BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kenaikan permintaan energi dari sumber bahan bakar fosil seperti batu bara, gas, dan minyak bumi sejalan dengan pertumbuhan sektor industri dan ekonomi. Sejumlah 95% konsumsi energi berasal dari bahan bakar fosil, dengan 50% berupa konsumsi Bahan Bakar Minyak (Saragih and Kawano, 2013). Data cadangan bahan bakar fosil di Indonesia ditampilkan pada Tabel 1.1. Berdasarkan tabel tersebut, perkiraan bahan bakar fosil yang cepat habis adalah gas, kemudian disusul dengan minyak bumi dan batu bara.

Tabel 1.1 Cadangan Bahan Bakar Fosil di Indonesia

Jenis Bahan Bakar Fosil	Cadangan Bahan Bakar Fosil per Tahun 2020	Tahun Perkiraan Bahan Bakar Fosil Habis
Batu Bara	7,3 – 8,3 miliar ton	2036
Gas	-	2027
Minyak Bumi	4,7 miliar barel	2028

Sumber : Wiratmaja and Elisa, 2020

Penggunaan bahan bakar fosil juga menghasilkan karbon dioksida (CO_2) yang dapat terkumpul di atmosfer dan menyebabkan perubahan iklim global. Namun, permasalahan tersebut tidak dapat diselesaikan hanya dengan mengurangi konsumsi energi, karena terdapat hubungan yang erat antara konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi yang tinggi diikuti oleh peningkatan konsumsi energi.

Sumber bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui perlu adanya bahan bakar pengganti (Saragih and Kawano, 2013). Salah satu contoh sumber bahan bakar alternatif atau pengganti yang bersifat terbarukan dan bukan berasal dari fosil adalah bioetanol. Bioetanol merupakan bahan bakar yang dapat digunakan sebagai pengganti atau campuran dengan bahan bakar fosil. Bioetanol dibuat melalui proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat seperti jagung, tebu, sorgum, atau ubi kayu dengan bantuan mikroorganisme. Bioetanol terbagi menjadi empat generasi.

Generasi pertama menggunakan tanaman yang mengandung pati seperti molases, nira kelapa, nira batang sorgum, pati sagu, dan pati ubi kayu. Generasi kedua menggunakan bahan dari lignoselulosa seperti bagas tebu, tandan kosong kelapa sawit, tongkol jagung, dan lain-lain (Khairiah and Ridwan, 2021).

Bioetanol memiliki keunggulan yaitu lebih ramah lingkungan (Jusuf and Ginting, 2014). Selain itu, bioetanol dianggap lebih aman karena memiliki titik nyala yang tiga kali lebih tinggi daripada bensin, dan menghasilkan emisi gas hidrokarbon yang lebih rendah. Namun dilihat dari segi ekonomi, pemanfaatan bioetanol belum optimal karena biaya produksi bioetanol masih tinggi. Oleh karena itu, untuk menurunkan biaya produksi bioetanol maka salah satu solusi yang dapat dilakukan yaitu dengan substitusi bahan baku dari generasi pertama ke generasi kedua (Khairiah and Ridwan, 2021).

Tongkol jagung merupakan salah satu biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan baku produksi bioetanol. Tanaman jagung (*Zea Mays L.*) merupakan komoditas strategis yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Jagung merupakan salah satu sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena perannya sebagai sumber utama makanan dengan kandungan karbohidrat (Susanto dkk., 2017). Menurut Badan Pangan Nasional (2023), pada tahun 2023 kebutuhan jagung diperkirakan mencapai 16,98 juta ton, dengan perkiraan produksi jagung mencapai 18,15 juta ton, yang membawa stok dari tahun 2022 sebanyak 3,08 juta ton. Dari data tersebut, terdapat sejumlah 30% bagian dari tanaman jagung yang jarang dimanfaatkan dan terbuang menjadi limbah yaitu tongkol jagung (Purwono dkk., 2016). Saat ini, pemanfaatan limbah tongkol jagung masih terbatas dan minim. Tongkol jagung memiliki kandungan lignoselulosa yang terdiri atas 36% hemiselulosa, 41% selulosa, dan 16% lignin (Sari dkk., 2018). Kandungan selulosa dalam tongkol jagung berpotensi sebagai bahan baku proses produksi bioetanol.

