



## Produksi Bioetanol Tongkol Jagung (*Zea Mays*) dari Hasil Proses Delignifikasi

Fitriani<sup>1</sup>, Syaiful Bahri<sup>2</sup>, dan Nurhaeni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lab. Penelitian Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

### ABSTRACT

The research about “The Production of Bioethanol in Corn cob waste (*Zea Mays*) of Resulting The Delignation Process”. The aim of this research is to find out the highest weight of cellulose which contained in the corn cob waste. Then Cellulose which has been obtained, it was done on delignification process by using NaOH in variety of soaking time. To achieve the goal, then the application of the treatment effect of soaking time on corn cob waste powder on weight of cellulose was done. On the effect of soaking time on the powder of corn cob waste was applied the six levels each 12 hours, 16 hours, 20 hours, 24 hours, 28 hours and 32 hours. Based on the result, it showed that the weight of cellulose is 5,729 g at 28 hours on soaking time. The use of soaking time which was applied for delignification process NaOH on the yield of cellulose. Cellulose of hydrolysis corn cob waste powder with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10% and the result of fermentation of hydrolysis yeast cells immobilized. The level of glukosa is 43 % and 6 % for etanol. The result of sugar fermentation is done at the room temperature for 48 hours.

**Keywords :** corn cobs, delignification, weight, bioethanol

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang “Produksi Bioetanol Tongkol Jagung (*Zea Mays*) dari Hasil Proses Delignifikasi”. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh berat selulosa tertinggi yang terdapat pada tongkol jagung. Selulosa yang diperoleh dilakukan proses delignifikasi dengan NaOH dalam berbagai waktu perendaman. Pencapaian tujuan dilakukan melalui penerapan perlakuan pengaruh waktu perendaman terhadap tepung tongkol jagung terhadap berat selulosa. Pada pengaruh waktu perendaman terhadap tepung tongkol jagung diterapkan enam tingkatan masing-masing 12 jam, 16 jam, 20 jam, 24 jam, 28 jam, dan 32 jam. Dari hasil penelitian diperoleh berat selulosa sebesar 5,729 g pada waktu perendaman 28 jam. Penggunaan waktu perendaman yang baik diterapkan untuk proses delignifikasi NaOH terhadap berat selulosa. Hidrolisis selulosa tepung tongkol jagung dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10% dan fermentasi hasil hidrolisis sel ragi amobil. Kadar glukosa sebesar 43% dan kadar etanol 6%. Fermentasi gula hasil hidrolisis dilakukan pada suhu ruang selama 48 jam.

**Kata Kunci :** *Tongkol jagung, Delignifikasi, Berat, Bioetanol*

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan bahan bakar minyak (BBM) saat ini semakin meningkat karena BBM sudah merupakan kebutuhan vital bagi manusia. Hal ini dikarenakan kuantitas minyak bumi pada lapisan bumi terus menipis akibat eksploitasi yang terus-menerus. Satu kelemahan dari minyak bumi adalah sifatnya yang tidak mudah diperbaharui, sehingga mendorong masyarakat untuk mencari sumber energi baru alternatif, salah satunya adalah bioetanol (Simamora, 2008).

Bioetanol memiliki kelebihan dibanding dengan BBM, diantaranya memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi (35%) dan BBM (18,66%) sehingga terbakar lebih sempurna, angka oktannya tinggi (118) dan BBM (88), dan mengandung emisi gas CO lebih rendah 0,89% dan BBM 2,5% sehingga lebih ramah lingkungan (Bustaman, 2008).

Saat ini yang banyak digunakan untuk bahan baku alternatif dari sektor pangan mengandung selulosa yang memiliki potensi untuk menghasilkan bioetanol, salah satu contohnya adalah jagung. Jumlah limbah dari hasil produksi dapat dikatakan sangat banyak dan akan menjadi sangat potensial jika dapat dimanfaatkan secara tepat. Tongkol jagung mengandung selulosa (45%), hemiselulosa (35%) dan lignin (15%). Komposisi kimia

tersebut menjadikan tongkol jagung dapat digunakan sebagai sumber bahan baku penghasil bioetanol, bahan pakan ternak dan sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan mikroorganisme.

