

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi krisis energi yang mengancam Indonesia menyebabkan para peneliti di negara kepulauan ini berlomba-lomba menemukan sumber energi baru yang terbarukan. Bioetanol, biodiesel, energi sel surya, dan panas bumi adalah beberapa di antara sumber energi yang saat ini sedang dikembangkan. Menurut peta jalan energi *mix* yang disusun berdasarkan peraturan Presiden, pada tahun 2025 sekitar 17% dari total konsumsi energi Indonesia bersumber dari energi terbarukan yang 5% di antaranya berasal dari biomass (Kementerian ESDM, 2007). Peraturan pemerintah yang ditujukan untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil ini menumbuhkan semangat di kalangan para peneliti untuk terus mencari jawaban dari krisis energi ini.

Bioetanol bukanlah hal baru dalam bidang bahan bakar mesin karena senyawa ini sesungguhnya telah dipergunakan sebagai bahan bakar *internal combustion engine* yang ditemukan oleh Nikolas Otto pada tahun 1897 (Demirbas, 2005). Bioetanol dihasilkan dengan menggunakan teknologi yang sebenarnya sudah sangat tua yaitu fermentasi. Berbagai pengembangan teknologi seperti perlakuan awal terhadap bahan baku, optimasi kondisi fermentasi dan separasi dilakukan hanya untuk satu tujuan yaitu menemukan teknologi terbaik yang dapat menghasilkan etanol dengan konsentrasi tinggi.

Salah satu penekanan penelitian pada produksi bioetanol adalah mendapatkan metode perlakuan awal yang tepat terhadap bahan baku yang digunakan (Harris et al., 1984; Tucker et al., 2003; Palonen, 2004; Hattaka, 1983; Magara et al., 1989). Perlakuan awal ini sebenarnya merupakan hidrolisis gula (polisakarida) yang terkandung dalam bahan baku untuk menghasilkan gula yang dapat difermentasi (monosakarida). Keberhasilan konversi glukosa menjadi etanol dalam reaksi fermentasi sangat ditentukan oleh keefektifan teknologi hidrolisis yang diaplikasikan.

Ada beberapa metode hidrolisis yang sejauh ini telah dikembangkan oleh para peneliti terdahulu. Secara umum metode tersebut terbagi menjadi hidrolisis secara kimia, fisika, biologi atau kombinasi di antaranya. Hidrolisis menggunakan asam kuat seperti HCl dan

H₂SO₄ adalah teknologi yang hingga kini terbukti paling berhasil dan telah diaplikasikan pada berbagai produksi bioetanol skala pilot (Nguyen et al., 2003; Lindstedt, 2003). Teknologi ini mulai dipertimbangkan kembali kelayakannya mengingat limbah produksi bioetanol yang menggunakan asam kuat berbahaya bagi lingkungan jika tidak ditangani dengan tepat. *Steaming* adalah salah satu metode fisika. Metode ini membutuhkan biaya investasi yang relatif besar untuk menyediakan peralatan yang mampu menghasilkan steam dengan temperatur dan tekanan relatif tinggi (Pauley, 2007).

Pelapukan bahan baku bioetanol (lignoselulosa) oleh jamur tertentu juga tengah dikembangkan untuk menjawab tantangan teknologi yang bersih dan hemat energi (Gozan, 2007, Samsuri, 2008). Namun metode ini masih terhambat pada masalah konsumsi waktu karena memang hidrolisis oleh jamur membutuhkan waktu yang relatif lama dan masih belum dapat diaplikasikan pada produksi bioetanol skala pabrik.

Tiga syarat yang selalu menjadi parameter dalam pemilihan teknologi hidrolisis pada produksi bioetanol yaitu ramah lingkungan, energi positif, dan mengkonsumsi waktu relatif sedikit. Hidrolisis bahan lignoselulosa secara fisika menggunakan pemanasan oleh gelombang mikro memiliki potensi yang memenuhi ketiga syarat tersebut. Radiasi gelombang mikro menyebabkan lignin terdepolimerisasi dan polisakarida terhidrolisis dengan efektif sehingga lebih mudah dihidrolisis oleh enzim (Magara et al., 1989). Berbeda dengan proses pemanasan biasa, pemanasan lignoselulosa menggunakan pemanasan dengan gelombang mikro akan mempercepat hidrolisis selulosa oleh enzim *cellulase* dan meningkatkan jumlah selulosa yang tereduksi menjadi monomer penyusunnya (Dela Rosa, 1983).

