

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gula hidrolisat berpotensi besar untuk menghasilkan sumber daya yang terbarukan. Produksi gula hidrolisat dengan sumber daya terbarukan dan sumber yang melimpah dapat meningkatkan produksi gula nasional. Hal ini mendukung Peraturan Presiden no. 40 tahun 2023 terkait percepatan swasembada gula nasional. Produksi gula melalui proses hidrolisis juga dapat mengurangi penggunaan sumber gula konvensional seperti sukrosa yang telah lama menjadi sumber gula utama di dunia yang dikhawatirkan berkurang sejalan dengan perubahan iklim dan peningkatan populasi manusia (Eggleston, Legendre, dan Godshall, 2017). Selain itu, salah satu aplikasi yang merupakan fokus utama dalam penggunaan gula hidrolisat adalah produksi biofuel. Bahan bakar hayati yang bersumber dari gula hidrolisat mendukung peralihan dari bahan bakar fosil yang tidak terbarukan ke energi terbarukan (Ussiri dan Lal, 2017). Gula hidrolisat yang bersumber dari limbah pertanian seperti selulosa telah mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil, membantu mengurangi limbah organik yang mencemari lingkungan, mendukung pengembangan energi terbarukan, dan merangsang inovasi dalam berbagai industri.

Saat ini, gula hidrolisat telah luas diaplikasikan dalam berbagai sektor industri berkat sifat yang serbaguna. Permintaan terhadap gula hidrolisat semakin meningkat, terutama dalam produksi makanan (*Institute of Food Technologists*, 2022). Sumber lignoselulosa yang melimpah menjadi alasan pemilihan gula hidrolisat dalam berbagai industri. Hasil penguraian gula dari proses hidrolisis banyak dimanfaatkan terutama pada produksi makanan dan minuman (Edwards, Rossi, Corpe, Butterworth, dan Ellis, 2016), bioplastik (Dahman dan Ugwu, 2014), dan dalam dunia medis (Espro *et al.*, 2021). Sebagai pengganti sukrosa, gula hidrolisat banyak digunakan dalam formulasi produk makanan dan minuman manis ataupun penambah energi dengan dampak glikemik yang lebih rendah. Keberagaman aplikasi gula hidrolisat tersebut menunjukkan fleksibilitas dalam

berbagai konteks industri. Melihat hal ini, produksi gula hidrolisat menjadi urgensi di Indonesia untuk memenuhi permintaan dalam industri tersebut.

Produksi gula hidrolisat juga dapat menjadi solusi terhadap penumpukan limbah pertanian di Indonesia. Indonesia merupakan produsen padi terbesar ketiga setelah Republik Rakyat China (RRC) dan India (Badan Pusat Statistik, 2021). Negara agraris tersebut menempatkan beras sebagai komoditas utama, dilihat dari luas penggunaan lahan menjadi area persawahan. Beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia dan permintaan beras akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk (Aido, Prasmatiwati, dan Adawiyah, 2021). Menurut Badan Pusat statistik, konsumsi beras di Indonesia adalah sekitar 81 kilogram per kapita per tahun. Hal tersebut sejalan dengan produksi beras pada 2021 yang mencapai 54,415,294 ton Gabah Kering Giling (GKG) dengan perkiraan jumlah limbah mencapai 40 ton per tahun pada setiap musim tanam. Peningkatan produksi beras berdampak pada peningkatan limbah jerami, yang menimbulkan kekhawatiran terhadap masalah lingkungan.

Pengelolaan limbah jerami yang buruk di Indonesia, seperti dibiarkan membusuk di ladang atau dibakar dapat menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Polusi udara dan efek rumah kaca merupakan contoh akibat kurang keefektifan dari pengelolaan limbah, termasuk limbah pertanian (Bhattacharyya *et al.*, 2021). Pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak merupakan pemanfaatan yang paling umum dilakukan (Purnamaningsih, Indarjulianto, dan Nururrozi, 2017). Sebagian limbah jerami hanya digunakan sebagai pakan hewan ternak dan bahan kerajinan tangan yang memiliki nilai ekonomi yang rendah. Dengan perkembangan riset dan teknologi, limbah jerami dapat diolah menjadi produk yang jauh bernilai tinggi dibandingkan dengan pengolahan tradisional.

