

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang dan Masalah

Provinsi Lampung merupakan salah satu sentra produksi pisang nasional. Produksi pisang Provinsi Lampung sebesar 697.140 ton pada tahun 2011 dengan luas areal tanaman pisang 6,7 juta Ha serta pertumbuhan luas panen sebesar 6,3 % per tahunnya (Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Holtikultura, 2012). Selama ini pengolahan hasil tanaman pisang hanya berkonsentrasi pada pengolahan buah pisang saja dan belum memperhatikan pemanfaatan hasil limbah seperti batang pisang, tandan buah dan kulit pisang. Sebagai sumber biomass, kulit pisang merupakan sumber yang potensial karena mengandung pati sebesar 12,8 % (Emaga dkk, 2007). Kandungan pati yang terdapat dalam kulit pisang berpotensi sebagai bahan pembuatan etanol.

Kulit pisang pada pohon industri tanaman pisang (Gambar 1) dapat dimanfaatkan sebagai berbagai macam produk yang dapat memberikan nilai tambah. Saat ini, kulit pisang telah dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada pakan ternak, bahan pembantu pada produksi semir sepatu dan sebagai bahan baku utama pembuatan bioetanol (Retno dan Nuri, 2011). Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang belum dilakukan secara *pilot plan* ataupun industrial

karena belum diketahui kondisi optimum dari tiap tahapan proses untuk menghasilkan bioetanol.

Bioetanol merupakan etanol atau etil alkohol (C_2H_5OH) dari hasil fermentasi glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang berasal dari bahan baku nabati (Samah *et al.*, 2011). Bioetanol menjadi salah satu Bahan Bakar Nabati (BBN) yang diwajibkan pemakaiannya sebagai energi alternatif (PERMEN ESDM No. 32 Tahun 2008). Hal tersebut didasari oleh penurunan produksi BBM nasional dan jumlah impor BBM Indonesian yang makin meningkat setiap tahunnya. Perkembangan penelitian bioetanol sampai saat ini sudah memasuki generasi kedua, yaitu pembuatan bioetanol dengan memanfaatkan limbah agroindustri yang mengandung komponen lignoselulosa untuk dikonversi menjadi bioetanol.

Lignoselulosa perlu perlakuan awal (*pretreatment*) sebelum dikonversi menjadi bioetanol. Perlakuan awal tersebut meliputi: perlakuan awal fisik (pegecilan ukuran, pengeringan, pemanasan); perlakuan awal kimia (asam, alkali); dan perlakuan biologis (Taherzadeh *et al.*, 2007). Perlakuan awal menggunakan asam (hidrolisis asam) lebih banyak diterapkan dibandingkan hidrolisis menggunakan enzim karena harga enzim sangat mahal dan sulit didapatkan. Hidrolisis dengan asam bertujuan untuk memecah ikatan lignin, selulosa dan hemiselulosa agar selulosa dan hemiselulosa mudah didegradasi menjadi glukosa. Larutan asam seperti asam sulfat dapat memotong ikatan beta 1,4 selulosa sehingga diharapkan dapat meningkatkan kadar gula yang dihasilkan dan dapat mengoptimalkan kadar bioetanol yang dihasilkan.

Kondisi optimal produksi bioetanol dengan perlakuan awal asam dari bahan baku kulit pisang belum ditemukan sehingga pada penelitian ini akan dilakukan penelitian mengenai optimasi proses hidrolisis dan fermentasi substrat kulit pisang.

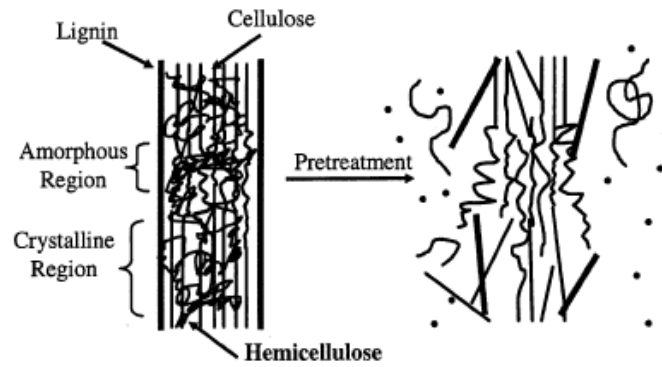
B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi hidrolisis asam dan fermentasi yang optimum untuk menghasilkan etanol yang tertinggi.

