

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Indonesia termasuk dalam negara agraris dimana setiap tahunnya menghasilkan berbagai macam hasil dari pertanian, beberapa contohnya yaitu, padi, jagung, tebu, dan masih banyak yang lainnya. Padi merupakan salah satu dari sekian hasil pertanian terbanyak yang jumlahnya sangat melimpah di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, estimasi luas panen padi mencapai 10,20 juta hektare, dengan total produksi sekitar 53,63 juta ton gabah kering giling (GKG). Limbah berupa sekam padi yang dihasilkan di Indonesia diperkirakan melebihi 10 juta ton setiap tahunnya. Sekam padi ini merupakan produk samping dari proses penggilingan padi, yang umumnya mencakup sekitar 20 hingga 30 persen dari total berat gabah yang digiling. Apabila produksi padi tersebut dikonversikan menjadi beras untuk keperluan konsumsi domestik, maka jumlah beras yang dihasilkan pada tahun 2023 diperkirakan mencapai 30,90 juta ton. Sedangkan dari jumlah yang sudah didapatkan tersebut pemanfaatan sekam padi masih belum optimal khususnya di Indonesia. Sekam padi sejauh ini hanya dimanfaatkan sebagai pupuk kompos, media tanam dan bahan bangunan. Sekam padi masih sangat jarang dimanfaatkan sebagai sumber dalam menghasilkan energi terbarukan.

Di lain pihak, sekam padi (*Oryza sativa*) merupakan salah satu jenis limbah pertanian yang tersedia dalam jumlah besar di negara-negara produsen beras. Komposisi utama dari sekam padi terdiri atas sekitar 50% selulosa, 25–30% lignin, 15–20% silika, serta mengandung air sebesar 9,02% (Irvan dkk., 2013). Dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi tersebut, sekam padi berpotensi untuk dimanfaatkan dalam merangsang produksi enzim selulase secara optimal.

Enzim selulase merupakan kelompok enzim yang berperan dalam proses hidrolisis selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana, dengan hasil utama berupa glukosa, selobiosa, serta selooligosakarida. Selulase tersusun atas beberapa enzim spesifik yang bekerja secara kolaboratif dalam mendegradasi struktur selulosa. Enzim-

enzim tersebut meliputi endo-1,4- $\beta$ -glukanase, ekso-1,4- $\beta$ -glukanase, dan  $\beta$ -D-glukosidase. Ketiganya berinteraksi secara sinergis dalam proses depolimerisasi selulosa, yang pada akhirnya menghasilkan gula pereduksi sebagai produk akhir. Endo-1,4- $\beta$ -glukanase berfungsi memutus ikatan glikosidik secara acak di bagian dalam rantai polimer selulosa, menghasilkan fragmen-fragmen yang lebih pendek. Selanjutnya, ekso-1,4- $\beta$ -glukanase bekerja dengan memotong secara progresif pada ujung rantai selulosa untuk membentuk selobiosa. Kemudian,  $\beta$ -D-glukosidase mengkatalisis hidrolisis selobiosa menjadi dua molekul glukosa bebas (Kim, 2001). Enzim selulase memiliki peran fundamental dalam berbagai bidang bioteknologi dan industri, dengan aplikasi yang sangat luas dan strategis.

Enzim selulase memiliki aplikasi luas di berbagai sektor industri, di antaranya dalam produksi bioetanol, industri tekstil, pengolahan pakan ternak, serta modifikasi struktur pangan (Kumar & Sharma, 2020; Chen dkk., 2022). Permintaan global terhadap enzim ini terus meningkat. Menurut laporan Research & Markets (2024), nilai pasar enzim selulase naik dari USD 1,95 miliar pada tahun 2023 menjadi USD 2,12 miliar pada tahun 2024, dan diproyeksikan mencapai USD 2,99 miliar pada tahun 2028. Pertumbuhan ini didorong oleh meningkatnya kebutuhan terhadap teknologi pengolahan biomassa yang efisien serta diversifikasi penggunaan enzim pada berbagai sektor industri.

Selama ini, berbagai studi telah secara intensif dilakukan guna menggali potensi produksi enzim selulase oleh beragam mikroorganisme, baik dari kelompok bakteri maupun kapang, yang berpeluang besar untuk diaplikasikan dalam bidang industri. Astutik dkk. (2010) melaporkan bahwa sejumlah spesies kapang, seperti *Penicillium sp.1*, *Penicillium sp.2*, *Penicillium sp.3*, *Aspergillus niger*, dan *Paecylomyces sp.1*, diketahui memiliki kemampuan memproduksi enzim selulase dalam jumlah yang relatif tinggi. Temuan serupa juga diungkapkan oleh Adri dkk. (2013), yang menunjukkan bahwa *A. niger* mempunyai kapabilitas yang cukup tinggi dalam menghasilkan enzim tersebut. *A. niger* telah lama dikenal sebagai jamur selulolitik

yang efisien dalam memproduksi enzim selulase. Kemampuannya dalam bertumbuh pada berbagai substrat dan menghasilkan enzim dalam jumlah besar menjadikannya organisme pilihan dalam produksi enzim industri (Pel dkk., 2007). Dalam penelitian Zohri dkk. (2022) *Aspergillus niger* menunjukkan efisiensi produksi selulase yang unggul ketika memanfaatkan ampas tebu sebagai sumber karbon, mencapai tingkat aktivitas maksimum  $205,03 \pm 3,25$  IU/mL. Kondisi pertumbuhannya yang optimal meningkatkan efektivitas biaya, menjadikannya pilihan yang lebih disukai daripada jamur lain untuk aplikasi industri. *A. niger* lebih disukai untuk produksi selulase karena hasil enzim selulolitiknya yang tinggi, yang ditunjukkan oleh zona hambat dan kapasitas hidrolisis tertinggi di antara isolat yang diuji, sehingga efisien untuk biokonversi limbah pertanian dan industri (Omonije dkk., 2022).

Secara umum, proses biokonversi biomassa lignoselulosa menjadi bioetanol atau produk turunan lainnya melalui fermentasi enzimatik terdiri dari tiga tahap, yaitu: (1) perlakuan awal biomassa, (2) sakarifikasi enzimatik, dan (3) fermentasi (Abdel-Azeem dkk., 2021). Efisiensi proses ini sangat ditentukan oleh aktivitas enzim, jenis substrat, serta kondisi fermentasi. Optimalisasi parameter fermentasi, seperti komposisi media, pH, suhu, dan lama inkubasi, menjadi faktor krusial dalam meningkatkan produktivitas enzim selulase oleh *A. niger*. Penerapan strategi fermentasi yang efisien diyakini dapat menurunkan biaya produksi hingga 40% serta mendukung prinsip ekonomi sirkular berbasis limbah pertanian.

Memaksimalkan produksi enzim selulase oleh jamur selulolitik *A. niger* dengan menggunakan media serbuk sekam padi (*Oryza sativa*) memiliki potensi yang cukup besar untuk peningkatan dan produksi keberlanjutan pada dunia industri enzim. Sehingga pemanfaatan kemampuan limbah pertanian dan sumber mikroorganisme yang sangat melimpah di Indonesia, memiliki harapan pemakaian enzim selulase pada dunia industri bisa lebih berdaya guna, memiliki nilai yang ekonomis dan ramah lingkungan.

Optimasi kondisi fermentasi, termasuk komposisi media, pH, suhu, dan waktu inkubasi, sangat penting untuk memaksimalkan produksi enzim selulase oleh *A. niger*. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan produksi enzim selulase menggunakan *A. niger* dengan memanfaatkan serbuk sekam padi sebagai substrat utama. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan proses produksi enzim selulase yang lebih efisien dan ekonomis, serta mendukung pemanfaatan limbah pertanian secara berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka dilakukan suatu penelitian berjudul “Optimasi Produksi Enzim Selulase oleh Jamur Selulolitik *Aspergillus niger* pada Media Serbuk Sekam Padi (*Oryza sativa* Linn.)”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut: “Bagaimana optimasi produksi enzim selulase oleh jamur selulolitik *Aspergillus niger* pada media serbuk sekam padi (*Oryza sativa* Linn.)?”

## **1.3 Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, muncul beberapa pertanyaan penelitian yang diajukan sebagai berikut:

1. Berapa pH dan suhu optimum media untuk isolat jamur *Aspergillus niger* dalam memproduksi enzim selulase tertinggi?
2. Berapa aktivitas enzim selulase tertinggi yang dihasilkan oleh jamur selulolitik *Aspergillus niger* pada media sekam padi (*Oryza sativa* Linn.) berdasarkan kadar gula yang dihasilkan dan jumlah biomassa jamur selulolitik *Aspergillus niger* untuk menghasilkan aktivitas enzim selulase tertinggi?

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai optimasi produksi enzim selulase oleh jamur selulolitik *Aspergillus niger* pada media sekam padi (*Oryza sativa* Linn.).

## **1.5 Batasan Penelitian**

Batasan Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jamur yang digunakan adalah spesies *Aspergillus niger* yang didapatkan dari PT. Agritama Sinergi Inovasi (AGAVI)
2. Jenis substrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi yang didapatkan dari penggilingan beras di Jl. Sariwangi Selatan no.37,38,39, Cibabat, Kec. Cimahi Utara, Kota Cimahi, Jawa Barat 40559.
3. Identifikasi jamur selulolitik dilakukan dengan cara karakteristik makroskopik dan mikroskopik serta aktivitas biokimia.
4. Parameter yang diamati meliputi biomassa jamur, pH, suhu, dan aktivitas enzim selulase.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

#### **1. Manfaat Teoritis**

Penelitian ini memiliki manfaat teoritis sebagai berikut.