Jerami padi tinggi akan kandungan selulosa ( $C_6H_{10}O_5$ ) (Jirathampinyo, Chumchochart, dan Tinoi, 2023). Sekitar 38% komposisi dinding sel jerami padi adalah selulosa sehingga berpotensi sebagai sumber gula hidrolisat. Transformasi limbah menjadi gula hidrolisat tidak hanya dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga meningkatkan nilai dari limbah jerami (Sundarrajan dan Ranganathan, 2018). Harapan muncul dengan inisiatif penelitian yang sedang

dilakukan untuk mengembangkan metode yang dapat mengubah limbah jerami padi menjadi produk yang bernilai tinggi, yaitu sebagai sumber produksi gula hidrolisat.

Produksi gula hidrolisat yang bersumber dari lignoselulosa limbah jerami tampak sangat menjanjikan. Tidak hanya menjadi solusi untuk mengatasi masalah lingkungan, tetapi juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Akan tetapi, pengolahan lignoselulosa menjadi sumber gula memiliki kendala dalam penguraian. Kendala terletak pada kompleksitas struktur kimia dan kekuatan mekanis yang dimiliki oleh lignoselulosa menyebabkan ketidakefektifan waktu dan proses yang sulit. Lignin dapat menghalangi akses enzim ke hemiselulosa dan selulosa yang tersusun dalam kristalin kompleks dalam lignoselulosa (Soontornchaiboon, Kim, dan Pawongrat, 2016). Sebelum masuk ke tahap hidrolisis diperlukan metode untuk menghilangkan kandungan lignin pada struktur jerami padi.

Penghilangan kandungan lignin dalam tahap praperlakuan telah banyak dilakukan dengan berbagai perlakuan, seperti suhu panas, senyawa kimia dengan elektrolit kuat, dan paparan sinar ultraviolet. Delignifikasi pada penelitian ini menggunakan kombinasi NaOH, paparan ultraviolet, dan suhu panas 45 °C. Menurut Van, Chung, dan Hatti-Kaul (2021), praperlakuan jerami dengan NaOH bertujuan untuk menambahkan luas permukaan sehingga lebih responsif terhadap enzim. Suhu panas dapat mempercepat meningkatkan laju reaksi kimia, mempercepat pemutusan ikatan kimia dalam lignin sehingga proses delignifikasi menjadi lebih efisien (Li *et al.*, 2022). Perlakuan fisik seperti paparan UV juga dapat menyebabkan fenomena kavitas, menyebabkan pelepasan isi sel ke medium (Chemat *et al.*, 2017). Kombinasi dari setiap perlakuan dilakukan untuk mengefektifkan hasil dari delignifikasi. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan suatu proses delignifikasi dan hidrolisis yang efektif serta memperhatikan masalah lingkungan, sehingga memenuhi permintaan dalam industri.

Setelah melewati tahap praperlakuan atau delignifikasi, selulosa yang diperoleh dapat digunakan untuk dikonversi menjadi gula hidrolisat oleh mikroorganisme. Hidrolisis enzimatik dianggap sebagai pendekatan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan metode kimia dengan menghindari

penggunaan zat beracun dan korosif, menjadikan pilihan yang lebih aman dan lebih hijau untuk produksi gula. Penggunaan bahan kimia dalam proses hidrolisis lignoselulosa dapat bersifat racun, korosif, dan berbahaya terhadap lingkungan (Binod, Sindhu, Janu, dan Pandey, 2019). Produk gula hidrolisat yang dihasilkan oleh metode enzimatik juga lebih berkualitas. Penggunaan enzim dalam hidrolisis dapat meningkatkan kualitas hasil hidrolisis dikarenakan enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroorganisme dapat memotong selulosa secara spesifik (Sukara dan Meliawati, 2016). Selain itu, penggunaan energi yang rendah dan potensi kebaruan menyebabkan proses hidrolisis secara biologis lebih ramah terhadap lingkungan (Binod *et al.*, 2019). Oleh karena itu, hidrolisis secara biologis dengan memanfaatkan potensi mikroorganisme di alam untuk mengurai selulosa menawarkan kualitas produk yang tinggi, ramah lingkungan, dan terbarukan.

