

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Selama beberapa tahun ini, kebutuhan enzim dalam memenuhi permintaan pasar global meningkat. Harga pasar enzim di India diperkirakan akan melampaui 361 Juta US dollar di tahun 2020, namun dalam skala pasar global harga enzim diperkirakan mencapai 4,2 milyar US dollar pada tahun 2014 dan akan terus meningkat sekitar 7% selama periode dari tahun 2015-2020 (Pharmaion, 2015). Selulase merupakan jenis enzim yang memiliki permintaan pasar yang cukup tinggi. Berdasarkan data yang diperoleh dari situs Market Reports World oleh More (2019) menyebutkan bahwa Asia-Pasifik merupakan konsumen terbesar dari penggunaan enzim selulase dengan permintaan enzim selulase hingga 32,84% di tahun 2016.

Enzim selulase mampu menghidrolisis selulosa dengan memutus ikatan glikosidik  $\beta$ -1,4 pada selulosa, selodektrin, selobiosa, dan turunan selulosa lainnya menjadi gula sederhana atau glukosa (Kulp, 1984). Manfaat enzim selulase banyak digunakan oleh berbagai industri, seperti industri tekstil, detergen dan industri kertas. Selain itu, enzim selulase digunakan untuk meningkatkan daya cerna pakan hewan dan industri makanan (Zhang & Zhang, 2013). Terdapat enzim selulase yang digunakan dalam pembuatan *cellulosic ethanol* dimana etanol tersebut terbuat dari limbah biomassa tumbuhan seperti tangkai dan daun jagung, jerami padi maupun limbah dari rumah tangga seperti sampah organik, kertas dan limbah kayu. Berbeda dengan pembuatan etanol konvensional pada umumnya, proses pembuatan *cellulosic ethanol* ini dimulai dari *pretreatment* limbah biomassa dengan menggunakan panas maupun secara kimia sehingga memungkinkan enzim selulase untuk masuk, setelah itu enzim selulase menghancurkan selulosa menjadi gula dan gula difermentasi menjadi etanol (University of Illinois

2019). Pembuatan *cellulosic ethanol* ini lebih ramah lingkungan dibandingkan pembuatan etanol secara konvensional karena melibatkan limbah biomassa tumbuhan.

Dalam memproduksi enzim selulase, diperlukan substrat yang mengandung selulosa, salah satunya adalah limbah jerami padi. Di Indonesia jerami padi (*Oryza sativa*, Linn) keberadaannya sangat melimpah dan sulit untuk diuraikan oleh alam. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi padi di Indonesia pada tahun 2015 sebanyak 75,40 juta ton, hal ini dikarenakan beras merupakan sumber makanan pokok masyarakat Indonesia. Pemanfaatan jerami padi sangat sedikit, salah satu contohnya jika digunakan sebagai pakan ternak hasilnya kurang baik karena rendah akan serat, sedikit kandungan protein, tinggi lignin dan terdapat kandungan silika (Kausar *et al.*, 2011). Masyarakat umumnya memusnahkan jerami padi dengan cara dibakar pada ruang terbuka yang akan berdampak pada polusi udara (Gadde *et al.*, 2009; Emtenan *et al.*, 2012; Singh *et al.*, 2016). Jerami padi kaya akan kandungan lignoselulosa. Salah satu komponen dari lignoselulosa adalah selulosa. Selulosa merupakan sumber fermentasi gula untuk menghasilkan glukosa. Untuk mendapatkan glukosa, selulosa akan melalui proses hidrolisis enzimatis yang dinamakan sakarifikasi (Salehi *et al.*, 2012).

Substrat limbah lignoselulosa seperti jerami padi dapat dimanfaatkan untuk memproduksi enzim selulase dengan bantuan mikroorganisme, dalam hal ini digunakan mikroorganisme dari saluran pencernaan rayap kayu *Cryptotermes sp.* Dalam penelitian ini digunakan rayap kayu karena rayap merupakan salah satu dari jenis serangga yang memakan kayu, sehingga rayap dianggap hama oleh manusia karena dapat membuat kerusakan pada struktur bangunan. Namun rayap juga sangat berperan dalam proses penguraian nutrisi dalam ekosistem, hal ini disebabkan karena rayap dapat mencerna biomassa lignoselulosa (selulosa, hemiselulosa dan lignin) menjadi gula sederhana yang nantinya digunakan

sebagai energi dan sumber karbon dalam proses metabolismenya (Li *et al.*, 2013).

Rayap mampu mencerna selulosa karena terdapat simbiosis mutualisme dalam ususnya. Tubuh rayap memberikan lingkungan tempat hidup dan makanan bagi mikroorganisme, sementara mikroorganisme membantu rayap dalam mencerna selulosa dengan menghasilkan enzim selulase (Breznak, 1982). Tsegaye *et al.*, (2018), melakukan penelitian dengan mengisolasi bakteri selulolitik dari usus rayap *Cryptotermes brevis* diperoleh bakteri selulolitik yaitu *Bacillus sp.* Sementara bakteri yang diisolasi dari usus rayap pekerja *Macrotermes gilvus* diperoleh bakteri selulolitik *Bacillus megaterium* dan *Paracoccus yei* (Ferbianto *et al.*, 2015). Pada penelitian ini, rentang pH ditentukan berdasarkan keadaan lingkungan usus rayap berada di kisaran pH 5-7,5 (Bignell & Anderson, 1979).