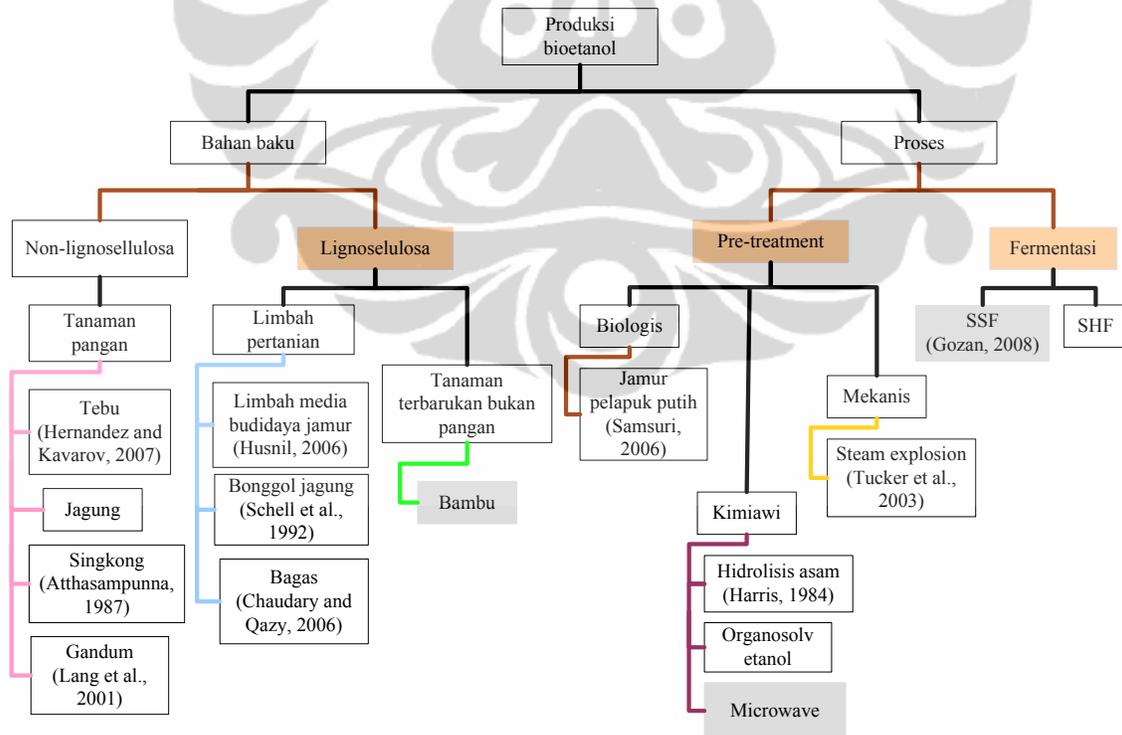
Secara hipotesis pemanasan dengan gelombang mikro dapat menggantikan posisi asam kuat dalam hidrolisis polisakarida sehingga metode ini akan mengurangi jumlah limbah berbahaya yang dihasilkan dari produksi bioetanol. Energi positif atau energi negatif menunjukkan selisih antara energi yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu bahan bakar dengan energi yang dihasilkan oleh bahan bakar tersebut. Pemanasan menggunakan gelombang mikro dipilih sebagai perlakuan awal karena proses ini membutuhkan energi yang relatif kecil dibandingkan dengan proses *steaming* serta berlangsung dalam waktu yang cukup singkat.

Bambu adalah bahan lignoselulosa yang sangat berpotensi menjadi bahan baku bioetanol. Struktur bambu yang kuat menjadikan tanaman ini banyak digunakan sebagai bahan konstruksi untuk bangunan-bangunan sederhana. Selain itu, bambu juga banyak

digunakan sebagai bahan kerajinan tangan karena kelenturan dan nilai estetika yang relatif tinggi dari seratnya. Tanaman jenis rumput sejati ini tersusun atas 50-70% holoselulosa, 30% pentosa, dan 20-25% lignin (Liese, 1992). Bambu memiliki laju pertumbuhan yang fenomenal, yaitu rata-rata 15-18 cm per hari dan mencapai ketinggian maksimum dalam waktu 4-6 bulan. Beberapa spesies bambu dapat tumbuh dengan tinggi lebih dari 30 meter dan diameter hingga 40-60 cm (Ahmad, 2000). Komposisi selulosa dan laju pertumbuhan yang tinggi merupakan faktor-faktor yang meningkatkan potensi bambu sebagai bahan baku bioetanol. Fungsi bambu sebagai bahan non-pangan menghilangkan potensi terjadinya konflik pangan apabila tanaman ini digunakan pada produksi bioetanol skala pabrik.

