

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang dan Masalah

Peningkatan kebutuhan energi (khususnya energi dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui) disebabkan oleh penambahan penduduk dan peningkatan kesejahteraan umat manusia khususnya di negara berkembang (Karakashev *et al.*, 2007). Dalam lima tahun terakhir volume impor BBM selalu di atas 20 juta kilo liter, sekitar 30-35 persen dari total konsumsi. Pada tahun 2009 konsumsi BBM bersubsidi mencapai 21.218.383 kL (Anonim^a, 2010). Kebutuhan BBM pada tahun 2011 mencapai 40.494.000 kL, sedangkan pada tahun 2012 konsumsi BBM bersubsidi diperkirakan meningkat mencapai angka 47.000.000 kL yang sebelumnya asumsi volume BBM bersubsidi dalam APBN-Perubahan 2012 ditetapkan sebanyak 40.000.000 kL (Anonim, 2012), sedangkan kebutuhan BBM pada tahun 2015 diperkirakan menjadi 136.200.000 kL dan impornya menjadi 89.700.000 kL.

Untuk mengurangi impor dan ketergantungan terhadap BBM, pemerintah mengeluarkan kebijakan yang dituangkan pada Instruksi Presiden Nomor 1 tahun 2006, Inpres Nomor 2 Tahun 2006, dan Peraturan Presiden Nomor 5 tahun 2006 mengenai pengembangan dan penggunaan bahan bakar alternatif (Hayun, 2008). Salah satu yang menjadi pilihan sebagai sumber energi pengganti minyak bumi adalah bioetanol yang dapat diproduksi dari bahan nabati dan dapat diperbarui.

Kemudian disusul dengan SK Dirjen Minyak dan Gas No. 3674/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006 yang mengizinkan pencampuran bioetanol ke dalam gasoline hingga 10 % (Toharisman, 2008).

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku nabati. Pada saat ini, di Indonesia sedang dikembangkan bioetanol generasi kedua yaitu bioetanol berbahan baku biomasa limbah agroindustri yang mengandung selulosa dan hemiselulosa, seperti ampas tebu (Badger, 2002; Gomez *et al.*, 2008).

Ampas tebu yang merupakan salah satu biomassa agroindustri yang mengandung selulosa dan hemiselulosa persediannya berlimpah dan harganya murah di Indonesia. Pada tahun 2009 tanaman tebu di Indonesia adalah 473.000 ha dan diperkirakan setiap hektar tanaman tebu mampu menghasilkan 4,7 ton ampas tebu (Anonim^b, 2010). Maka potensi ampas tebu nasional dari total luas tanaman tebu mencapai 2.223.100 ton ampas. Sementara, biomassa limbah agroindustri ini kurang dimanfaatkan di Daerah Lampung.

Ampas tebu tidak dapat langsung difermentasi oleh mikroba menjadi bioetanol karena mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin tinggi yang merupakan senyawa kompleks. Menurut Septiyani (2011), ampas tebu mengandung 45,96% selulosa, 20,37% hemiselulosa, dan 21,56% lignin. Senyawa kompleks ini harus didegradasi terlebih dahulu menjadi gula sederhana (hexosa dan atau pentosa) sebelum difermentasi oleh mikroba menjadi bioetanol. Degradasi biomasa limbah untuk menghasilkan gula sederhana ini dikenal dengan perlakuan awal (*pre-treatment*). Perlakuan awal secara basa untuk memisahkan

lignin dari selulosa dan hemiselulosa limbah agroindustri telah ditemukan yaitu dengan 1 M NaOH pada suhu 121°C selama 15 menit (Septiyani, 2011).

Selulosa dan hemiselulosa ampas tebu harus dihidrolisis menjadi gula sebelum dikonversi menjadi bioetanol. Hidrolisa asam dan hidrolisa enzimatik merupakan dua metode utama yang banyak digunakan khususnya untuk bahan-bahan lignoselulosa dari limbah pertanian (Mussantto dan Roberto, 2004). Hidrolisa selulosa secara enzimatik memberi *yield* etanol sedikit lebih tinggi dibandingkan metode hidrolisa asam (Palmquist dan Hahn-Hagerdal, 2000). Namun proses enzimatik merupakan proses yang paling mahal. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini digunakan hidrolisis secara asam, yaitu asam kuat (H_2SO_4) yang mampu menghidrolisis ikatan selulosa dan hemiselulosa pada suhu dan tekanan tertentu selama waktu tertentu sehingga menghasilkan monomer gula dari selulosa dan hemiselulosa. Kondisi hidrolisis secara asam yang efektif dan efisien belum diketahui. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menemukan pengaruh perlakuan awal basa dan kondisi hidrolisis asam yang optimal.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh perlakuan awal dengan natrium hidroksida dan hidrolisis dengan asam sulfat terhadap kadar gula reduksi ampas tebu.

C. Kerangka Pemikiran

Ampas tebu tidak dapat langsung difermentasi oleh mikroba menjadi bioetanol karena mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang membentuk

senyawa kompleks. Senyawa kompleks ini harus diberi perlakuan awal terlebih dahulu sebelum difermentasi oleh mikroba agar bioetanol yang dihasilkan tinggi (Sutikno, *et.al.*, 2010). Kandungan selulosa ampas tebu yang telah diberi perlakuan awal menggunakan NaOH 1 M pada suhu 121°C selama 15 menit menghasilkan kandungan selulosa sebanyak 64,78 %, kandungan hemiselulosa sebanyak 27,5 %, dan kandungan lignin sebesar 2,8 % (Septiyani, 2011).