C. Kerangka Pemikiran

Selulosa dan hemiselulosa kulit pisang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Hidrolisis selulosa menjadi gula reduksi tidak dapat dilakukan langsung pada kulit pisang segar karena komponen selulosa masih terbungkus oleh struktur lignin.

Hidrolisis lignoselulosa dapat dilakukan secara kimia maupun secara enzimatik. Hidrolisis secara kimia dapat menggunakan asam maupun alkali. Pada penelitian ini dilakukan perlakuan awal menggunakan alkali Natrium Hidroksida (NaOH) 1 M pada suhu 121⁰C. Tujuan perlakuan awal dengan alkali adalah untuk mendegradasi lignin (delignifikasi) agar selulosa dan hemiselulosa mudah didegradasi oleh enzim (Dawson dan Boopathy, 2008). Skema degradasi lignin dalam suasana alkali dapat dilihat pada Gambar 1.

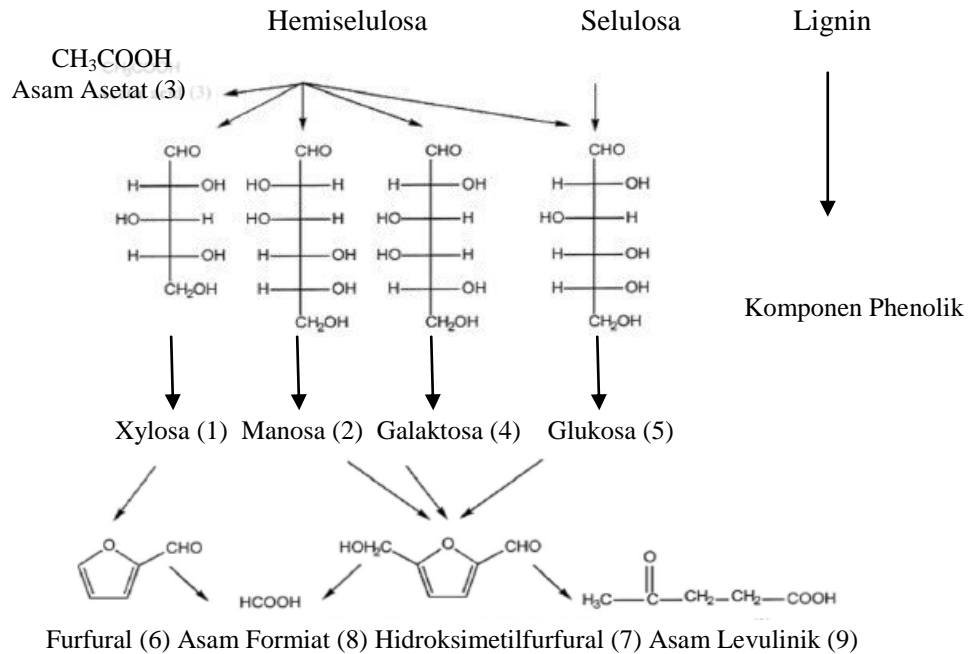


Gambar 1. Skema degradasi lignin dalam suasana alkali (Hsu, *et al.* 1980).