Salah satu proses konversi bahan lignoselulosa yang banyak diteliti adalah proses konversi lignoselulosa menjadi etanol yang dapat digunakan untuk mensubstitusi bahan bakar bensin untuk keperluan transportasi (Hermiati,dkk, 2010).

| Jenis limbah               | Selulosa (%) | Hemiselulosa (%) | Lignin (%)  |
|----------------------------|--------------|------------------|-------------|
| Batang kayu daun lebar     | 40-55        | 24-40            | 18-25       |
| Batang kayu daun jarum     | 45-50        | 25-35            | 25-35       |
| Daun                       | 15-20        | 80-85            | 0           |
| Tongkol jagung             | 45           | 35               | 15          |
| Kulit kacang               | 25-30        | 25-30            | 30-40       |
| Jerami gandum              | 30           | 50               | 15          |
| Ampas tebu                 | 50           | 25               | 25          |
| Tandan kosong kelapa sawit | 41,30-46,50  | 25,30-33,80      | 27,60-32-50 |

Tabel 1. Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada beberapa limbah pertanian dan hasil hutan

Selulosa adalah polimer glukosa yang membentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4glikosidik. Selulosa tidak mudah didegradasi secara

kimia maupun mekanis. Di alam, biasanya selulosa berikatan dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan (Holtzapple, 1993).

Lignin adalah salah satu komponen dalam kayu dan biomassa yang jumlah selulosanya pada kayu berkisar 25-30% dan pada bagas berkisar 20-30%. Lignin merupakan jaringan polimer fenolik yang berfungsi merekatkan serat selulosa sehingga menjadi sangat kuat. Kekuatan ikatan lignin merupakan salah satu penghalang pada proses *pulping* kimia dan proses pemutihan pada pembuatan kertas yang pada akhirnya diterapkan metode *bleaching* untuk menghilangkan lignin tanpa mengurangi serat selulosa secara signifikan. Pada proses konversi biomassa menjadi etanol dengan proses hidrolisis dan fermentasi kekuatan ikatan lignin juga menjadi penghalang dalam proses hidrolisisnya (Brunow, 1995).

Etanol atau etil-alkohol,  $C_2H_5OH$ , merupakan suatu senyawa organik yang tersusun dari unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen (Martin, dkk, 1983). Etanol ini dapat diperoleh dari bahan baku nabati dengan cara fermentasi sehingga lebih dikenal dengan nama bioetanol. Bioetanol adalah etanol yang diperoleh dari hasil olahan fermentasi bahan-bahan yang

mengandung komponen pati, gula, atau serat selulosa (Hambali dkk, 2007).

Khamir yang sering digunakan pada proses fermentasi etanol secara industri adalah *Saccharomyces cerevisiae*, *S. uvarium*, *Schizosaccharomyces sp.*, dan *Kluyveromyces sp.* Khamir ini mampu mengubah berbagai substrat gula menjadi bioetanol, tergantung spesies yang digunakan. Secara umum, mikroorganisme ini dapat tumbuh dan memfermentasi gula menjadi etanol secara efisien pada pH 3,5-6,0 dan suhu 28-35 °C (Ratledge, 1991).

Fermentasi alkohol pada dasarnya adalah suatu cara produksi alkohol (etanol) menggunakan bantuan mikroorganisme. Alkohol yang dihasilkan sering disebut sebagai bioetanol. Dalam perkembangannya produksi alkohol yang paling banyak digunakan adalah metode fermentasi dan destilasi (Tata Chemiawan, 2007).

Proses hidrolisis senyawa selulosa pada tongkol jagung memiliki beberapa cara yaitu secara kimia maupun enzimatis. Hambatan proses hidrolisis selulosa baik secara asam maupun enzimatis adalah karena strukturnya berbentuk kristalin dan lignin yang berfungsi sebagai pelindung selulosa (Judoamidjojo *et al.*, 1989). Masalah tersebut dapat diatasi dengan pemberian perlakuan pendahuluan terhadap bahan yang akan dihidrolisis.

Salah satu metodenya adalah perlakuan delignifikasi menggunakan basa. Delignifikasi dilakukan dengan larutan NaOH, selain itu dapat juga digunakan larutan NaOCl, karena larutan ini dapat merusak struktur lignin sehingga membebaskan selulosa yang terdapat pada jaringan, serta bagian kristalin dan amorf, memisahkan sebagian lignin dan hemiselulosa serta menyebabkan pengembangan struktur selulosa (Enari, 1983; Marsden dan Grey, 1986; Gunam dan Antara 1999). Selulosa hasil delignifikasi akan mudah dihidrolisis dengan asam dan menghasilkan glukosa dalam jumlah maksimal.