Penelitian Sreedevi *et al.*, (2013) memproduksi selulase menggunakan bakteri *Pseudomonas sp.*, *Achromobacter xylooxidans* dan *Bacillus sp.* Hasil penelitian menunjukkan *Pseudomonas sp.* dapat menghasilkan enzim selulase optimum dengan aktivitas enzim sebesar 91,28 U/mL pada interval waktu 12 jam dengan pH 8, suhu 37°C dengan kecepatan 150 rpm, *Achromobacter xylooxidans* dapat menghasilkan enzim selulase optimum dengan aktivitas enzim sebesar 68,22 U/mL pada interval waktu 6 jam dengan pH 7, suhu 37°C dengan kecepatan 150 rpm dan *Bacillus sp.* dapat menghasilkan enzim selulase optimum dengan aktivitas enzim sebesar 104,68 U/mL pada interval waktu 6 jam dengan pH 8, suhu 37°C dengan kecepatan 150 rpm. Ukuran inokulasi bakteri *Bacillus megaterium* untuk memproduksi enzim selulase menunjukkan hasil optimum pada 1 % (v/v) menghasilkan aktivitas enzim selulase  $0,81 \pm 0,07$  U/mL (Shahid *et al.*, 2016).

Berdasarkan penelitian Singh *et al.*, (2012) konsentrasi bakteri awal yang digunakan untuk memproduksi enzim selulase sebanyak  $6 \times 10^6$  CFU/mL menghasilkan aktivitas enzim sebesar 0,322 U/mL. Maka dari itu,

optimasi produksi enzim selulase yang akan digunakan dalam penelitian ini dengan pH (6,5 dan 7,5); Suhu (36,5°C dan 37,5°C), ukuran inokulasi bakteri 1% (v/v) ( $10^6$  CFU/mL).

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut : “Bagaimana optimasi aktivitas enzim selulase menggunakan isolat bakteri R4-3 yang diisolasi dari saluran pencernaan rayap kayu *Cryptotermes* sp. pada substrat jerami padi (*Oryza sativa*, Linn)? ”

## 1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, pertanyaan penelitian yang diajukan adalah:

- 1) Berapa pH dan suhu optimum aktivitas enzim selulase oleh isolat bakteri R4-3 untuk menghasilkan aktivitas enzim yang optimum?
- 2) Bagaimana hubungan antara biomassa bakteri R4-3 dengan aktivitas enzim selulase ekstrak kasar?
- 3) Bagaimana aktivitas enzim selulase dari isolat bakteri dalam media serbuk jerami padi (*Oryza sativa*)?

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Rayap yang digunakan dalam penelitian ini merupakan spesies *Cryptotermes* sp. dan diperoleh dari *furniture* kursi kayu.
- 2) Substrat yang digunakan sebagai media pembuatan enzim adalah jerami padi (*Oryza sativa*) yang diperoleh 2 hari setelah pasca panen dari jalan Sawah Lega III Cipageran, Kota Cimahi.
- 3) Mikroorganisme yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat bakteri yang diisolasi dari saluran pencernaan rayap *Cryptotermes* sp.

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

### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah memperoleh data tentang pH dan suhu optimum aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh isolat bakteri dari saluran pencernaan rayap (*Cryptotermes* sp.) menggunakan media serbuk jerami padi (*Oryza sativa*, Linn).

### 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini diantaranya:

- 1) Memberikan informasi mengenai isolat bakteri selulolitik dari saluran pencernaan rayap (*Cryptotermes* sp.) sebagai mikroorganisme penghasil enzim selulase.
- 2) Mengoptimalkan fungsi jerami padi (*Oryza sativa*, Linn) sebagai limbah pertanian.
- 3) Mengoptimalkan fungsi rayap kayu (*Cryptotermes* sp.) yang dianggap sebagai hama oleh masyarakat.
- 4) Sebagai pustaka untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan produksi enzim selulase.

### 1.7 Struktur Penulisan Skripsi

Latar belakang, rumusan masalah penelitian, pertanyaan penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan asumsi penelitian dijelaskan pada bab I.

Teori yang mendasari penelitian ini dijelaskan pada bab II meliputi penjelasan tentang enzim selulase, aktivitas enzim selulase, faktor-faktor yang memengaruhi aktivitas enzim selulase, jerami padi (*Oryza sativa* Linn), lignoselulosa, selulosa, rayap (*Cryptotermes* sp.), bakteri selulolitik,

simbiosis bakteri pada saluran pencernaan rayap dan SmF (*submerged fermentation*).

Metode penelitian yang digunakan dijelaskan pada bab III, diantaranya jenis penelitian, desain penelitian, populasi dan sampel, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, pengambilan sampel, isolasi bakteri, pembiakkan isolate bakteri, seleksi bakteri selulolitik, identifikasi bakteri selulolitik, pembuatan kurva tumbuh bakteri, *pre-treatment* jerami padi, proses delignifikasi, produksi enzim selulase secara SmF, pengukuran biomassa bakteri R4-3 dan pengukuran uji aktivitas enzim selulase.

Hasil dari penelitian ini dijelaskan pada bab IV dan dibahas secara terperinci, pembahasan meliputi isolat bakteri dari saluran pencernaan rayap *Cryptotermes* sp, Karakteristik isolate bakteri selulolitik, Identifikasi isolat bakteri selulolitik, pengukuran kurva pertumbuhan bakteri selulolitik R4-3, *pre-treatment* jerami padi (*Oryza sativa*), biomassa bakteri R4-3 selama proses fermentasi, kadar gula pereduksi dan hasil uji aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri R4-3 dengan metode DNS.

Bab V berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yang berisi kesimpulan dan rekomendasi, selain itu terdapat implikasi penerapan hasil penelitian.