Hidrolisis asam merupakan proses hidrolisis (pelepasan ikatan β (1-4) pada selulosa dengan menggunakan asam). Pemotongan rantai selulosa oleh asam lebih tidak teratur dibandingkan dengan hasil pemotongan rantai selulosa oleh enzim. Hidrolisis menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) bertujuan untuk mendegradasi lignin dan secara langsung akan menghidrolisis selulosa dan hemiselulosa menjadi monosakarida yang lebih sederhana dan juga gugus-gugus aldehid. Hidrolisis menggunakan asam akan jauh lebih murah daripada hidrolisis secara enzimatik. Jenis asam yang digunakan adalah asam kuat seperti asam sulfat (H_2SO_4). Faktor yang mempengaruhi reaksi hidrolisis secara asam adalah konsentrasi asam, waktu reaksi, suhu reaksi, dan jenis asam yang digunakan.

Hidrolisis asam dengan konsentrasi yang lebih tinggi dan waktu reaksi yang lama akan menghasilkan produk samping seperti furfural dan produk terdekomposisi lainnya. Glukosa terdegradasi membentuk hidroksimetil furfural dan bereaksi lebih lanjut membentuk asam formiat (Palmqvist and Hahn-Hagerdal, 2008). Senyawa furfural dan produk terdekomposisi akan menghambat

proses fermentasi. Hidrolisis asam dan senyawa-senyawa yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema hidrolisis lignoselulosa dalam suasana asam (Palmquist and Hahn-Hageral, 2008)

Pada penelitian ini kulit pisang dihidrolisis menggunakan H_2SO_4 dengan konsentrasi 0; 0,025; 0,05; 0,075 dan 0,1 M serta dengan variasi perlakuan waktu hidrolisis, yaitu 15 dan 30 menit. Proses hidrolisis lignoselulosa dengan asam sulfat encer konsentrasi 0,5% tekanan 11-12 bar selama 15 menit pada suhu dibawah 200°C mengakibatkan penurunan hemiselulosa sebanyak 80% w/w. Hidrolisis pada suhu diatas 220°C menyebabkan terbentuknya senyawa asam karboksilat, senyawa furan dan fenol yang menghambat fermentasi bioetanol (Taherzadeh, 2003).

Pada penelitian Wulan (2009), hidrolisis kulit pisang menggunakan H_2SO_4 4% pada suhu 75°C menghasilkan gula reduksi sebesar 11,33% dan etanol sebesar

0,017 L/kg. Hidrolisis batang pisang menggunakan H_2SO_4 2M pada suhu $100^{\circ}C$ selama 4 jam menghasilkan gula reduksi sebesar 35,9 g/L (Kardono, 2010). Idris (2012) menghidrolisis empulur sagu menggunakan H_2SO_4 0,3 N selama 120 menit menghasilkan gula sebesar 4,477 g/L.

Proses setelah hidrolisis adalah fermentasi yang merupakan tahap konversi gula reduksi menjadi bioetanol. Khamir yang digunakan pada proses fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat memproduksi etanol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi terhadap alkohol yang tinggi (Elevri dan Putra, 2006). Waktu fermentasi kulit kakao selama 3 hari (72 jam) dengan konsentrasi ragi *Saccharomyces cerevisiae* 5 % menghasilkan kadar bioetanol sebanyak 20,6 % (Adnan, 2011). Dewanti (2008) melakukan fermentasi kulit pisang kepok selama 3 hari menghasilkan etanol sebesar 9,06% dengan nutrisi yang ditambahkan 5,5 gr biomasa 329.1010 cfu/mL.

Pada penelitian ini akan dilakukan pencarian kondisi optimum tahap hidrolisis kulit pisang menggunakan senyawa asam H_2SO_4 dengan konsentrasi 0; 0,025; 0,05; 0,075, 0,1 M dan optimasi fermentasi menggunakan ragi *saccharomyces cereviceae* konsentrasi 0, 5, 10, dan 15% untuk menghasilkan bioetanol tertinggi.

D. Hipotesis

1. Hidrolisis asam menggunakan H_2SO_4 0,05 M pada suhu 121°C selama 15 menit menghasilkan gula reduksi yang tinggi.
2. Kadar bioetanol tertinggi dihasilkan pada konsentrasi ragi 10%.