Hidrolisis merupakan proses pemecahan polisakarida di dalam biomassa lignoselulosa, yaitu selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula penyusunnya. Hidrolisis sempurna selulosa menghasilkan glukosa, sedangkan hemiselulosa menghasilkan beberapa monomer gula pentosa (xilosa, arabinosa, dan ribosa) dan heksosa (glukosa, fruktosa, dan galaktosa). Hidrolisis selulosa secara asam bertujuan untuk menghasilkan glukosa. Asam dalam reaksi hidrolisis biasa disebut sebagai katalis, yaitu zat yang dapat mempercepat terjadinya reaksi (Lowry, 1987). Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer (Taherzadeh dan Karimi, 2007).

Hidrolisis asam pekat merupakan teknik yang ditemukan pertama kali pada tahun 1819 oleh Braconnot bahwa selulosa bisa dikonversi menjadi gula yang dapat difermentasi dengan menggunakan asam pekat. Hidrolisis ini menghasilkan gula yang tinggi dan dengan demikian akan menghasilkan etanol lebih tinggi dibandingkan hidrolisis asam encer. Namun hidrolisis asam pekat lebih membutuhkan biaya investasi dan pemeliharaan yang tinggi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan digunakan hidrolisis menggunakan asam encer.

Hidrolisis asam encer merupakan metode hidrolisis yang banyak dikembangkan dan diteliti saat ini. Melalui teknik ini, selulosa bisa dikonversi

menjadi gula yang dapat dilakukan pada suhu rendah. Keuntungan utama hidrolisa dengan asam encer adalah murah (Iranmahboob *et al.*, 2002). Umumnya asam yang digunakan adalah H_2SO_4 atau HCl (Mussatto dan Roberto, 2004) pada kisaran konsentrasi 2-5% (Sun dan Cheng, 2002), dan suhu reaksi ± 160 °C.

Asam sulfat (H_2SO_4) merupakan jenis asam kuat yang mampu menghidrolisis lignoselulosa menjadi glukosa. H_2SO_4 dapat menghidrolisis hemiselulosa yang menghasilkan gula-gula pentosa dan heksosa (Girindra, 1990). Hasil penelitian Yulianingsih (2010), kadar gula reduksi yang dihasilkan dengan bahan baku jerami padi sebanyak 420.063 $\mu g/mL$ dari hasil hidrolisis menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) konsentrasi 0,05 M pada suhu 121 °C selama 15 menit.

Parameter konsentrasi asam, suhu, dan waktu hidrolisis merupakan parameter yang penting pada proses hidrolisis asam sehingga dapat meminimalkan produk inhibitor (senyawa-senyawa yang sifatnya beracun) dalam produksi bioetanol. Suhu harus dijaga untuk dapat menghidrolisa hemiselulosa dan menekan dekomposisi gula sederhana. Pada suhu dan tekanan tinggi, glukosa terdegradasi menjadi hidroksimetilfurfural, sementara xilosa akan terdegradasi menjadi furfural (Mussatto dan Roberto, 2004).

Faktor yang belum diketahui mengenai kondisi optimal hidrolisis asam adalah konsentrasi asam yang digunakan dan waktu hidrolisis yang optimal untuk menghidrolisis selulosa dan hemiselulosa ampas tebu menjadi gula reduksi. Secara teoritis, konsentrasi asam yang tinggi menyebabkan selulosa dan hemiselulosa lebih mudah terdegradasi menjadi glukosa dan senyawa gula

lainnya, terlebih lagi dalam waktu yang lama, kontak antara ampas tebu dengan asam juga akan semakin besar sehingga reaksi hidrolisis berjalan lebih sempurna. Namun, seiring dengan tingginya konsentrasi dan waktu reaksi, senyawa lain yang dihasilkan juga semakin besar menyebabkan glukosa yang dihasilkan akan semakin menurun (Rachmaniah *et al.*, 2009). Untuk itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan konsentrasi asam dan waktu hidrolisis yang optimal untuk mendapatkan gula reduksi dalam jumlah yang tinggi.

Hasil penelitian Orchidea (2010) dengan bahan baku ampas tebu menunjukkan kadar gula reduksi tertinggi dihasilkan pada konsentrasi H_2SO_4 sebesar 0,075 (w/w) dengan waktu hidrolisis 45 menit pada suhu 155°C yaitu sebanyak 59,1 g/g. Oleh karena itu pada penelitian ini ampas tebu diberi perlakuan awal terlebih dahulu dengan pengecilan ukuran, temperatur tinggi (121°C selama 15 menit) dan penambahan basa NaOH 1 M (1:20, b/v; Sutikno *et al.*, 2010), sehingga komponen lignin dapat terlepas dari selulosa dan hemiselulosa dapat langsung dihidrolisis oleh asam sulfat (H_2SO_4) untuk menghasilkan gula reduksi yang optimal. Oleh karena itu, konsentrasi H_2SO_4 yang digunakan pada penelitian ini adalah 0 M, 0,05 M, 0,10 M, 0,20 M, dan 0,30 M. Dengan perlakuan tersebut, diharapkan jumlah gula reduksi yang dihasilkan dapat optimal.