

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dewasa ini konsumsi energi merupakan hal penting bagi kehidupan manusia untuk menunjang segala aktivitas. Rata-rata konsumsi energi di Indonesia meningkat sebanyak 2% pertahun, serta dalam rentang 2000-2016 konsumsi energi meningkat sebesar 27% [1]. Peningkatan konsumsi energi ini terjadi dalam berbagai sektor seperti sektor industri, transportasi, rumah tangga, dan lainnya. Pada saat bersamaan cadangan sumber energi tidak terbarukan semakin menipis, salah satunya yaitu minyak bumi [2]. Persediaan minyak bumi berasal dari fosil, terutama fosil laut yang membusuk dan mengendap sebagian selama beratus-ratus tahun [3]. Minyak bumi mempunyai dampak terhadap lingkungan yang serius karena menghasilkan gas buang yang berbahaya yaitu karbondioksida dan timbal [4]. Gas buang tersebut menghasilkan polusi udara dan emisi gas rumah kaca sehingga menyebabkan perubahan iklim dunia [5]. Maka dari itu diperlukan sumber energi yang terbarukan serta ramah terhadap lingkungan.

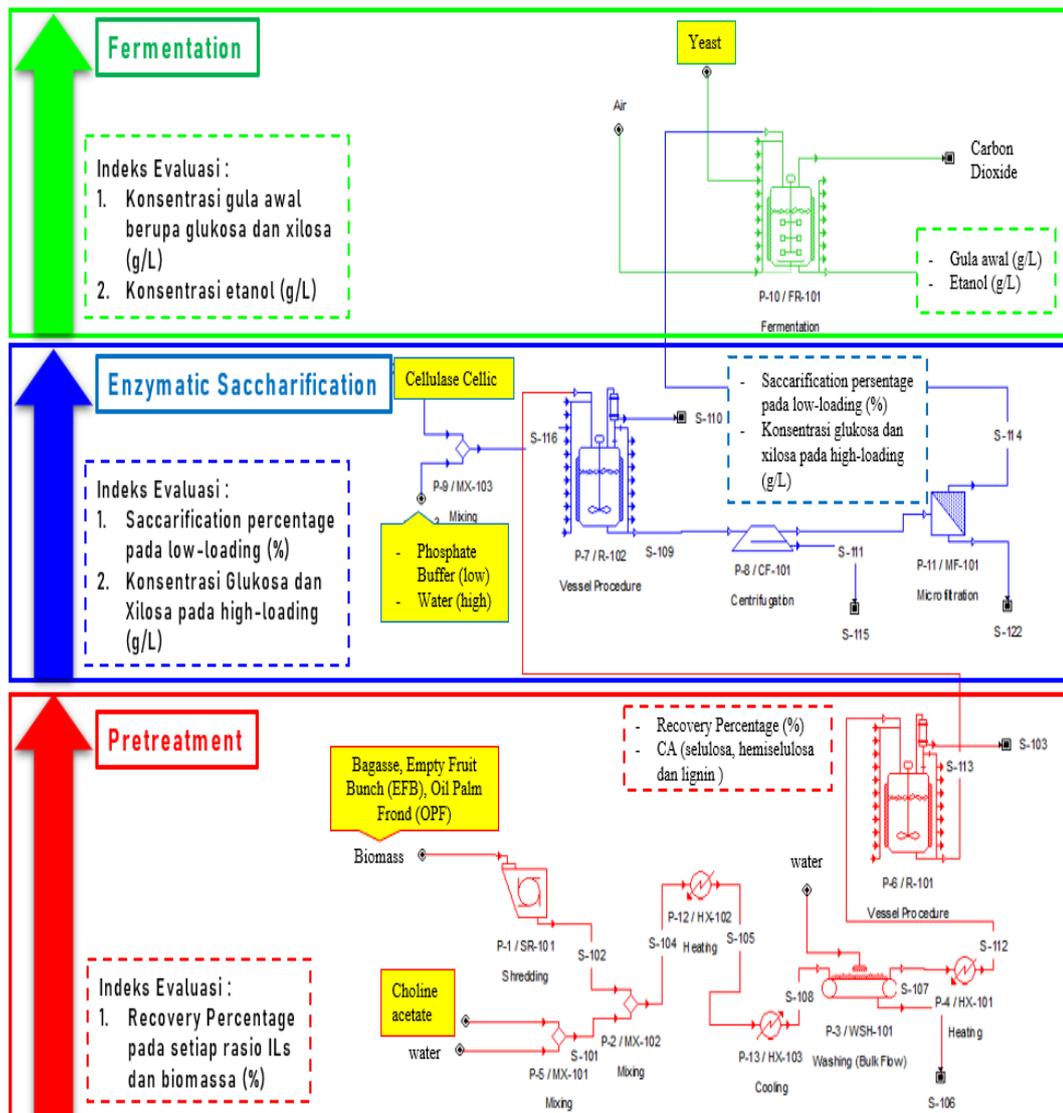
Salah satu alternatif sumber energi dengan aspek ramah lingkungan adalah sumber energi biomassa. Biomassa merupakan sumber energi yang dapat menghasilkan nilai oktan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumber energi fosil [6]. Hal ini mempengaruhi hasil akhir pembakaran yang tidak menimbulkan gas berbahaya serta dapat mengurangi peluaran gas karbondioksida, sehingga mampu menurunkan emisi rumah kaca sekitar 18% [6, 7]. Selain ramah lingkungan, biomassa jumlahnya melimpah karena terdapat pada tanaman-tanaman, pepohonan, limbah pertanian, kotoran ternak dan lainnya yang bersumber dari hayati [8]. Salah satu contoh pemanfaatan dan konversi biomassa adalah bioetanol. Bioetanol merupakan salah satu senyawa alkohol mengacu pada etanol yang bersumber dari hayati dan mengalami fermentasi gula [9]. Bioetanol memiliki sifat mudah terbakar, tidak berwarna dan larut dalam air, serta hasil pembakaran bioetanol dapat dimanfaatkan kembali untuk sumber hayati itu sendiri [9]. Dewasa ini, salah satu sumber hayati yang digunakan untuk menghasilkan bioetanol adalah biomassa lignoselulosa.

Biomassa lignoselulosa merupakan biopolimer yang banyak terdapat pada alam dan terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin serta sejumlah kecil dari protein, pektin, abu dan ekstraktif [10]. Proses perubahan biomassa lignoselulosa menjadi bioetanol pada umumnya terjadi dalam tiga tahap, yaitu tahap *pretreatment*, tahap *enzymatic saccharification* (hidrolisis) dan tahap fermentasi [11]. Biomassa lignoselulosa mempunyai dinding tanaman yaitu lignin dan hemiselulosa yang sulit untuk dipecah. Maka dari itu, diperlukan proses *pretreatment* yang dapat memecah dinding tersebut sehingga enzim dapat mengakses selulosa untuk diubah menjadi *fermentable sugar*. Saat ini proses *pretreatment* dapat dilakukan melalui beberapa cara, salah satu cara yang paling efektif dibandingkan dengan cara *pretreatment* konvensional serta telah terbukti dapat melarutkan selulosa yaitu menggunakan *ionic liquids* (IL) [12]. Namun, proses penelitian eksperimental dengan menggunakan IL diperlukan biaya yang relatif tinggi dan waktu yang relatif lama.

Maka dari itu, untuk mengoptimalkan produksi bioetanol melalui proses *biorefinery*, diperlukan penelitian dengan studi simulasi menggunakan *software* SuperPro Designer (SPD). Susunan proses yang baik dimiliki SPD yang termasuk ke dalam kelebihan dari *software* ini, khususnya dalam hal proses biokimia serta senyawa yang spesifik dan unit yang lengkap. Selain itu, pengeluaran biaya yang dikeluarkan pada proses yang terjadi bisa didapatkan oleh SPD sehingga banyak digunakan terutama untuk skala industri. Sebagaimana simulasi kelapa sawit dengan proses pirolisis cepat yang telah dilakukan oleh ( Jemma Mabrouki “*Simulation of Biofuel Production via Fast Pyrolysis of Palm Oil residues*” 2015) dengan menggunakan *software* SPD [13]. Hasil simulasi Jemma Mabrouki menunjukkan bahwa perbandingan kesalahan rata-rata antara eksperimen dan simulasi tidaklah berbeda jauh yaitu hanya sekitar 8.4% [13]. Hal ini membuktikan bahwa simulasi dapat dijadikan acuan untuk persiapan yang lebih baik sebelum melakukan eksperimental. Namun, simulasi yang telah dilakukan masih terbatas pada proses pirolisis cepat dalam mendapatkan biofuel.

Ada beberapa hal yang membedakan simulasi yang dilakukan Jemma dan penelitian ini diantaranya biomassa yang diteliti, proses yang terjadi dan hasil yang didapatkan. Pada simulasi Jemma, biomassa yang diteliti adalah kelapa sawit yang terdiri dari cangkang kelapa sawit, serat *mesocarp*, dan tandan kosong kelapa sawit.

Sedangkan yang diteliti pada penelitian ini terdiri atas biomassa *bagasse*, *empty fruit bunch* (EFB) dan *Oil Palm Frond* (OPF). Selain itu perbedaan terletak pada proses yang terjadi, Jemma menggunakan proses pirolisis sedangkan pada simulasi ini menggunakan proses *biorefinery*. Perbedaan terakhir, yaitu hasil yang didapat, pada simulasi Jemma yaitu biofuel sedangkan penelitian ini mendapatkan hasil bioetanol. Data Hasil simulasi, divalidasi dengan data hasil eksperimental yang telah dilakukan oleh Amaliyah R.I.U [12]. *Outline* penelitian ditunjukkan pada **Gambar 1.1**.



**Gambar 1. 1** Outline Penelitian

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana simulasi proses *biorefinery* dalam produksi bioetanol dengan *software* SuperPro Designer ?
2. Bagaimana perbandingan hasil simulasi dengan hasil eksperimen proses *biorefinery* dalam produksi bioetanol?
3. Bagaimana pengaruh jenis biomassa terhadap produksi bioetanol dengan *software* SuperPro Designer?
4. Bagaimana pengaruh rasio antara IL dengan biomassa terhadap produksi bioetanol dengan *software* SuperPro Designer?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Merancang simulasi proses *biorefinery* dalam produksi bioetanol dengan *software* SuperPro Designer
2. Mengetahui perbandingan hasil simulasi dengan hasil eksperimen proses *biorefinery* dalam produksi bioetanol
3. Menganalisis pengaruh jenis biomassa terhadap produksi bioetanol
4. Menganalisis pengaruh rasio antara IL dengan biomassa terhadap produksi bioetanol dengan *software* SuperPro Designer ?

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. *Software* simulasi yang dipakai SuperPro Designer 9.5.
2. Proses yang terjadi dan validasi data secara keseluruhan mengacu pada eksperimental yang telah dilakukan oleh Amaliyah R.I.U dkk [12].
3. Untuk jenis biomassa yang diuji adalah *bagasse*, EFB dan OPF.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian mengenai simulasi produksi bioetanol dalam *biorefinery* dengan variasi biomassa menggunakan SuperPro Designer dilakukan berdasarkan validasi data yang membandingkan hasil eksperimen dengan hasil simulasi, perlakuan jenis biomassa dan juga perlakuan rasio antara IL dan biomassa. Jenis biomassa yang dilakukan perlakuan diantaranya *bagasse*, EFB dan OPF. Selain itu, perlakuan

perbandingan antara IL dan biomassa berada diantara rasio 0-3. Rasio tersebut sesuai dengan acuan pada eksperimen yang dilakukan oleh Amaliyah R.I.U agar mendapatkan rasio yang minimum menghasilkan produksi bietanol yang maksimum [12]. Tahap-tahap untuk menghasilkan bioetanol berdasarkan simulasi diantaranya tahap diagram alir penelitian, tahap gambaran proses yang telah dilakukan, tahap deskripsi simulasi pada *software* SuperPro Designer, dan tahap analisis data hasil simulasi. Untuk lebih jelasnya sebagai berikut :

#### 1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir menjelaskan secara singkat penelitian yang dilakukan. Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara singkat keseluruhan proses yang terjadi pada penelitian ini.

#### 2. Metode Eksperimen

Metode eksperimen menjelaskan gambaran keseluruhan proses yang terjadi pada eksperimental yang dilakukan oleh Amaliyah R.I.U [12]. Metode ini akan menjadi panduan untuk memodelkan simulasi pada *software* SuperPro Designer.

#### 3. Metode Simulasi

Metode simulasi menjelaskan secara keseluruhan semua proses pemodelan simulasi yang sesuai pada tahap gambaran proses. Proses-proses tersebut diantaranya proses *pretreatment*, proses *Enzymatic Saccharification*, tahap *Fermentation*.

#### 4. Metode Analisis Data

Metode analisis data akan menjelaskan parameter-parameter yang digunakan ada pada penelitian ini disetiap tahap proses biorefinery dan juga mencari rasio minimum untuk menghasilkan etanol yang optimum. Pada setiap tahap akan divalidasi data untuk memastikan kebenaran dari penelitian simulasi ini. Pada tahap *pretreatment* ada parameter data *recovery percentage* (%). Lalu tahap *enzymatic saccharification* terjadi dalam dua proses yaitu *low-loading* (10g/L) dengan menghasilkan data berupa *saccharification percentage* dan proses *high-loading* (100g/L) menghasilkan data berupa konsentrasi glukosa dan xilosa (g/L). Serta tahap fermentasi ada parameter data gula awal berupa konsentrasi glukosa xilosa dan etanol (g/L). Setelah itu pada setiap tahapnya ada masukan variasi biomassa.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan perencanaan tugas akhir dibagi menjadi beberapa bab, yaitu sebagai berikut:

### **1. BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini ada beberapa penjelasan mengenai latar belakang penulis melakukan penelitian. Untuk selanjutnya penjelasan mengenai rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan juga sistematika penulisan.

### **2. BAB 2 LANDASAN TEORI**

Bab ini berupa penjelasan mengenai teori-teori yang digunakan diantaranya pendahuluan energi, *biorefinery*, biomassa *bagasse*, biomassa EFB, biomassa OPF, biomassa lignoselulosa, IL, enzim selulase, Ragi, bioetanol, mencari error dan *software* SuperPro Designer. Teori tersebut digunakan untuk mendukung dalam penelitian ini.

### **3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisi penjelasan tentang diagram alir penelitian ini, tahap-tahap eksperimental yang telah dilakukan oleh Amaliyah R.I.U [12] dan deskripsi proses pemodelan yang terdapat pada *software* simulasi SuperPro Designer serta metode analisis data pada penelitian ini.

### **4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi validasi data hasil simulasi dengan hasil eksperimental, pengaruh variasi biomassa terhadap konsentrasi bioethanol, dan pengaruh rasio IL dengan biomassa ( w/w ) terhadap produksi bioethanol beserta pembahasannya.

### **5. BAB 5 PENUTUP**

Bab ini berisi simpulan dari penelitian yang dilakukan beserta saran untuk penelitian serupa berikutnya.