Selulosa selalu berikatan dengan hemiselulosa dan lignin. Hal tersebut dapat menjadi hambatan utama dalam hidrolisis selulosa karena lignin memiliki ikatan arilalkil dan ikatan eter yang memiliki sifat tahan terhadap hidrolisis. Untuk mengatasi hambatan tersebut maka pembuatan bioetanol dari tongkol jagung dibagi menjadi lima tahapan, yaitu (1) *pretreatment* ; (2) proses hidrolisis asam untuk

mengubah sukrosa menjadi glukosa ; (3) proses detoksifikasi untuk mengurangi pembentukan senyawa inhibitor ; (4) proses fermentasi glukosa menjadi etanol ; (5) proses destilasi (Purwono dkk., 2016).

Pada proses hidrolisis asam umumnya menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) atau asam klorida (HCl) yang digunakan untuk memecah karbohidrat menjadi glukosa. Proses detoksifikasi dilakukan untuk mengurangi pembentukan senyawa penghambat dengan menggunakan senyawa lain. Detoksifikasi dapat dilakukan secara biologi, fisika, dan kimia. Proses detoksifikasi secara kimia menggunakan senyawa alkali, seperti NaOH, KOH, dan $Ca(OH)_2$. Proses fermentasi akan merubah glukosa menjadi etanol dengan penambahan ragi (Purwono dkk., 2016). Pada produksi bioetanol, proses fermentasi dilakukan secara anaerob. Proses fermentasi dipengauhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah waktu, pH, starter, dan nutrisi. Waktu fermentasi digunakan untuk menentukan kondisi optimal pertumbuhan mikroorganisme dan pH untuk mengatur laju fermentasi serta pembentukan produk (Nasrun dkk., 2015). Proses terakhir dalam produksi bioetanol adalah destilasi. Destilasi digunakan untuk memisahkan dua zat cair atau lebih berdasarkan titik didihnya yang berlangsung di bawah keadaan tekanan atmosfer (Purwono dkk., 2016).

Berdasarkan peluang tongkol jagung sebagai bahan baku produksi bioetanol, maka dilakukan penelitian dengan judul "Optimasi Kondisi Fermentasi Tongkol Jagung Dengan Metode *Central Composite Design* Untuk Produksi Bioetanol". Pada penelitian ini dilakukan studi mengenai variasi persentase starter dan massa nutrisi. Penentuan kondisi optimum fermentasi dilakukan dengan metode *Central Composite Design* (CCD). *Central Composite Design* merupakan salah satu metode desain dari *Response Surface Methodology* yang digunakan untuk proses optimasi dalam menentukan jumlah eksperimen atau percobaan. Metode *Central Composite Design* memiliki tiga titik yang berbeda, yaitu titik axial (*star points*), titik faktorial, dan titik pusat (*central point*) (Dwiastuti and Dewi, 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, terdapat beberapa rumusan masalah yang dapat diambil pada penelitian "Optimasi Kondisi Fermentasi Tongkol Jagung Dengan Metode *Central Composite Design* Untuk Produksi Bioetanol" adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tahapan proses fermentasi dalam produksi bioetanol dari tongkol jagung?
2. Bagaimana pengaruh persentase starter pada proses fermentasi tongkol jagung terhadap komposisi bioetanol?
3. Bagaimana pengaruh massa nutrisi pada proses fermentasi tongkol jagung terhadap komposisi bioetanol?
4. Bagaimana kondisi optimum persentase starter dan massa nutrisi terhadap komposisi bioetanol dari tongkol jagung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, terdapat beberapa tujuan yang dapat diambil pada penelitian "Optimasi Kondisi Fermentasi Tongkol Jagung Dengan Metode *Central Composite Design* Untuk Produksi Bioetanol" adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui tahapan proses fermentasi dalam produksi bioetanol dari tongkol jagung.
2. Untuk mengetahui pengaruh persentase starter pada proses fermentasi tongkol jagung terhadap komposisi bioetanol.
3. Untuk mengetahui pengaruh massa nutrisi pada proses fermentasi tongkol jagung terhadap komposisi bioetanol.
4. Untuk mengetahui kondisi optimum persentase starter dan massa nutrisi terhadap komposisi bioetanol dari tongkol jagung.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian "Optimasi Kondisi Fermentasi Tongkol Jagung Dengan Metode *Central Composite Design* Untuk Produksi Bioetanol" terdapat beberapa batasan yang telah ditetapkan diantaranya sebagai berikut :

1. Bahan baku yang digunakan adalah tongkol jagung.
2. *Yeast* yang digunakan adalah fermipan (*Saccharomyces cerevisiae*).
3. Nutrisi yang digunakan adalah urea.
4. Penelitian dilakukan pada tahap proses fermentasi tongkol jagung menjadi bioetanol.
5. Metode yang digunakan dalam optimasi proses fermentasi adalah *Central Composite Design*.

UNIVERSITAS INTERNASIONAL SEMEN INDONESIA
UISI