- 1.) Menyediakan informasi ilmiah mengenai potensi *Aspergillus niger* sebagai kapang selulolitik dalam memproduksi enzim selulase melalui pemanfaatan sekam padi sebagai substrat lignoselulosa.
- 2.) Memberikan kontribusi terhadap pengembangan wawasan keilmuan bagi peneliti dalam bidang bioteknologi, khususnya terkait optimalisasi produksi enzim selulase dari kapang selulolitik sebagai dasar bagi penelitian lanjutan.

#### **2. Manfaat Praktis**

Penelitian ini memiliki manfaat praktis sebagai berikut.

- 1.) Memberikan potensi untuk mengembangkan produksi enzim selulase yang memiliki potensi besar bagi proses industri;
- 2.) Memanfaatkan salah satu limbah pertanian yang melimpah di Indonesia yaitu sekam padi sebagai substrat untuk produksi enzim selulase;
- 3.) Memanfaatkan spesies jamur *Aspergillus niger* sebagai sumber jamur selulolitik untuk produksi enzim selulase

## 1.7 Struktur Organisasi Skripsi

Penulisan skripsi ini terbagi menjadi lima bab utama berdasarkan peraturan karya tulis ilmiah dalam pedoman penulisan karya ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia yang dijelaskan dalam struktur organisasi penulisan skripsi berikut:

### 1. Bab I Pendahuluan

Bab I merupakan pendahuluan yang menjelaskan latar belakang penelitian, termasuk pengenalan selulosa dan selulase, peran enzim selulase pada industri dan lingkungan, serta kegunaan *Aspergillus niger* pada produksi enzim tersebut. Selain itu, dibahas penggunaan serbuk sekam padi (*Oryza sativa* Linn.) sebagai media pertumbuhan. Bab ini juga mencakup bagian rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan, batasan, dan manfaat penelitian.

### 2. Bab II Kajian Pustaka

Bab II mencakup tinjauan pustaka yang menjelaskan rangkuman teori terbaru dari berbagai sumber terpercaya, seperti buku, artikel, dan literatur ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Tinjauan ini bertujuan memberikan dasar teoritis yang kuat, sehingga sumber yang digunakan harus valid dan kredibel. Selain itu, bab ini juga menjelaskan konsep-konsep utama, merangkum hasil penelitian terdahulu, serta membandingkan atau menganalisis berbagai perspektif dari penelitian sebelumnya.

### 3. Bab III Metode Penelitian

Pada bab III menjabarkan metode penelitian yang mendorong kelancaran studi serta memberikan pemahaman pada pembaca mengenai prosedur yang dilakukan. Metode ini mencakup jenis dan desain penelitian, populasi dan sampel, lokasi serta waktu penelitian, serta alat dan bahan yang digunakan. Penelitian diawali dengan pengambilan sampel, isolasi, dan pembiakan jamur, diikuti seleksi jamur selulolitik pada media CMC. Identifikasi dilakukan melalui pengamatan mikroskopis, makroskopis, dan uji biokimia. Selanjutnya, penelitian mencakup pembuatan kurva

pertumbuhan, *pre-treatment* sekam padi, delignifikasi, produksi enzim selulase dengan metode SmF, serta pembuatan larutan standar dan kurva standar glukosa. Tahapan akhir meliputi pengukuran parameter serta analisis data.

#### 4. Bab IV Temuan dan Pembahasan

Bab IV menyajikan fokus utama yakni hasil penelitian serta analisis temuan, merangkum hasil yang sudah diperoleh serta menghubungkannya dengan pertanyaan dan tujuan penelitian. Bagian ini membahas karakteristik isolat jamur selulolitik pada media CMC, identifikasi isolat, serta kurva pertumbuhan *Aspergillus niger*. Selain itu, dijelaskan produksi biomassa selama fermentasi, kadar gula pereduksi, serta hasil uji aktivitas enzim selulase dengan metode DNS.

#### 5. Bab V Simpulan, Implikasi, dan Rekomendasi

Bab V menyajikan simpulan, implikasi, dan rekomendasi, merangkum temuan utama penelitian serta signifikansinya. Sebagai bab penutup, bagian ini memberikan gambaran keseluruhan hasil penelitian dan wawasan terkait kontribusi temuan. Selain itu, disampaikan pula rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut berdasarkan hasil yang diperoleh.