapat menguraikan selulosa menjadi glukosa sebagai sumber karbon dan sumber energi. Bakteri selulolitik dengan jenis yang berbeda akan menghasilkan kompleks enzim yang berbeda pula hal tersebut berkaitan dengan faktor genetik dan sumber karbon dari bakteri selulolitik (Vilanova *et al.*, 2012).

Pemanfaatan dan proses produksi enzim dari sumber alam harus mempertimbangkan beberapa hal seperti ketersediaan sumber di alam, jumlah enzim yang akan dihasilkan, aktivitas dari enzim, kemampuan enzim untuk dimobilisasi, dan biaya produksi enzim tersebut (Susanti dan Fibriana, 2017). Substrat yang berpotensi baik digunakan dalam produksi enzim selulase adalah Jerami padi. Indonesia sebagai negara agraris masih menjadikan pertanian sebagai komoditas utama dalam usaha dan profesi. Jerami padi merupakan bahan lignoselulosa yang berlimpah dan belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Jerami padi biasanya digunakan sebagai pakan hewan ternak seperti sapi, namun jika basah akan dibiarkan membusuk dan jika kering dimusnahkan dengan cara dibakar. Pembakaran jerami ini tentunya menimbulkan polutan (CO_2 , NO_x , SO_x) yang dapat merusak lingkungan (Novia *et al.*, 2014). Jerami padi mengandung 37,71% selulosa; 21,99% hemiselulosa; dan 16,62% lignin (Dewi, 2002). Limbah pertanian tersebut merupakan salah satu masalah yang penting karena berupa selulosa dan hemiselulosa, kandungan material selulosa ini melimpah namun sulit untuk didegradasi. Berdasarkan Badan Pusat Statistik, pada tahun 2015

Indonesia memproduksi padi sebesar 75.397.841 ton per tahun. Dari data tersebut dapat memperlihatkan bahwa Indonesia memproduksi padi dengan jumlah yang besar per tahunnya. Sehingga limbah jerami padi ini cocok untuk manfaatkan sebagai substrat dalam proses produksi enzim selulase karena ketersediaannya yang mudah dan dengan jumlah yang cukup melimpah.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan beberapa faktor optimum yang dapat mendukung produksi enzim selulase dengan memanfaatkan limbah jerami padi dan bakteri selulolitik. Sehingga kebutuhan akan enzim selulase terutama di Indonesia terpenuhi dan dapat mengurangi proses impor dari luar negeri. Perlakuan yang digunakan untuk optimasi adalah suhu dan pH. Rentang pH yang dipilih berdasarkan keadaan keasaman pada usus rayap. Menurut Bignell *et al.*, (1980) keasaman usus rayap berada pada kisaran pH 5-7,5 karena rayap *Cryptotermes* sp. termasuk kedalam *lower termites*. Penelitian yang dilakukan oleh Sreedevi, Sajith dan Benjamin (2013) dalam memproduksi enzim selulase menggunakan tiga jenis bakteri yaitu *Pseudomonas* sp., *Achromobacter xylooxidans* dan *Bacillus* sp. yang diisolasi dari diisolasi dari kayu yang berada di tepi sungai Kallai, India. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa *Pseudomonas* sp. menghasilkan enzim selulase optimum dengan aktivitas enzim sebesar 91,28 U/mL pada pH 8 dengan suhu 37°C, *Achromobacter xylooxidans* menghasilkan enzim selulase optimum dengan aktivitas enzim sebesar 68,22 U/mL pada pH 7 dengan suhu 37°C dan *Bacillus* sp. menghasilkan enzim selulase optimum dengan aktivitas enzim sebesar 104,68 U/mL pada pH 8 dengan suhu 37°C. Produksi enzim selulase dilakukan dengan agitasi 150 rpm. Berdasarkan hasil penelitian Shadid *et al.*, (2016), Ukuran inokulasi bakteri *Bacillus megaterium* dalam memproduksi enzim selulase dengan hasil yang optimum yaitu pada 1% (v/v).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Singh *et al.*, (2012) densitas bakteri yang digunakan dalam produksi enzim selulase yaitu sebanyak 6×10^6 CFU/mL yang menghasilkan aktivitas enzim sebesar 0,322 U/mL. Maka dari itu optimasi produksi enzim selulase yang akan dilakukan ini menggunakan pH 6,5 dan 7,5 ; suhu 36,5°C dan 37,5°C dan ukuran inokulum bakteri 1% (v/v) (10^6 CFU/mL). Pada penelitian ini

juga dilakukan studi pendahuluan untuk mengidentifikasi secara manual menggunakan beberapa tahapan seperti pengamatan morfologi, pewarnaan dan pengujian biokimia. Proses identifikasi bakteri ini juga telah dilakukan oleh rekan saya secara molekuler menggunakan Gen16S rRNA.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “Bagaimana optimasi produksi enzim selulase ekstrak kasar menggunakan bakteri selulolitik R3-1 yang diisolasi dari saluran pencernaan rayap *Cryptotermes sp.* dengan jerami padi (*Oryza sativa, L*) sebagai substrat ?”