Widodo, dkk (2012), menyatakan bahwa proses delignifikasi yang dilakukan pada ubi kayu, diperoleh pada konsentrasi NaOH terbaik adalah 25% pada suhu 128<sup>0</sup>C dengan waktu delignifikasi selama 60 menit. Hasil penelitian Ikbal (2010), bahwa proses delignifikasi pada jerami padi, terjadi pada kondisi operasi terbaik konsentrasi NaOH 10 % pada suhu 100<sup>0</sup>C dengan waktu delignifikasi selama 24 jam. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dikaji, pengaruh delignifikasi limbah tongkol jagung untuk produksi bioetanol.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung pada bulan Januari sampai bulan juli 2013. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Kimia Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako.

### 2.2 Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan adalah talang, baskom plastik, neraca analitik (adventure ohaus), blender (panasonic), ayakan 60 mesh, kertas saring, pH meter digital, injector, sakarometer, alkoholmeter, autoclave (hiclave HTV 50), dan alat-alat gelas (pyrex) yang umum digunakan dalam laboratorium kimia. Bahan-bahan yang digunakan adalah limbah tongkol jagung, asam sulfat, natrium hidroksida, ragi roti, aquadest, alginat, dan kalsium klorida.

### 2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri variabel bebas yaitu variasi waktu delignifikasi terhadap rendemen selulosa, masing-masing variabel terdiri dari 6 taraf dan diulang sebanyak 2 kali, sehingga terdapat 12 unit percobaan dan parameter yang diamati sebagai variabel terikat yaitu waktu delignifikasi dari tongkol jagung.

## 2.4 Tahapan Cara Kerja Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap kerja, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap perlakuan delignifikasi, tahap produksi gula, imobilisasi sel mikroba, dan tahap produksi bioetanol.

### 2.4.1 Persiapan Bahan Baku

Perlakuan awal terhadap tongkol jagung meliputi pencucian, pengeringan, dan pengayakan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang terikut dalam tongkol seperti tanah, cangkang dan kotoran lain. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan sinar matahari langsung. Pengeringan dilakukan untuk memudahkan dalam proses penggilingan serat tongkol jagung, karena pada keadaan lembab tongkol jagung sukar untuk dihancurkan. Tahap penghancuran bertujuan untuk memperkecil ukuran tongkol jagung. Alat yang digunakan adalah blender. Tongkol yang sudah dihancurkan kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

### 2.4.2 Proses Delignifikasi (Ikbal, 2010)

Menimbang serbuk tongkol jagung sebanyak 10 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia. Larutan natrium hidroksida dengan konsentrasi 10%. Parameter yang diamati adalah rendemen selulosa tongkol jagung. Sebanyak 100 ml NaOH ditambahkan ke dalam gelas kimia yang berisi serbuk tongkol jagung,

kemudian diaduk dengan rata sampai merendam serbuk tongkol jagung. Perendaman dilakukan selama 12, 16, 20, 24, 28, dan 32 jam. Setelah itu, disaring dengan menggunakan kain saring. Endapan dicuci dengan air sampai pH 7 selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan petri, dikeringkan pada suhu ruang.

### 2.4.3 Produksi Gula (Ikbal, 2010)

Perlakuan hasil delignifikasi waktu dan konsentrasi terbaik dilakukan pada proses hidrolisis. Menimbang serbuk tongkol jagung yang telah didelignifikasi sebanyak 5 gram, dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan larutan asam sulfat 10% sebanyak 75 ml. Proses hidrolisis dilakukan pada suhu 100<sup>0</sup>C selama 210 menit. Produk hasil hidrolisis disaring dan ditambahkan dengan natrium hidroksida sampai pH 4,5. Selanjutnya ditambahkan larutan kalsium klorida jenuh untuk menghilangkan sulfat pada hidrolisat. Parameter yang diamati adalah kadar glukosa. Pengukuran kadar glukosa dengan menggunakan sakarometer.

Setelah dilakukan proses hidrolisis selanjutnya akan dilakukan proses netralisasi menggunakan natrium hidroksida untuk mempertahankan pH optimum, yaitu pH 4,5-5. Selanjutnya, larutan hasil netralisasi ditambahkan kalsium klorida untuk menghilangkan sisa sulfat yang ada pada larutan.

**Produksi Bioetanol Tongkol Jagung (*Zea Mays*) dari Hasil Proses Delignifikasi (Fitriani *et al.*)**

#### 2.4.4 Produksi Bioetanol (Mappiratu,dkk, 1993)

Tahapan kerja produksi bioetanol dengan menggunakan sel amobil, diawali dengan tahapan kerja imobilisasi sel. Sel amobil yang dibuat selanjutnya digunakan untuk produksi bioetanol.

##### 2.4.4.1 Imobilisasi Sel

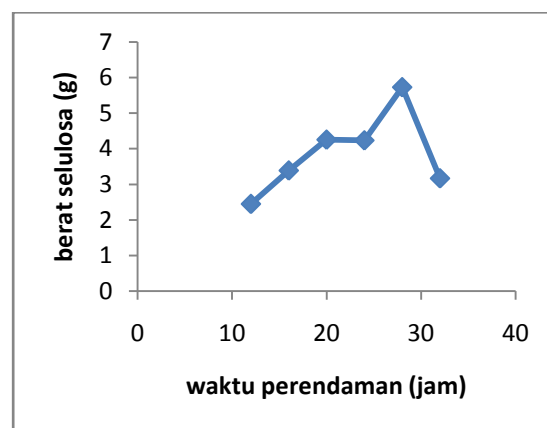
Sel yang digunakan dalam imobilisasi adalah sel khamir *Sacharomises cereviceae*, sedangkan bahan pengimobilisasi digunakan larutan alginate 2%. Pembuatan natrium alginate 2 % adalah natrium alginat 2 gram ditambahkan 100 ml akuades dan dipanaskan hingga alginat larut. Campuran ditutup dengan kapas dan disterilkan selama 15 menit. Larutan alginat yang telah dingin, dicampur dengan suspensi ragi roti (10 gram ragi ditambahkan akuades 30 ml, diaduk hingga membentuk larutan suspensi). Campuran dimasukkan ke dalam injektor, kemudian diteteskan ke dalam larutan kalsium klorida 1M sambil diaduk. Setelah itu amobil telah siap untuk digunakan pada proses fermentasi (Mappiratu,dkk. 1993).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengaruh Rasio Waktu Perendaman Terhadap Tepung Tongkol Jagung

Untuk mengetahui pengaruh delignifikasi pada proses produksi

bioetanol, maka dalam penelitian ini proses delignifikasi dilakukan dengan metode perendaman menggunakan pelarut NaOH dengan berbagai variasi waktu 12 jam, 16 jam, 20 jam, 24 jam, 28 jam, dan 32 jam. Tujuan dilakukannya variasi waktu adalah untuk melihat kemampuan dari NaOH dalam melarutkan senyawa lignin. Seperti yang dilakukan peneliti sebelumnya, semakin lama interaksi antara lignin dan NaOH tersebut akan semakin banyak senyawa yang terlarut.



Gambar 1 Kurva hasil pengukuran berat selulosa terhadap waktu perendaman

Hasil yang diperoleh (Gambar 1) menunjukkan berat selulosa terendah diperoleh pada waktu perendaman 12 jam yaitu 2,452 g dan yang tertinggi pada waktu 28 jam yaitu 5,729 g. Grafik antara waktu perendaman dan rendemen selulosa menunjukkan pola perubahan dengan waktu perendaman bahwa semua perlakuan pada waktu perendaman optimum adalah 28 jam. Hal ini diduga disebabkan terjadi interaksi antara senyawa lignin dan pelarut NaOH yang

**Produksi Bioetanol Tongkol Jagung (*Zea Mays*) dari Hasil Proses Delignifikasi (Fitriani *et al.*)**

digunakan. Waktu perendaman yang semakin lama, maka interaksi antar senyawa dan pelarut juga akan menghasilkan berat selulosa yang besar. Pada penelitian ini, terjadi penurunan berat selulosa pada waktu perendaman 32 jam yaitu 3,170 g. Hal ini diduga disebabkan pada waktu perendaman 32 jam selulosa tongkol jagung telah habis terdelignifikasi.

### 3.2 Kadar Etanol Hidrolisis Pada Proses Fermentasi Menggunakan *S. cereviceae* Amobil

Proses hidrolisis selulosa dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan hidrolisis asam. Penelitian ini, proses hidrolisis terhadap selulosa tongkol jagung menggunakan larutan asam sulfat 10%.

Taherzadeh dan Kartini (2007), menyatakan bahwa glukosa dari bahan lignoselulosa dapat menggunakan asam sulfat. Penggunaa asam sulfat pekat dapat menghasilkan gula yang cukup tinggi, akan tetapi dapat memberikan efek negatif pada peralatan yang digunakan. Penggunaan asam kuat pada konsentrasi tinggi dan waktu lama pada proses hidrolisis membutuhkan biaya tinggi dan berbahaya terhadap kerusakan alat sehingga diusahakan pemakaian asam encer dengan pemanasan pada suhu sekitar 100-120°C (Gultom,dkk, 2002).

Hidrolisat yang dihasilkan dari proses hidrolisis selulosa tongkol jagung yaitu glukosa sebesar 43%. Larutan glukosa hasil hidrolisis selanjutnya dinetralkan dengan NaOH 50% hingga pH-nya berkisar 4,5.

Proses fermentasi pada penelitian ini menggunakan sel amobil (sel immobilisasi). Khamir yang akan digunakan ditumbuhkan pada media agar menggunakan alginat, kemudian dicetak dengan menggunakan spoit yang diteteskan pada larutan CaCl<sub>2</sub>. Larutan CaCl<sub>2</sub> berfungsi untuk merekatkan bagian luar manik-manik agar tidak mudah pecah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ikkal dkk, (2010), bahwa campuran media nutrisi (gel alginat) dicetak ke dalam larutan CaCl<sub>2</sub> dalam pembuatan sel amobil. Gel yang terbentuk berupa manik-manik disaring dan dimasukkan ke dalam larutan hidrolisat tongkol jagung.

Proses fermentasi ini bersifat anaerob dengan pH substrat 4,5. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti dalam proses fermentasi, pH substrat dipertahankan pada pH 4,5 – 5,0 (Okunowo, 2007; Prasetyaningsih, 2007).

Usaha yang dilakukan dalam proses fermentasi adalah memperpanjang waktu fermentasi, yakni fermentasinya

berlangsung selama 48 jam (relative sama dengan fermentasi sel ragi bebas). Hasil yang diperoleh menunjukkan terdapat alkohol dalam produk fermentasi sebesar 6,0 %.

#### IV. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Hasil proses delignifikasi terbaik dari proses selulosa tongkol jagung pada waktu selama 28 jam dengan berat selulosa 5,729 g.
2. Fermentasi hidrolisat glukosa hasil hidrolisis selulosa menghasilkan bioetanol 6% dengan waktu 48 jam.

##### 4.2 Saran

Disarankan melakukan penelitian lanjut dengan menentukan kadar selulosa dalam produk delignifikasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bustaman, S. 2008. *Strategi Pengembangan Bioetanol Berbasis Sagu di Maluku*. Balai Besar Pengkajian dan pengembangan Teknologi Pertanian Bogor. 7 (2) : 65-79.
- Brunow, G., P. Karhunen., K. Lundquist., S. Olson., dan R. Stomberg., 1995. Investigation of Lignin Models of the Biphenyl Type by XRay Crystallography dan

NMR Spectroscopy. *J. Chem. Crystallogr.* 25. 110.

- Chemiawan, T. 2007. *Membangun Industri Bioetanol Berbasis sagu di Maluku*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor. 7(2) : 65-79.

- Elevri, P.A. dan Putra, S.R. 2006. "Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang Diamobilisasi dengan Agar Batang". *Akta Kimia Indonesia* Vol. 1 No. 2 April 2006: 105-114. Jurusan Kimia FMIPA ITS. Surabaya.

- Hambali, E., S. Mujdalipah., A. H. Tambunan., A. W. Pratiwi., dan R. Hendrok. 2007. *Teknologi Bioenergi*. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.

- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T.C., Suparno, O., dan Prasetya, B., 2010. "Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol". UPT BPP Biomaterial – LIPI, Institut Pertanian Bogor, dan Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI. Bandung.



- Holtzaple M.T. 1993. *Cellulose. In: Encyclopedia of Food Science., Food Technology and Nutrition, 2: 2731-2738.* Academic Press. London.
- Ikbal, Moh. 2010. *Produksi Bioetanol Dari Jerami padi (Oryza sativa) Secara Fermentasi Menggunakan Inokulum Ragi Roti Amobil.* Skripsi. Universitas Tadulako. Palu.
- Mappiratu, N. Alam., dan Muhardi. 1993. *“Alkohol dan Obat Nyamuk Koil dari Limbah Serbuk Gergaji”.* Universitas Tadulako. Palu.
- Ratledge, C. 1991. *Yeast Physiology a Microsynopsis.* Bioprocess Engineering 6:195-203.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi.* ITB. Bandung.
- Simamora. 2008. *Investor dan Produksi Bioetanol.* (<http://www.energibio.blogspot.com> diakses 2 juli 2012).
- Susilowati. 2011. *“Laporan Tugas Akhir:Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Baku Bioetanol dengan Proses Hidrolisis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Fermentasi Saccharomyces Cereviceae”.* Universitas Diponegoro. Semarang.
- Taherzadeh, M.J. dan Karimi, K. 2007. *“Acid-Based Hydrolysis Processes For Ethanol From Lignosellulosic Materials:A Review”.* BioResource. 2, 707-738.