

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Selulase adalah enzim komersial dengan permintaan tertinggi ketiga di pasar global (Singh *et al.*, 2016). Asia-Pasifik termasuk ke dalam konsumen terbesar pengguna enzim selulase, dengan tingkat permintaan hingga 32,84% pada tahun 2016 menurut Laporan Riset Pasar tentang pasar enzim selulase global yang diterbitkan pada tahun 2018. Laporan Pasar Selulase Global untuk tahun 2018 juga mengungkapkan bahwa Asia Pasifik adalah pembeli selulase terbesar dan menambahkan bahwa aplikasi selulase akan mencapai USD 2300 juta pada tahun 2025, yang akan meningkat sebesar 5,5% selama periode 2018-2025, dengan CAGR (*compound annual growth rate*) tahunan.

Limbah tongkol jagung menjadi salah satu bahan utama yang mengandung substrat selulosa untuk produksi enzim selulase. Berdasarkan sensus pertanian yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik pada tahun 2015 Indonesia memproduksi jagung sebesar 19.612.435 ton. Berdasarkan data tersebut dapat menunjukkan bahwa jagung diproduksi dalam jumlah yang besar karena menjadi salah satu makanan pokok di Indonesia.

Selulase adalah enzim yang mendegradasi selulosa, tiga enzim yang bekerja bersama untuk menghidrolisis polimer terstruktur ini sepenuhnya antara lain: endoselulase, yang memotong ikatan glikosidik internal; selobiosidase, yang memotong selobiosa dari ujung rantai; dan beta-glukosidase, yang membelah selobiosa, melepaskan monomer glukosa (Co & Hug, 2021). Sebagian besar enzim yang telah digunakan secara tradisional berasal dari tumbuhan dan hewan. Enzim yang bersumber dari mikroorganisme lebih sering digunakan daripada enzim yang bersumber dari hewan atau tanaman, karena mikroorganisme memiliki kemampuan untuk bereproduksi dengan cepat, pertumbuhannya dapat diatur dengan mudah, produksi enzim yang dihasilkan tinggi, sehingga lebih ekonomis dalam penggunaannya di industri, dan enzim yang dihasilkan juga lebih stabil. Media *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) digunakan untuk produksi enzim selulase karena media ini mengandung selulosa yang berfungsi sebagai substrat dalam

reaksi enzimatik (Meryandini *et al.*, 2010). Kehadiran CMC memenuhi kebutuhan sumber karbon sebagai sumber energi sel dan unsur utama dalam pembentukan sel. *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) adalah substrat terbaik untuk merangsang sintesis enzim selulitik ekstraseluler, dan konsentrasi CMC sebesar 1% dianggap sebagai konsentrasi optimal untuk produksi selulase. Menurut Nababan *et al.* (2019), sejumlah proses enzimatik terlibat dalam biodegradasi limbah lingkungan oleh bakteri. Hal ini disebabkan fakta bahwa enzim dari bakteri lebih sering digunakan daripada enzim dari tumbuhan dan hewan. Ada beberapa aplikasi enzim selulase yang diperoleh dari mikroba, terutama bakteri. Mahalnya biaya pembuatan menjadi kendala utama pengembangan teknologi untuk penggunaan industri enzim. Enzim selulase dapat diproduksi dengan menggunakan limbah lignoselulosa sebagai sumber substrat yang banyak mengandung selulosa, sehingga dapat digunakan untuk mengolah polusi selulosa dari limbah pertanian selain digunakan dalam industri.

Limbah pertanian yang menumpuk akan berpotensi sebagai faktor pencemar lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Limbah tongkol jagung sampai sekarang tidak dimanfaatkan dengan baik, dibiarkan menumpuk di sekitar rumah penduduk atau setelah panen hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga (Sosiati *et al.*, 2021). Tongkol jagung memiliki kandungan selulosa yang lebih tinggi dibandingkan jerami padi, sabut kelapa, dan batang kelapa sawit sehingga tongkol jagung memiliki potensi besar sebagai substrat untuk menginduksi produksi enzim selulase dengan biaya rendah. Kandungan tongkol jagung terdiri dari unsur karbon yang cukup tinggi, dengan konsentrasi karbon 40% selulosa, 36% hemiselulosa, dan 16% lignin. Tongkol jagung berpotensi menjadi sumber arang aktif yang efektif (Indariani *et al.*, 2018). Tongkol jagung juga menjadi potensi yang sangat besar sebagai substrat penginduksi produksi enzim selulase serta diharapkan akan menghasilkan produksi enzim selulase yang tinggi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Saliu & Sani (2012) menyatakan bahwa produksi enzim selulase dapat diinduksi dengan tongkol jagung dengan konsentrasi 1-12%. Dalam lingkup teknologi, selulosa diubah menjadi glukosa dapat dilakukan dengan banyak metode, salah satunya dengan proses enzimatik. Perlakuan enzimatik yang berasal dari mikroba adalah alternatif

yang menarik untuk hidrolisis selulosa fisik dan termokimia, menawarkan peningkatan spesifisitas pada produk yang diinginkan, penggunaan energi yang lebih rendah, dan pengurangan produksi limbah beracun dibandingkan dengan proses kimia (Co & Hug, 2021). Limbah selulosa ini dapat diurai dengan bantuan mikroorganisme, salah satunya bakteri selulolitik.

Salah satu cara untuk mendapatkan bakteri selulolitik adalah bersumber dari tanah yang bercampur dengan *leachate*. Penelitian yang dilakukan oleh Gu *et al.*, (2022) menyebutkan bahwa di dalam tanah yang terkontaminasi oleh cairan sampah (*leachate*) terdapat 63 filum, 412 order, 635 famili, dan 2200 spesies mikrobial. Penelitian serupa dilakukan oleh Carballa *et al.* (2015) menyatakan bahwa genus *Bacillus* dan *Clostridia* adalah dua spesies bakteri utama yang ditemukan di *leachate* TPA, terutama di lingkungan dengan kondisi anaerob, di mana mereka terbukti penting dalam dekomposisi protein, selulosa, lipid, dan karbohidrat. Salah satu cara yang menjadi alternatif produksi enzim selulase yaitu dengan bantuan bakteri selulolitik bersumber dari *leachate* yang akan menghidrolisis serbuk tongkol jagung yang kaya akan selulosa.

Pengaruh waktu inkubasi terhadap produksi enzim selulase dapat memiliki dampak yang signifikan pada kuantitas dan aktivitas enzim yang dihasilkan. Waktu inkubasi memengaruhi berbagai aspek yang terkait dengan produksi enzim selulase oleh mikroorganisme. Pengaruh utama waktu inkubasi terhadap produksi enzim selulase yaitu dapat meningkatkan produksi dan aktivitas enzim dan memberikan waktu bagi bakteri untuk beradaptasi dengan lingkungan dan substrat. Efek waktu inkubasi pada produksi enzim selulase dapat bervariasi tergantung pada jenis mikroorganisme, kondisi pertumbuhan, dan jenis substrat selulosa yang digunakan. Oleh karena itu, eksperimen dan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dengan lebih rinci bagaimana waktu inkubasi dapat mempengaruhi produksi enzim selulase dalam kondisi tertentu.

Berdasarkan hasil pencarian, masa inkubasi optimal untuk produksi enzim selulase bervariasi tergantung pada studi spesifik dan organisme. Penelitian Kurniawati *et al.* (2019) mengenai aktivitas enzim selulase dari bakteri *Serratia marcescens* menunjukkan bahwa, waktu inkubasi 12 jam memiliki pengaruh yang nyata terhadap aktivitas enzim selulase. Penelitian oleh Potprommanee *et al.*

(2017) mengenai *Geobacillus sp.* menemukan bahwa waktu inkubasi selama 72 jam adalah waktu yang optimal dalam memaksimalkan produksi enzim selulase.

Berdasarkan latar belakang dan ide yang telah diuraikan, maka akan dilakukan penelitian dengan judul: “Optimasi Produksi Enzim Selulase Oleh Bakteri Selulolitik *Escherichia* dan *Cellvibrio* Asal *Leachate* pada Media Serbuk Tongkol Jagung (*Zea Mays*)” dengan rentang waktu inkubasi yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu 0 jam, 24 jam, 48 jam, 96 jam, dan 120 jam.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: “Bagaimana optimasi aktivitas enzim selulase hasil produksi enzim selulase oleh bakteri selulolitik *Escherichia* dan *Cellvibrio* asal *leachate* pada media serbuk tongkol jagung (*Zea mays*)?”.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka didapatkan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Jenis bakteri selulolitik apa yang terdapat dalam *leachate*?
2. Berapakah waktu inkubasi optimum untuk aktivitas enzim selulase bakteri *Escherichia* (T1) dan *Cellvibrio* (T2) pada media serbuk tongkol jagung (*Zea mays*)?
3. Bagaimana pengaruh biomassa bakteri *Escherichia* (T1) dan *Cellvibrio* (T2) terhadap nilai aktivitas selulase yang optimum pada media serbuk tongkol jagung (*Zea mays*)?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui optimasi produksi enzim selulase oleh bakteri *Escherichia* dan *Cellvibrio* asal *leachate* pada media serbuk tongkol jagung (*Zea mays*). Penelitian ini memiliki tujuan khusus yaitu menentukan:

1. Jenis bakteri selulolitik yang terdapat dalam *leachate*.
2. Waktu inkubasi optimum untuk aktivitas enzim selulase bakteri *Escherichia* (T1) dan *Cellvibrio* (T2) pada media serbuk tongkol jagung (*Zea mays*).
3. Pengaruh biomassa bakteri *Escherichia* (T1) dan *Cellvibrio* (T2) terhadap

nilai aktivitas selulase pada media serbuk tongkol jagung (*Zea mays*).

1.5. Batasan Penelitian

Batasan penelitian dari proposal ini adalah sebagai berikut:

1. Optimasi produksi enzim dilakukan di suhu 37°C dan pH 7 menggunakan dua isolat bakteri yang berbeda dengan yang diisolasi dari cairan sampah yang diambil dari Pasar Tradisional Gegerkalong, Kota Bandung;
2. Penelitian ini dilakukan dalam waktu yang sama untuk setiap perlakuan yaitu selama lima hari dan parameter diukur per 24 jam;
3. Parameter yang diamati meliputi: biomassa bakteri, gula pereduksi, dan aktivitas enzim selulase.

1.6. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat teoritis yaitu memberikan informasi terkait produksi enzim selulase oleh bakteri selulolitik dengan bantuan media tongkol jagung serta memberikan khasanah keilmuan bagi peneliti terkait produksi enzim selulase oleh bakteri selulolitik untuk penelitian selanjutnya. Penelitian ini juga memiliki manfaat praktis sebagai berikut.

1. Sebagai alternatif dalam produksi enzim selulase yang memiliki potensi sangat besar dalam memudahkan berbagai proses industri;
2. Memanfaatkan limbah tongkol jagung (*Zea mays*) sebagai substrat untuk produksi enzim selulase;
3. Memanfaatkan cairan sampah (*leachate*) sebagai sumber bakteri selulolitik untuk produksi enzim selulase.

1.7. Asumsi

Leachate merupakan air yang terbentuk karena adanya tumpukan sampah yang melarutkan banyak senyawa yang ada, sehingga memiliki kandungan pencemar terutama zat organik yang sangat tinggi (Sari & Lucyana, 2021). *Leachate* kaya akan nutrisi terlarut, bahan organik terlarut dan bahan partikulat dan mungkin mengandung berbagai mikroorganisme. Berdasarkan hal tersebut dapat diasumsikan bahwa di dalam *leachate* terdapat bakteri selulolitik yang dapat menghidrolisis selulosa.

1.8. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini ialah waktu inkubasi dapat berpengaruh pada aktivitas enzim selulase oleh bakteri selulolitik yang diisolasi dan diidentifikasi dari *leachate*.

1.9. Struktur Organisasi

Struktur organisasi skripsi berikut menggambarkan bagaimana penelitian ini diorganisasikan secara umum.

Bab pertama skripsi ini, Bab I Pendahuluan, menjelaskan mengapa sangat mendesak untuk menggunakan enzim selulase, bagaimana memanfaatkan bakteri selulolitik dari limbah cair (*leachate*), dan bagaimana tongkol jagung dapat digunakan sebagai substrat. Masalah, tujuan penelitian, dan kelebihan dirumuskan dalam bab ini.

Dasar-dasar teoritis dari masalah penelitian dijelaskan dalam Bab II tinjauan literatur, yang menjelaskan apa yang akan dilakukan dan membaca hasil potensial berdasarkan temuan dari studi sebelumnya. Bagian ini membahas secara singkat beberapa pokok bahasan yang berkaitan dengan selulosa, enzim selulase, limbah tongkol jagung, dan limbah cair.

Proses peningkatan produksi enzim selulase oleh bakteri selulolitik dijelaskan secara rinci pada Bab III Metode Penelitian dan dapat dilihat dari nilai aktivitas 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. Bab ini membahas variasi zona bening pada media selektif CMC, identifikasi isolat bakteri selulolitik yang diperoleh dari limbah cair (*leachate*), aktivitas enzim selulase, dan keadaan ideal bagi bakteri untuk memproduksi enzim selulase.

Bab V Simpulan, Implikasi, dan Rekomendasi merupakan bagian yang memuat rekomendasi berdasarkan kajian, analisis, dan data pendukung. Pada bab ini juga menawarkan saran serta rekomendasi untuk penelitian lanjutan atau penelitian selanjutnya.