Bambu adalah tanaman yang menggunakan lahan dengan efisien. Sifat pertumbuhannya yang cenderung mengumpul membuat jarak tanam bambu relatif kecil. Bambu adalah biomassa dengan produktivitas per satuan luas yang lebih tinggi dibanding sebagian besar tanaman jenis kayu-kayuan (Dannenmann et al., 2007). Pengalaman negara-negara Asia lain menunjukkan bahwa bambu berpotensi menjadi sumber energi baru yang terbarukan.

Gambar 1.1 secara garis besar mewakili berbagai penelitian yang pernah dilakukan berkaitan dengan produksi bioetanol dengan variasi bahan baku dan perlakuan awal.



Gambar 1.1. Variasi penelitian produksi bioetanol yang pernah dilakukan oleh peneliti lain

Penelitian mengenai produksi bioetanol dari bambu telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan variasi dan parameter yang berbeda. Ram dan Seenayya telah melakukan penelitian mengenai produksi bioetanol dari jerami dan pulp bambu melalui fermentasi menggunakan ragi *Clostridium thermocellum* (Ram and Seenayya, 1990). De Menezes et al juga melakukan penelitian tentang produksi bioetanol dari bambu yang menekankan pada investigasi pada proses sakarifikasi pulp bambu menggunakan enzim *cellulolytic* dan *hemicellulolytic* (De Menezes et al, 2004).

Penelitian tentang bioetanol juga tengah giat dikembangkan di Indonesia, salah satunya adalah pengembangan produksi bioetanol dari bagas yang menggunakan jamur pelapuk putih sebagai mikroorganisme yang menguraikan lignin pada bagas (Samsuri, 2005).

1.2 Rumusan Masalah

Membuktikan hipotesis bahwa pemanasan gelombang mikro mampu merusak ikatan lignoselulosa, dengan mengambil contoh bambu, dengan efektif dan memberikan yield etanol yang relatif tinggi.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian perlakuan awal dengan gelombang mikro ini dilakukan untuk mengetahui hal-hal berikut:

- a. Pengaruh perlakuan gelombang mikro terhadap kandungan larut air.
- b. Pengaruh perlakuan gelombang mikro terhadap gula pereduksi.
- c. Pengaruh perlakuan gelombang mikro terhadap etanol.
- d. Pengaruh perlakuan gelombang mikro terhadap lignin
- e. Pengaruh asam dan basa terhadap kandungan larut air

1.4 Batasan Masalah

- a. Substrat yang digunakan adalah bambu dengan nama latin *Dendrocalamus asper* dan nama umum Bambu Apus, berusia rata-rata 6 bulan – 2 tahun
- b. Perlakuan paparan gelombang mikro dilakukan secara batch pada aparatus oven gelombang mikro rumah tangga

- c. Enzim yang digunakan adalah Cellulase dan ragi yang digunakan adalah Baker's yeast "Fermipan"
- d. Analisa kadar lignin dilakukan oleh Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada
- e. Penelitian berskala laboratorium dengan erlenmeyer 250 ml sebagai reaktor

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I	Pendahuluan	Mengulas latar belakang dilakukannya penelitian ini, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan makalah
BAB II	Tinjauan Pustaka	Mengulas dasar-dasar yang mendukung seperti landasan teori mengenai lignin, selulosa, hemiselulosa, reaksi hidrolisis selulosa, dan fermentasi
BAB III	Metode Penelitian	Mengulas metode yang digunakan dalam penelitian, alat dan bahan yang digunakan serta prosedur penelitian dan pengujian hasil.
BAB IV	Hasil dan Pembahasan	Mengulas data-data hasil percobaan dan pembahasannya
Kesimpulan		Berisi ringkasan hasil yang diperoleh dengan lebih singkat