Mikroorganisme selulolitik dapat diisolasi dari berbagai sumber di alam, termasuk air lindi. Air lindi mengandung lingkungan yang kaya dengan bahan organik, termasuk selulosa dan bahan lignoselulosa lain. Dalam air lindi, bakteri selulolitik berperan penting dalam proses dekomposisi limbah organik termasuk selulosa di lingkungan tempat pembuangan sampah (Mohammadipour, Enayatizamir, Ghezelbash, dan Moezzi, 2021). Koloni Genus *Cellulomonas* dan *Bacillus* adalah bakteri aerob selulolitik yang dapat ditemukan pada air tersebut. Potensi ini membuka peluang untuk menggunakan bakteri selulolitik yang terdapat pada air lindi dalam produksi gula hidrolisat dari jerami padi. Kombinasi ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan lingkungan serta meningkatkan nilai suatu produk yang dianggap tidak bernilai. Keberhasilan produksi gula hidrolisat dilihat dari beberapa parameter yang diamati.

Konsentrasi gula adalah salah satu parameter yang sangat penting yang diukur dalam produksi gula hidrolisat (Subhedar, Ray, dan Gogate., 2018). Pengukuran jumlah gula membantu pemantauan efisiensi konversi selulosa menjadi gula, yang merupakan tujuan utama dalam proses ini. Biasanya, gula yang diukur adalah gula hidrolisat, yang dapat mencakup gula-gula sederhana seperti glukosa (Subhedar *et al.*, 2018). Metode analisis kimia yang umum digunakan untuk mengukur jumlah gula dalam gula hidrolisat adalah spektrofotometri. Jumlah sel bakteri juga merupakan parameter dalam produksi gula hidrolisat (Chang, Yu, Islam, dan

Zhang, 2015). Monitoring dan pengukuran parameter-parameter ini penting untuk memastikan efisiensi, kualitas, dan keberlanjutan proses produksi gula hidrolisat dari jerami.

Produksi gula hidrolisat dari limbah jerami menggunakan bakteri selulolitik air lindi penting untuk dilakukan. Penelitian ini, tidak hanya menawarkan pengolahan limbah jerami yang modern, tetapi juga membuka potensi air lindi sebagai sumber isolat mikroorganisme selulolitik. Penelitian ini selaras dengan pergeseran global menuju praktik industri yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Oleh karena itu akan dilakukan penelitian dengan judul “Efek Konsentrasi Substrat Serbuk Jerami Padi (*Oryza Sativa* L.) terhadap Produksi Gula Hidrolisat Oleh Bakteri Selulolitik Air Lindi”.

## **1.2 Rumusan masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: “Bagaimana optimasi produksi gula hidrolisat hasil dari penguraian substrat jerami padi (*Oryza sativa* L.) oleh bakteri selulolitik air lindi?”

## **1.3 Pertanyaan Penelitian**

Pertanyaan penelitian yang diajukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik bakteri selulolitik asal air lindi yang digunakan dalam produksi gula hidrolisat serbuk jerami padi (*Oryza sativa* L.)?
2. Berapa konsentrasi gula hidrolisat maksimal hasil hidrolisis dari serbuk jerami padi (*Oryza sativa* L.) oleh bakteri selulolitik air lindi?
3. Berapa jumlah sel bakteri selulolitik air lindi maksimal selama hidrolisis serbuk jerami padi (*Oryza sativa* L.)?

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk memperoleh gula hidrolisat dari substrat jerami padi (*Oryza sativa*.) oleh bakteri selulolitik air lindi. Tujuan khusus dari penelitian ini yaitu:

1. Memperoleh informasi karakteristik bakteri selulolitik yang diisolasi dari air lindi
2. Memperoleh informasi jumlah sel selulolitik asal air lindi dan gula hidrolisat maksimal hasil dari hidrolisis serbuk jerami

3. Memperoleh informasi konsentrasi substrat optimal untuk menghasilkan jumlah sel dan konsentrasi gula hidrolisat maksimal

### **1.5 Batasan Penelitian**

Batasan penelitian dari proposal ini adalah sebagai berikut:

1. Isolat bakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri yang diisolasi dari air lindi yang diambil dari tanah di Tempat Pembuangan Sementara Pasar Gegerkalong.
2. Substrat yang digunakan sebagai medium dalam produksi gula hidrolisat yaitu jerami padi (*Oryza sativa* L.) yang diperoleh dari lahan persawahan Cipageran, Cimahi Utara, Kota Cimahi
3. Produksi gula hidrolisat berdasarkan pada perbedaan perlakuan meliputi konsentrasi substrat serbuk jerami padi 5% dan 10% (b/v).

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memiliki manfaat teoritis sebagai berikut.

