

## BAB III

### TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### 3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan teknik konversi selulosa dan hemiselulosa yang terdapat pada *reject pulp* menjadi bioetanol menggunakan enzim selulase, xylanase, dan selubiose serta ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan *Pichia stipitis* menggunakan reaktor Sakarifikasi dan Ko-Fermentasi Serempak (SKFS).
2. Mendapatkan data kondisi proses yang optimum dari proses Sakarifikasi dan Ko-Fermentasi Serempak (SKFS) menggunakan kombinasi enzim selulase, xylanase dan selubiose serta ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan *Pichia stipitis* untuk konversi selulosa yang terdapat pada *reject pulp* menjadi bioetanol pada reaktor skala laboratorium.
3. Mendapatkan data kondisi proses yang optimum dari proses Sakarifikasi dan Ko-Fermentasi Serempak (SKFS) menggunakan kombinasi enzim selulase, xylanase dan selubiose serta ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan *Pichia stipitis* untuk konversi selulosa yang terdapat pada *reject pulp* menjadi bioetanol pada reaktor bench scale.
4. Mengembangkan teknik *zero waste* industri *pulp & paper* dalam rangka menurunkan beban pencemaran lingkungan dan daur ulang limbah padat industri *pulp & paper* di Indonesia.

#### 3.2. Manfaat Penelitian

Ketergantungan Indonesia akan energi yang berasal dari bahan bakar minyak (BBM) sedemikian besar sehingga kini telah menjadi negara pengimpor net BBM. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menyediakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan berbasis sumber daya alam terbarukan. Konflik kenaikan harga BBM merupakan permasalahan yang sering dihadapi

bangsa kita. Selain karena dampaknya yang akan berimbas pada berbagai harga bahan-bahan lainnya, kenaikan harga BBM akan berdampak langsung bagi kehidupan. Hal ini dikarenakan BBM merupakan suatu kebutuhan yang sangat urgen dan tidak dapat dihindarkan dari kehidupan, baik rumah tangga maupun industri, terlebih lagi sektor transportasi.

Bahan bakar yang digunakan masyarakat pada umumnya merupakan bahan bakar yang berasal dari fosil (*fossil fuel*), dan merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable resources*). Kontinuitas penggunaan bahan bakar fosil memunculkan dua ancaman serius, yang pertama adalah faktor ekonomi, berupa jaminan ketersediaan bahan bakar fosil untuk beberapa dekade mendatang, masalah suplai, harga, dan fluktuasinya. Sedangkan yang kedua adalah polusi akibat emisi pembakaran bahan bakar fosil ke lingkungan. Polusi yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar fosil memiliki dampak langsung maupun tidak langsung kepada kesehatan manusia. Polusi langsung dapat berupa gas-gas berbahaya, seperti CO, NO<sub>x</sub>, dan UHC (*unburn hydrocarbon*), juga unsur metalik seperti timbal (Pb). Sedangkan polusi tidak langsung mayoritas berupa ledakan jumlah molekul CO<sub>2</sub> yang berdampak pada pemanasan global (*Global Warming Potential*). Kesadaran terhadap ancaman serius tersebut telah mengintensifkan berbagai riset yang bertujuan menghasilkan sumber-sumber energi (*energy resources*) yang lebih terjamin keberlanjutannya (*sustainable*) dan lebih ramah lingkungan (Berita Iptek, 2005).

Pengembangan bioenergi seperti bioetanol dari biomassa sebagai sumber bahan baku yang dapat diperbarui merupakan satu alternatif yang memiliki nilai positif dari aspek sosial dan lingkungan. *Reject pulp* merupakan salah satu sumber biomassa yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi bioetanol. Beberapa tahapan proses pada produksi bioetanol dari biomassa adalah perlakuan *pretreatment*, hidrolisa selulosa dan hemiselulosa, fermentasi dan pemisahan bioetanol. Beberapa permasalahan pada produksi bioetanol adalah kebutuhan energi yang besar untuk proses hidrolisis dengan asam dan harga enzim yang cukup mahal jika menggunakan proses hidrolisis enzimatik. Salah satu faktor penentu harga produksi bioetanol dari biomassa limbah pertanian

adalah harga enzim pendegradasi biomassa selulosa dan hemiselulosa (Yinbo dkk., 2006).

Potensi *reject pulp* dari Industri *pulp & paper* yang ada di Provinsi Riau cukup melimpah. *Reject pulp* yang dibuang sebagai limbah padat 2,5% dari total produksi *pulp* sebesar 7000 ton per hari (PT.RAPP, 2008; Chairul, 2009) atau 65.000 ton *reject pulp* per tahun. Dengan perkiraan pesimistik ini, maka akan dapat dihasilkan 25 % bioetanol dari *reject pulp*, atau sekitar 16.500 ton bioetanol per tahun bila kita berhasil memanfaatkan seluruh *reject pulp* dari PT. RAPP. Produksi bioetanol ini dapat digunakan untuk memasok kebutuhan bahan bakar minyak perusahaan atau masyarakat di sekitar pabrik.

Pengembangan teknologi bioproses dengan menggunakan enzim pada proses hidrolisisnya diyakini sebagai suatu proses yang lebih ramah lingkungan (Pan *et al.*, 2004). Pemanfaatan enzim sebagai zat penghidrolisis tergantung pada substrat yang menjadi prioritas. Komposisi terbesar dalam polisakarida adalah selulosa dan hemiselulosa. Umumnya pemanfaatan enzim selulase hanya mampu menghidrolisis selulosa menjadi glukosa pada hidrolisis sempurna, kemudian glukosa difermentasi dengan menggunakan *S. cerevisiae* menjadi bioetanol. Namun demikian proses hidrolisis yang terjadi tidak semuanya sempurna, karena sebagian dari hidrolisis selulosa menjadi selubiosa yang merupakan bentuk dari disakarida yang dikenal sebagai hidrolisis parsial (Himmel, *et al.*, 1996). Selain itu jika kita hanya mengandalkan enzim selulase saja maka yang dapat terkonversi menjadi monosakarida hanya selulosa. Padahal sebagian komposisi karbohidrat *reject pulp* adalah hemiselulosa.

Oleh karena itu beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam penelitian karena masih belum banyak diteliti 1) Pemanfaatan enzim yang spesifik untuk mengkonversi disakarida akibat hidrolisis parsial selulosa menjadi glukosa sebagai monosakarida. 2) Pemanfaatan enzim yang spesifik mengkonversi hemiselulosa menjadi monosakaridanya yaitu yang terbesar adalah xylosa. Jika hal ini dapat dilakukan dengan baik dan berhasil maka akan meningkatkan konversi *reject pulp* menjadi bioetanol. Salah satu enzim yang mampu menghidrolisis selubiosa menjadi monosakaridanya adalah enzim sellubiase



(Himmel, *et al.*, 1996). Enzim xylanase merupakan enzim yang spesifik yang dapat dimanfaatkan untuk menghidrolisis hemiselulosa menjadi xylosa sebagai monosakarida dari hemiselulosa tersebut (Cantarella, *et al.*, 2004).

Mengacu pada fenomena-fenomena di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengkombinasikan penggunaan enzim *selulase*, *xylanase* dan *selubiase*, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan enzim dan meningkatkan konversi *reject pulp* menjadi bioetanol dengan memanfaatkan enzim *selulase*, *selubiase* dan *xylanase* secara simultan dengan proses Sakarifikasi dan Ko-Fermentasi Serentak (SKFS). Konversi selulosa dan hemiselulosa *reject pulp* masih dapat ditingkatkan dengan mengkombinasikan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan *Pichia stipitis*. Penambahan *Pichia stipitis* diharapkan dapat menfermentasi xylosa *reject pulp* menjadi bioetanol sehingga *yield* bioetanol yang dihasilkan dapat ditingkatkan.

4.1.1 Dengan demikian, penelitian ini akan memiliki nilai yang tinggi mengingat Indonesia, dan hampir seluruh negara di dunia, mengalami krisis energi. Keberhasilan penelitian ini akan sangat bermanfaat bagi peningkatan ketersediaan sumberdaya energi yang memanfaatkan melimpahnya limbah industri *pulp and paper*. Keunggulan lain dari produksi bioetanol dari *reject pulp* adalah tidak dibutuhkannya proses *pretreatment* karena biomassa *reject pulp* sudah mengalami proses pemasakan / delignifikasi pada tangki digester pabrik *pulp* dan kandungan lignin sudah cukup rendah. Disamping itu, aplikasi dari hasil penelitian limbah *pulp and paper* yang tidak terolah juga akan sangat bermanfaat bagi lingkungan dengan mengolah limbah serta pemakaian energi yang beremisi rendah. Manfaat yang akan dikembangkan adalah adanya industri dengan teknologi hasil riset dalam negeri yang mendukung tercapainya peta jalan energi mixing di tanah air.

lanase. Serta bahan-bahan kimia lain seperti  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ , Buffer Na-sitrat 0.1 M (pH 4; 4.3-5; 5.5 dan 6) Glukosa dan Aquades, Buffer asetat pH 5, glukosa, dan yeast extract.