1.3 Pertanyaan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas didapatkan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Berapa suhu dan pH optimum bagi Bakteri R3-1 dalam menghasilkan aktivitas enzim selulase tertinggi menggunakan media serbuk jerami padi (*Oryza sativa, Linn.*) ?
2. Bagaimana pengaruh antara biomassa sel isolat R3-1 dengan aktivitas enzim yang dihasilkan ?

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan ruang lingkup dalam penelitian yang dilakukan, maka perlu ada pembatasan pada parameter sebagai berikut:

1. Substrat yang digunakan dalam produksi enzim selulase adalah jerami padi (*Oryza sativa, Linn.*) yang diperoleh 2 hari pasca panen dari jalan Sawah Lega III Cipageran, Kota Cimahi.
2. Rayap yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis rayap kayu (*Cryptotermes sp.*) yang diperoleh dari *furniture* kursi kayu.
3. Mikroorganisme yang digunakan yaitu bakteri yang diisolasi dari saluran pencernaan rayap *Cryptotermes sp.*

4. Optimasi produksi enzim selulase dilihat berdasarkan pada tingginya aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri selulolitik menggunakan serbuk jerami padi (*Oryza sativa*, Linn.).

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum yang dibutuhkan bakteri R3-1 dalam produksi enzim selulase sebagai berikut:

1. Mengetahui suhu dan pH optimum bagi Bakteri R3-1 dalam menghasilkan enzim selulase tertinggi menggunakan media jerami padi (*Oryza sativa*, Linn.).
2. Mengetahui pengaruh biomassa isolat R3-1 dengan aktivitas enzim selulase yang dihasilkan menggunakan media jerami padi (*Oryza sativa*, Linn.).

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini diantaranya :

1. Mengetahui kondisi optimum dalam memproduksi enzim selulase oleh bakteri selulolitik hasil isolasi dari saluran pencernaan rayap *Cryptotermes sp.* menggunakan limbah jerami padi (*Oryza sativa*, Linn.).
2. Sebagai alternatif dalam produksi enzim selulase yang memiliki potensi sangat besar dalam memudahkan berbagai proses industri.
3. Memanfaatkan limbah pertanian jerami padi (*Oryza sativa*, Linn.) yang tidak terolah sebagai substrat dan memanfaatkan bakteri selulolitik dari saluran pencernaan rayap.

Sebagai tambahan informasi tentang produksi enzim selulase untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Struktur Organisasi

Secara umum, struktur organisasi dalam penelitian ini dapat dilihat dalam struktur organisasi yang tersusun menjadi lima bab penting.

Bab I Pendahuluan merupakan bab paling awal dalam skripsi dengan menguraikan alasan-alasan yang melatarbelakangi urgensi penggunaan enzim selulase, pemanfaatan bakteri selulolitik dari saluran pencernaan rayap dan potensi jerami sebagai substrat. Pada bab ini terdapat rumusan masalah, tujuan, dan manfaat dari penelitian yang dilakukan.

Bab II Kajian pustaka merupakan bab yang menjelaskan landasan-teoritis yang berkaitan dengan topik penelitian sehingga dapat memperjelas apa yang akan dilakukan dan membaca kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi berdasarkan data dari penelitian sebelumnya. Secara garis besar pada bagian ini memaparkan beberapa topik mengenai selulosa, enzim selulase, limbah jerami padi dan rayap kayu kering *Cryptotermes* sp..

Bab III Metode Penelitian merupakan bagian yang menjelaskan secara detail mengenai prosedur optimasi bakteri selulolitik dalam memproduksi enzim selulase yang dapat dilihat dari nilai aktifitas enzim dan volume enzim yang dihasilkan.

Bab IV Temuan dan Pembahasan merupakan bagian yang membahas dan menganalisis hasil temuan dari penelitian yang telah dilakukan. Pembahasan yang dilakukan dikaitkan dengan teori-teori yang mendukung dan yang ada pada bab II. Analisis data dilakukan dengan melakukan perhitungan secara kuantitatif dan dibandingkan dengan standar atau hasil penelitian sebelumnya. Terdapat beberapa hal yang dibahas pada bab ini yaitu perbedaan zona bening pada media selektif CMC, identifikasi isolate bakteri selulolitik yang berasal dari usus rayap *Cryptotermes* sp., aktivitas enzim selulase, dan kondisi optimal bakteri menghasilkan enzim selulase.

Bab V Simpulan, Implikasi, dan Rekomendasi merupakan bagian yang berisi simpulan, dari hasil penelitian dan pembahasan serta data pendukung. Pada bab ini juga terdapat implikasi penerapan hasil seta rekomendasi untuk penelitian lanjutan atau penelitian selanjutnya.