- 1) Memberikan informasi terkait produksi gula hidrolisat oleh bakteri selulolitik dengan bantuan substrat serbuk jerami padi (*Oryza sativa* L.)
- 2) Memberikan manfaat keilmuan bagi peneliti terkait produksi gula hidrolisat oleh bakteri selulolitik untuk penelitian selanjutnya

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini memiliki manfaat praktis sebagai berikut.

- 1) Mengembangkan metode produksi gula hidrolisat yang memiliki potensi besar dalam berbagai proses industri;
- 2) Memanfaatkan limbah jerami padi (*Oryza sativa* L.) sebagai sumber untuk memproduksi gula hidrolisat.

### **1.7 Struktur Organisasi Skripsi**

Organisasi skripsi disusun mengikuti pedoman penulisan sistematika penulisan karya ilmiah dari Universitas Pendidikan yang terdiri dari lima bab, yaitu pendahuluan, kajian pustaka, metode, hasil dan pembahasan, dan simpulan, saran, dan rekomendasi. Penelitian ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

## 1. Bab I Pendahuluan

Bab 1 berisi uraian latar belakang yang mendasari alasan mengapa penulis melakukan penelitian yang berjudul “Efek Konsentrasi Substrat Serbuk Jerami Padi (*Oryza Sativa* L.) terhadap Produksi Gula Hidrolisat Oleh Bakteri Selulolitik Air Lindi”. Latar belakang diawali dengan membahas pemanfaatan selulosa menjadi gula hidrolisat yang dapat digunakan dalam berbagai industri, limbah jerami yang merupakan sumber selulosa, dan potensi bakteri selulolitik yang diisolasi dari air lindi. Bab pendahuluan juga dilengkapi dengan rumusan inti dari permasalahan, tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

## 2. Bab II Kajian Pustaka

Bab II berisi kumpulan teori relevan yang sejalan dengan topik penelitian yang dilakukan yaitu mengenai produksi gula hidrolisat dari serbuk jerami padi dengan bakteri selulolitik. Kajian pustaka pada penelitian ini berfokus pada topik gula hidrolisat, jerami padi, lignoselulosa mencakup lignin dan juga selulosa, air lindi, bakteri selulolitik, enzim selulase, dan faktor yang mempengaruhi keberhasilan fermentasi SmF (*Submerged fermentation*) untuk menghasilkan enzim untuk menghidrolisis serbuk jerami padi menjadi gula hidrolisat.

## 3. Bab III Metode Penelitian

Bab III diawali dengan tahapan perancangan penelitian yang meliputi, desain penelitian, populasi dan sampel, serta lokasi dan waktu penelitian. Bab III juga berisi inventaris alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Bab yang berisi metode penelitian menjabarkan berbagai metode penelitian yang menjadi dasar dalam setiap kegiatan serta teknik analisis data yang digunakan. Metode tersebut terdiri dari pengambilan sampel, isolasi bakteri selulolitik dari tanah yang terkontaminasi air lindi, pembiakan, seleksi, identifikasi bakteri selulolitik. Pada bab ini juga mencakup metode pembuatan kurva tumbuh, praperlakuan jerami, pembuatan larutan standar gula hidrolisat, pembuatan kurva standar jumlah sel, serta pengukuran parameter (suhu, pH, jumlah sel, serta konsentrasi gula hidrolisat) yang mempengaruhi proses fermentasi SmF (*Submerged fermentation*) untuk menghasilkan enzim selulase

#### 4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab IV menunjukkan hasil dan temuan dalam penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan metode-metode terkait produksi gula hidrolisat dari serbuk jerami padi oleh bakteri selulolitik air lindi. Hasil dan temuan tersebut dapat dihubungkan dengan tujuan dan pernyataan penelitian. Bab ini menjabarkan hasil penelitian yang telah didapat, yaitu isolat bakteri selulolitik asal air lindi, karakterisasi bakteri selulolitik, seleksi sifat selulolitik bakteri pada medium CMC, pengukuran kurva tumbuh bakteri, pengukuran kurva jumlah sel bakteri dan gula hidrolisat bakteri. Hasil tersebut dapat dianalisis dan dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang mendukung ataupun kontra dengan temuan dalam penelitian.

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

Bab V menjelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, yaitu mengenai produksi gula hidrolisat dari serbuk jerami padi oleh bakteri selulolitik air lindi. Isi dari bab penutup tersebut harus dapat menjawab tujuan dari penelitian serta dilengkapi dengan saran serta rekomendasi terkait hal-hal yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya