



**LAPORAN AKHIR  
PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

**SINTESIS BIOETANOL DARI SABUT KELAPA DENGAN METODE  
SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SIMULTAN MENGGUNAKAN  
BIAKAN *Zymomonas Mobilis* DAN *Pichia Stipitis***

Disusun Oleh :

Andi Arya Fajar Art C	G84090030	2009
Erika Febriananto	G84090026	2009
Nur Hasanah	G84100025	2010
Dwi Ayu Setianingrum	G84100013	2010
Rachmawati Nur Fitriana	G84100030	2010

Dibiayai oleh :

Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat  
Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi  
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Program Kreativitas Mahasiswa  
Nomor: 050/SP2H/KPM/Dit.Litabmas/v/2013, tanggal 13 Mei 2013

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2013**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Sintesis Bioetanol dari Sabut Kelapa dengan Metode Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan Menggunakan Biakan *Zymomonas mobilis* dan *Pichia stipitis*
2. Bidang kegiatan :  PKM-P      ( ) PKM-K      ( ) PKM-KC  
( ) PKM-T      ( ) PKM-M
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
  - a. Nama Lengkap : Andi Arya Fajar Art C
  - b. NIM/NRP : G84090030
  - c. Jurusan : Biokimia
  - d. Universitas/Institut : Institut Pertanian Bogor
  - e. Alamat Rumah/Hp : Balebak, Kampus Dramaga  
IPB/085213104907
  - f. Alamat Email : andibiochemist09@gmail.com
4. Anggota Pelaksana Kegiatan : 4 orang
5. Dosen Pendamping
  - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Syamsul Falah S.Hut. M.Si
  - b. NIDN : 0005037012
  - c. Alamat Rumah/ No, Hp : Jl. Abesin Gg. Langgar II No. 28 RT 02 RW  
04, Bogor Tengah. Bogor/081210832207
6. Biaya Kegiatan Total
  - a. DIKTI : Rp 10.800.000,00
  - b. Sumber lain : -
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : 4 Bulan

Bogor, 21 Juli 2013

Menyetujui,  
Ketua Departemen Biokimia

(Dr. Ir. I Made Artika, M.App Sc)  
NIP.19630117 198903 1 000

Ketua Pelaksana

(Andi Arya Fajar Art C)  
NIM.G84090030



Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS  
NIP. 19581228 198503 1 003

Dosen Pendamping

(Dr. Syamsul Falah S.Hut, M.Si)  
NIDN. 0005037012

# SINTESIS BIOETANOL DARI SABUT KELAPA DENGAN METODE SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SIMULTAN MENGGUNAKAN BIAKAN *Zymomonas Mobilis* DAN *Pichia Stipitis*

Andi Andi Arya Fajar Art C <sup>1)</sup>, Dwi Ayu Setianingrum <sup>2)</sup>, Erika Febriananto<sup>3)</sup>, Nur Hasanah<sup>4)</sup>, Rachmawati Nur Fitriana<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor  
Email: andibiochemist09@gmail.com

<sup>2)</sup> Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor  
Email: dwiyusetia@gmail.com

<sup>3)</sup> Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor  
Email: erikafebri.biochem46@gmail.com

<sup>4)</sup> Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor  
Email: 4nacall@gmail.com

<sup>5)</sup> Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor  
Email: [Rachma\\_12@ymail.com](mailto:Rachma_12@ymail.com)

## ABSTRAK

*Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang digunakan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang dapat dibuat dari bahan baku yang mengandung lignoselulosa. sabut kelapa merupakan salah satu bahan baku berupa biomassa yang mengandung lignoselulosa tinggi, memiliki produksi yang tinggi, dan diimbangi dengan produksi limbah yang tinggi juga. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah sabut kelapa sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol sebagai sumber energi alternatif. Tujuan penelitian ini melihat pengaruh perbedaan konsentrasi substrat terhadap bioetanol yang dihasilkan dengan menggunakan metode sakarifikasi dan fermentasi simultan (SFS). Variasi konsentrasi substrat sabut kelapa yang digunakan, yaitu 0.3%, 0.4%, dan 0.5% dan waktu fermentasi yang digunakan, yaitu 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam. Hasil uji proksimat Komposisi limbah sabut kelapa memiliki kandungan selulosa 30.80%, hemiselulosa 1.75%, lignin 56.67%, kadar air 11.02%, kadar protein 3.94%, dan kadar lemak 4.20%. Proses sakarifikasi dan fermentasi simultan pada konsentrasi substrat 0.3% dengan lama fermentasi 24 jam sampai 96 jam dihasilkan etanol berturut-turut sebesar 0.0154%, 0.6481%, 0.0237%, dan 0.0079%. Sedangkan konsentrasi substrat 0.4% dengan lama waktu 24jam sampai 96 jam dihasilkan kadar etanol berturut-turut sebesar 0.0064%, 0.0037%, 0.0079%, dan 0.0254%. Pada konsentrasi substrat 0.5% dengan lama perlakuan 24 jam sampai 96 jam dihasilkan kadar etanol berturut-turut sebesar 0.0038%, 0.0079%, 0.0106%, dan 0.0087%. kadar etanol yang tinggi dalam penelitian ini dihasilkan pada konsentrasi 0.3% dengan lama fermentasi 48 jam.*

*Kata kunci : bioetanol, SFS, Sabut Kelapa,*

## KATA PENGANTAR

Tiada ucapan yang dapat kami sampaikan selain ucapan puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas hidayah dan anugerah-Nya sehingga karya ilmiah kami yang berjudul “**Sintesis Bioetanol dari Sabut Kelapa dengan Metode Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan Menggunakan Biakan *Zymomonas Mobilis* dan *Pichia Stipitis***” ini dapat diselesaikan. Penelitian ini bertujuan Tujuan penelitian ini adalah melihat kinerja proses sakarifikasi dan fermentasi simultan dengan menentukan parameter fermentasi seperti perubahan pH, penggunaan gula pereduksi, dan konsentrasi etanol. Penelitian dilaksanakan sejak bulan Maret sampai Juni 2013 di Laboratorium Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Syamsul Fallah, M.Si selaku pembimbing yang selalu memberi arahan, saran, dan meluangkan waktunya kepada kami selama berkonsultasi. Tidak lupa kami ucapkan terima kasih pula kepada para pegawai di Laboratorium Biokimia atas bantuannya kepada kelompok kami selama menjalani penelitian, teman-teman Biokimia 47 dan 46 lainnya yang selalu memberikan dukungan dan menjadi teman diskusi yang menyenangkan. Ucapan terima kasih kami berikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas bantuan biaya selama kami melakukan penelitian. Akhir kata semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, 19 Agustus 2013

*Dream's Team Arya*

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Kebutuhan energi fosil seperti bensin atau solar semakin meningkat. Hal ini menjelaskan bahwa kebutuhan energi masih tergantung pada ketersediaan energi fosil ini, sedangkan ketersediaan energi fosil berbanding terbalik dengan kebutuhannya karena sifat energi fosil yang tidak terbarukan. Persediaan minyak bumi dan batu bara yang terbatas dan memerlukan waktu jutaan tahun untuk kembali terbentuk, selain itu bahan bakar yang berasal dari minyak bumi dan batu bara menghasilkan polusi yang berakibat pada pemanasan global (Anuj *et al.* 2007). Oleh karena itu, diperlukan suatu energi terbarukan dan merupakan energi yang ramah lingkungan sehingga dapat mengatasi permasalahan energi dan pemanasan global, yaitu bioetanol.

Bioetanol merupakan energi terbarukan yang diproduksi dari proses fermentasi gula atau juga dapat diproduksi dengan mensintesis etilen pada reaksi kimia dengan penggunaan uap panas (Anuj *et al.* 2007). Saat ini, bioetanol banyak dihasilkan dari molases, sirup jagung, atau bahan baku pangan yang bernilai tinggi. Bioetanol dapat pula diperoleh dari bahan yang mengandung lignoselulosa. Indonesia memiliki potensi berupa sumber daya yang dapat diperbahurui. Bahan tersebut melimpah dan memiliki kandungan selulosa yang tinggi contohnya limbah pertanian. Penggunaan limbah pertanian memiliki kelebihan, yaitu tidak bersaing dengan ketersediaan kebutuhan pangan, harganya murah, dan material tersebut banyak terdapat di Indonesia (Rachmania *et al.* 2009).

Salah satu tanaman yang dinilai cukup potensial untuk menjadi sumber alternatif bahan baku bioetanol berbasis selulosa adalah sabut kelapa. Sabut kelapa merupakan bagian terbesar ( $\pm 35\%$ ) dari bobot buah kelapa. Jika produksi buah kelapa di Indonesia mencapai 3.250.000 ton/tahun maka akan dihasilkan sabut kelapa sebanyak 1.137.500 ton/tahun (Mahmud dan Ferry 2005). Pemanfaatan sabut kelapa masih sebatas untuk kerajinan, seperti tali, keset, sapu, matras, bahan untuk isian jok mobil, dan lain lain (Mahmud dan Ferry 2005).

Menurut Buranov dan Mazza (2009), sabut kelapa merupakan bahan berlignoselulosa yang mengandung hemiselulosa sebesar 8.50%, selulosa 21.07%, dan pektin 19.26%. Oleh karena itu, Sabut kelapa berpotensi untuk dijadikan bahan baku penghasil bioetanol karena kandungan seratnya yang cukup tinggi, jumlahnya cukup banyak, dan harganya murah (Hambali 2007).

Proses produksi bioetanol dari selulosa dengan metode sakarifikasi dan fermentasi simultan lebih efisien dibandingkan dengan metode dua tahap yang memerlukan tahap *pretreatment* terlebih dahulu. Artinya, proses produksi bioetanol memerlukan langkah yang lebih pendek, waktu lebih singkat, dan bahan yang digunakan lebih sedikit. Selain itu, rendemen yang dihasilkan dengan metode SFS lebih tinggi dibandingkan dengan pembuatan bioetanol dengan metode dua tahap (Samsuri *et al.* 2007).

### Perumusan Masalah

Kebutuhan energi fosil seperti bensin atau solar semakin meningkat. Oleh karena itu, diperlukan suatu energi terbarukan dan merupakan energi yang ramah lingkungan sehingga dapat mengatasi permasalahan energi dan pemanasan global. Selain itu, limbah sabut kelapa belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga penelitian tentang proses pembuatan bioetanol dari sabut kelapa dengan metode sakarifikasi dan fermentasi simultan perlu dilakukan.

### **Tujuan Program**

Tujuan penelitian ini adalah melihat kinerja proses sakarifikasi dan fermentasi simultan dengan menentukan parameter fermentasi seperti perubahan pH, penggunaan gula pereduksi, dan konsentrasi etanol.

### **Luaran Yang Diharapkan**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi jurnal ilmiah dibidang teknologi dan ilmu pengetahuan alam tentang potensi sabut kelapa sebagai sumber energi terbarukan pengganti bahan bakar fosil.

### **Kegunaan Program**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi jurnal ilmiah di bidang teknologi dan ilmu pengetahuan alam tentang potensi sabut kelapa sebagai sumber energi terbarukan pengganti bahan bakar fosil. Scholar Journal, dan CALL FOR PAPER PPI Prancis.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **Bioetanol**

Bioetanol adalah etanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Etanol atau etil alkohol  $C_2H_5OH$  berupa cairan bening tak berwarna, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yg besar bila bocor (Jeon 2007). Etanol merupakan salah satu sumber energi alternatif yang mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya sifat etanol yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan karena emisi karbondioksida rendah (Jeon 2007).

Etanol adalah bahan bakar beroktan tinggi dan dapat menggantikan timbal sebagai peningkat nilai oktan dalam bensin. Campur etanol dengan bensin akan mengoksidasi campuran bahan bakar sehingga dapat terbakar lebih sempurna dan mengurangi emisi gas buang (seperti karbonmonoksida/CO) (Prihandana 2008). Bioetanol merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan karena secara signifikan dapat mengurangi gas berbahaya di atmosfer. Selain itu, Proses produksi dan pembakaran juga tidak meningkatkan efek rumah kaca (Prihandana 2008).

Bahan baku untuk proses produksi bioetanol diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu gula, pati dan selulosa. Sumber gula yang berasal dari gula tebu, gula bit, molase dan buah-buahan dapat langsung dikonversi menjadi etanol (Lin and Tanaka 2006).. Sumber dari bahan berpati seperti jagung, singkong, kentang dan akar tanaman harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi gula. Sumber selulosa yang berasal dari kayu, limbah pertanian, limbah pabrik pulp dan kertas secara keseluruhan harus dikonversi menjadi gula dengan bantuan asam mineral (Lin and Tanaka 2006).

### **Sabut Kelapa**

Kelapa merupakan satu jenis tumbuhan dari suku aren-arenan atau *Arecaceae* dan anggota tunggal dalam marga *Cocos*. Tumbuhan ini dapat dimanfaatkan hampir semua bagiannya oleh manusia sehingga dianggap sebagai tumbuhan serba guna, khususnya bagi masyarakat pesisir. Produk kelapa yang tinggi juga menghasilkan berbagai produk samping. Hasil samping dari buah kelapa adalah air kelapa, tempurung kelapa, dan sabut kelapa (Mahmud dan Ferry 2005). Hasil penelitian Akbar (2011) menjelaskan potensi sabut kelapa Indonesia mencapai 10.500.000 ton sabut kelapa per tahun. Jumlah tersebut sangatlah besar dan menunjukkan bahwa sabut kelapa merupakan bahan yang memiliki potensi

yang harus terus digali. Selama ini, sabut kelapa sudah dimanfaatkan sebagai *coco fiber*, bahan baku keset, tali, dan produk sederhana lainnya.

Menurut Radyati (1998), komposisi buah kelapa berdasarkan berat terdiri atas: sabut (eksokarp) 35-40%, tempurung (endokarp) 10-25%, kulit ari (testa), daging buah kelapa (endosperm) 28-33%, dan air kelapa (endosperm cair) 10-25%. Sedangkan menurut Akbar (2011) komposisi buah kelapa adalah 35% sabut, 12% tempurung, 28% daging buah, dan 25% air kelapa.

Satu buah kelapa menghasilkan 0.4 kg sabut yang mengandung 30% serat (Mahmud dan Ferrry 2005). Menurut Buranov dan Mazza (2009), sabut kelapa merupakan bahan berlignoselulosa yang mengandung hemiselulosa sebesar 8.50%, selulosa 21.07%, dan pektin 19.26%. Sehingga sabut kelapa berpotensi untuk dijadikan bahan baku penghasil bioetanol karena kandungan seratnya yang cukup tinggi, jumlahnya cukup banyak, dan harganya murah (Hambali 2007).

### **Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan**

Secara umum sintesis bioetanol yang berasal dari biomassa terdiri atas dua tahap utama, yaitu hidrolisis dan fermentasi. Metode terdahulu, proses hidrolisis dan fermentasi dilakukan secara terpisah atau *separated hydrolysis and fermentation* (SHF) dan yang terbaru adalah sakarifikasi dan fermentasi simultan atau *simultaneous saccharification and fermentation* (SSF) (Samsuri *et al.* 2007).

Proses hidrolisis dan fermentasi akan jadi lebih efektif dan efisien jika dilaksanakan secara berkelanjutan tanpa melalui tenggang waktu yang lama, proses ini dikenal sebagai proses sakarifikasi dan fermentasi simultan (SSF) (Chaudary *et al.* 2006). Sakarifikasi dan fermentasi simultan adalah kombinasi antara hidrolisis dengan enzim dan fermentasi yang dilakukan dalam suatu reaktor. Proses ini memiliki keuntungan, yaitu polisakarida yang terkonversi menjadi monosakarida tidak kembali menjadi polisakarida karena monosakarida langsung difermentasi menjadi etanol (Samsuri *et al.* 2007).

## **III. METODE PENDEKATAN**

### **Preparasi Bahan**

Delignifikasi dilakukan dengan metode kimia, yaitu sabut kelapa kering dibersihkan dari gabusnya, kemudian dipotong-potong sampai lolos ayakan 40 *mesh*. Sebanyak 200 gram serbuk sabut kelapa dilarutkan dalam 10 L NaOCl 10%. Sebelumnya NaOCl diencerkan dengan air, perbandingan masing-masing 1:\$. Campuran keduanya direndam selama 12 jam. Perendaman dilakukan pada suhu ruang. Hasil rendaman dibilas dengan air sampai bersih dan disaring kemudian dikeringkan. Hidrotermolisis I dilakukan dengan memanaskan air sebanyak 5 mL tiap satu gram bahan pada suhu 121°C selama satu jam. Hasil hidrotermolisis I disaring, dicuci dengan air dan disaring kembali agar sisa lignin dan bahan ekstraktif lainnya berkurang. Hidrotermolisis II dilakukan dengan memanaskan air sebanyak 5 mL tiap satu gram bahan pada suhu 180°C selama 20 menit. Hasil hidrotermolisis II disaring kemudian didapatkan cairan dan WIS (*Water Insoluble Solid*). WIS dikeringkan pada suhu 50°C selama 20 jam. Cairan dan WIS hasil hidrotermolisis digunakan sebagai bahan baku bioetanol. Kemudian, hasil hidrotermolisis II digunakan sebagai bahan baku penelitian utama. Hasil rendaman yang telah kering ditimbang. Analisis proksimat berupa kadar air, kadar lignin, kadar selulosa, hemiselulosa, dan kadar serat dilakukan sebelum maupun sesudah delignifikasi.

### **Kultur Sel**

Biakan murni *Pichia stipitis* diremajakan dalam agar miring YMA (*Yeast Maltose agar*) yang mengandung 4 g/l yeast ekstrak, 10 g/l ekstrak malt, 4 g/l glukosa, dan agar 20 g/L. media agar tersebut diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48 jam. Kemudian disterilisasi dalam autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit. Media fermentasi yang digunakan mengandung 6.4 g urea, 1.2 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0.18 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>2</sub>, 10 g yeast ekstrak dan 50 g D-Xylosa dalam satu liter akuades dengan pH 4.5. (Okur 2006). Sedangkan biakan *T. reesei* dan *Z. mobilis* diremajakan dalam agar miring LB (*lactose broth*).

#### **Sakarifikasi Dan Fermentasi Simultan**

Hasil prapenanganan bahan, yaitu sabut kelapa hasil perlakuan awal 0.3, 0.4, dan 0.5% (b/v) dicampur dengan substrat cair. Substrat cair tersebut terdiri atas cairan hasil hidrotermal II dan bufer sitrat fosfat pH 5 dengan perbandingan 1:1.

Sakarifikasi dan fermentasi simultan dilakukan pada suhu 32 °C setelah proses delignifikasi selesai. Nutrien fermentasi yang terdiri atas urea (24%) sebanyak 0.167% (v/v), MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O yang dilarutkan dalam akuades hingga volume 100 mL, ditambahkan pada proses sakarifikasi dan fermentasi simultan. Kemudian dilakukan pengecekan pH media. Setelah itu dilakukan proses sterilisasi pada suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah suhu medianya 25-30 °C, ditambahkan kultur *T. Reesei*, *Zymomonas mobilis*, *Pichia stipitis* 10% (v/v). Pengambilan sampel dilakukan setiap 24 jam selama proses fermentasi dan sakarifikasi simultan berlangsung dengan melakukan pemisahan antara padatan dan cairan (filtrat) selama 4 hari. Analisis kinerja dari proses sakarifikasi dan fermentasi simultan, yaitu dengan mengukur beberapa parameter, yaitu penggunaan gula pereduksi, pH dan pembentukan Etanol.

#### **Analisis pH**

pengukuran pH dilakukan setiap 24 jam selama proses sakarifikasi dan fermentasi simultan menggunakan pH meter.

#### **Penetapan Gula Pereduksi Hidrolisat Metode DNS (Miller 1959)**

Sebanyak 1 mL sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 3 mL pereaksi DNS. Larutan tersebut ditempatkan dalam air mendidih selama 5 menit dan biarkan sampai dingin pada suhu ruang. Ukur absorbansi pada panjang gelombang 550 nm. Kurva standar dibuat dengan mengukur nilai gula pereduksi pada 0.2-0.5 mg/L. kemudian nilai gula pereduksi dicari dengan metode DNS. Hasil yang didapatkan diplotkan dalam grafik secara linier.

#### **Kadar Etanol**

Pengukuran kadar bioetanol sampel dilakukan menggunakan GC (*Gas chromatography*). Penentuan dilakukan dengan membandingkan waktu retensi sampel dengan waktu retensi standar etanol. Standar etanol diinjeksikan dengan konsentrasi 99.8% (v/v)

## **IV. PELAKSANAAN PROGRAM**

### **Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Maret hingga Juli 2013 yang dilaksanakan di Laboratorium Bioindustri Departemen Teknologi Industri



Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.

### Tahapan Pelaksanaan

Kegiatan	Bulan ke-											
	1			2			3			4		
Studi Pustaka	█											
Pembelian alat dan bahan	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Pembiakan kultur khamir	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Analisis Parameter Fermentasi	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Penyusunan laporan	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

### Instrumen Pelaksanaan

Rekapitulasi Rancangan dan Realisasi Biaya

<b>PEMASUKAN</b>	10.800.000
<b>PENGELUARAN</b>	
Pembelian bahan penelitian	2.289.000
Peralatan	383.700
Sewa laboratorium dan alat	3.295.000
Transportasi dan dokumentasi	210.000
Kesekretariatan	141.400
Uang lembur	705.000
Kostum	680.000
Deposit Poster	300.000
<b>Total Pengeluaran</b>	<b>8.004.100</b>

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Tabel 1 analisis proksimat sabut kelapa

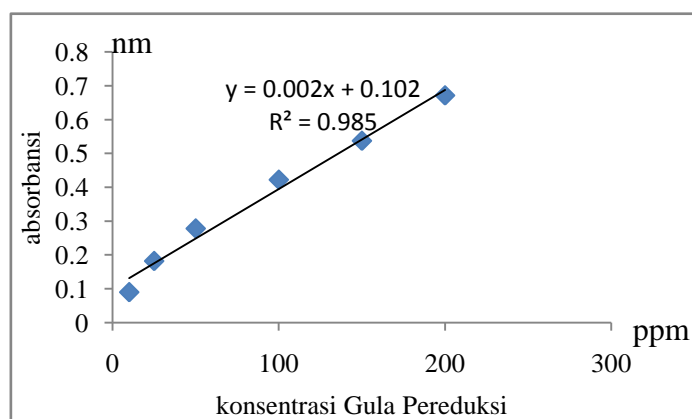
Analisis proksimat	Sebelum delignifikasi
Serat kasar	33 %
Kadar air	11.3 %
Kadar abu	3.98 %
Protein	3.49 %
Lemak	4.20 %
Lignin	56.67
Selulosa	30.80 %
hemiselulosa	1.75 %

Tabel 2 Absorbansi standar gula pereduksi

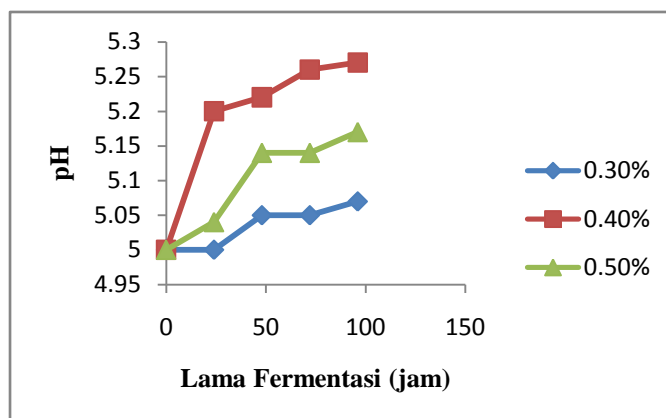
Konsentrasi standar (ppm)	Absorbansi (nm)
10	0.090
25	0.182
50	0.278
100	0.422
150	0.537
200	0.671

Tabel 3 Konsentrasi etanol selama proses SFS

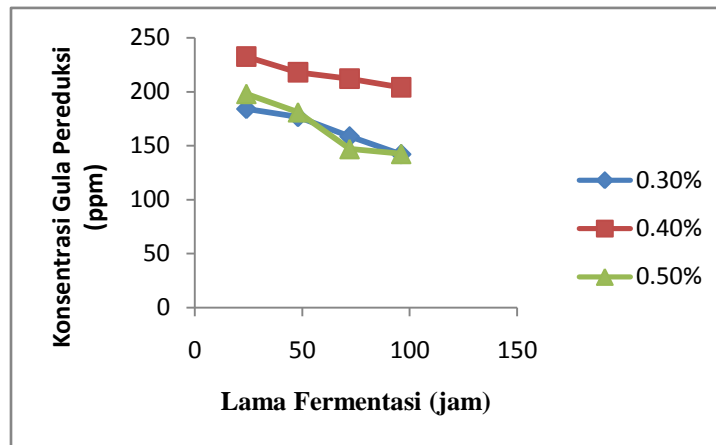
waktu	Kadar etanol (%)		
	0.3	0.4	0.5
0	0	0	0
24	0.0439	0.0211	0.0274
48	0.1842	0.0493	0.1432
72	0.9971	0.3926	0.1061
96	1.3092	0.0788	0.0765



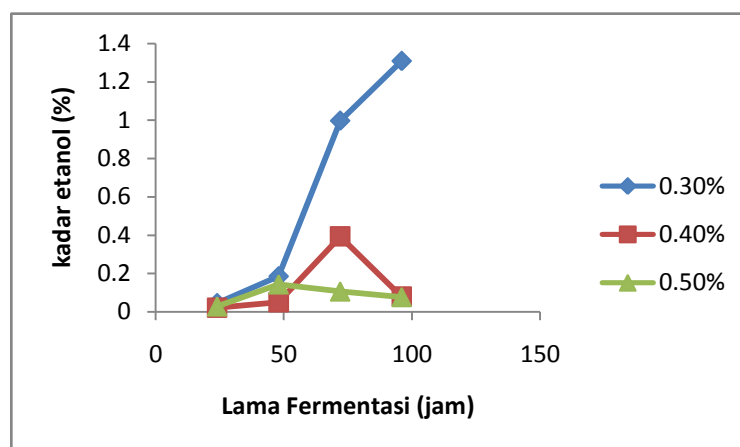
Gambar 1 Kurva standar gula pereduksi



Gambar 2 Kurva Perubahan pH selama proses SFS



Gambar 3 Kurva konsentrasi gula pereduksi selama proses SFS



Gambar 4 Kurva konsentrasi etanol selama proses SFS

### PEMBAHASAN

Sabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin, abu, air, lemak, protein, dan serat kasar masing-masing sebesar 30.80%, 1.75%, 56.67%, 3.98%, 11.3%, 4.20%, 3.49%, dan 33%. Hal ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Buranov dan Mazza (2009) yang menyatakan kandungan selulosa sebesar 21.07% dan hemiselulosa sebesar 8.01%.

Hasil pengukuran gula pereduksi pada mikroba yang digunakan selama proses sakarifikasi dan fermentasi simultan diketahui bahwa terjadi penurunan gula pereduksi pada saat SFS berlangsung. Hal ini disebabkan gula pereduksi digunakan mikroba untuk pertumbuhan sel dan pembentukan produk. Konsentrasi gula pereduksi tertinggi dihasilkan pada lama fermentasi selama 24 jam dan paling rendah selama 96 jam dengan konsentrasi substrat sebesar 0.4%.

Kenaikan konsentrasi gula pereduksi diduga karena mikroba *T. reesei* sudah mampu menghidrolisis selulosa menjadi glukosa sehingga pada hari pertama sampai hari tertentu mengalami peningkatan. Sedangkan penurunan gula pereduksi disebabkan oleh mikroba yang menggunakan gula untuk pertumbuhan sel dan juga pembentukan produk seperti etanol karena menurut Putri (2008) bahwa gula yang terdapat di dalam media digunakan sebagai sumber karbon bagi

sel mikroba untuk mensintesis energi melalui fermentasi etanol. Penurunan gula pereduksi dapat dilihat pada gambar 3.

Pembentukan produk fermentasi dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, yaitu pH. gambar 1 menunjukkan nilai pH selama proses SFS mengalami peningkatan dengan bertambahnya waktu proses SFS. Kenaikan pH menurut Yulianto (2001) disebabkan oleh *yeast extract* yang digunakan mengalami deaminasi hingga mengakibatkan pH media meningkat dan perubahan naik turunnya pH kultur yang dipengaruhi oleh besar kecilnya perbandingan antara senyawa organik yang bersifat asam dengan amonia yang bersifat basa.

Proses sakarifikasi dan fermentasi simultan dengan lama perlakuan 24-96 jam memperoleh hasil bioetanol berkisar  $0.0211 \pm 1.3092\%$ . Kadar etanol yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 3. Berdasarkan tabel 3, konsentrasi etanol terbesar diperoleh dengan lama perlakuan optimal selama 96 jam dengan konsentrasi 0.3%.

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Proses sakarifikasi dan fermentasi simultan pada konstrasi substrat 0.3% dengan lama fermentasi 24 jam sampai 96 jam dihasilkan etanol berturut-turut sebesar 0.0154%, 0.6481%, 0.0237%, dan 0.0079%. Sedangkan konstrasi substrat 0.4% dengan lama waktu 24jam sampai 96 jam dihasikan kadar etanol berturut-turut sebesar 0.0064%, 0.0037%, 0.0079%, dan 0.0254%. Pada konsentrasi substrat 0.5% dengan lama perlakuan 24 jam sampai 96 jam dihasilkan kadar etanol berturut-turut sebesar 0.0038%, 0.0079%, 0.0106%, dan 0.0087%. kadar etanol yang tinggi dalam penelitian ini dihasilkan pada konstrasi 0.3% dengan lama fermentasi 48 jam.

### Saran

Diperlukan analisis lanjutan dengan variasi pH dan suhu, serta analisis gula pereduksi menggunakan metode lain atau pengukuran menggunakan alat HPLC.

## VII. DAFTAR PUSTAKA

- Agbogbo FK, Celly G. 2008. Cellulosic ethanol production using the naturally occurring xylose fermenting yeast *Phicia stipitis*. *Biotechnol* (30): 1515-1524.
- Akbar JA. 2011. Kajian Proses Produksi Pulp dan Kertas Berbahan Baku Sabut Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dengan Metode *Soda Pulping*. [skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anuj KC, Rundravaram R, Narasu ML, Rao LR, Ravindra P. 2007. Economic and enviromental impact of bioethanol production technology. *Biothechnol. Mol. Biol. Rev.* 2(1): 14-32.
- Buranov P, Mazza JP. 2009. Extraction dan Characterization of Hemcelluloses from Flax Shives by Different Methods. *Journal of Carbohydrate Polymers* 79(1): 17-25.
- Darnoko *et al.* 2001. Teknologi Produksi Biodiesel dan Prospek Pengembangannya di Indonesia. *Warta PPKS* 9 (1): 17-27.
- Hambali *et al.* 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Goldstein IS. 1976. Chemicals from Lignocellulose. *Biotech. Bioeng. Symp.* 6: 293-301.
- Gong CS, Tsao GT. 1981. Cellulose and biosynthesis regulation. Annual Report on Fermentation Process. New York: Academic Press.

- Ismail T, Iksanti L, Jayanti ND. 2009. Etanol dari Molase dengan *Zymomonas mobilis* yang diambil dari Karaginan pada Reaktor Kontinyu. Seminar Nasional Teknik Kimia Bandung-STNKI. Bandung.
- Jeon BY *et al.* 2007. Development of a Serial Bioreactor System for Direct Ethanol Production from Starch Using *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* 12: 566-573.
- Judoamidjojo *et al.* 1989. *Biokonversi*. PAU Bioteknologi IPB, Bogor.
- Lin Y, Tanaka S. 2006. Ethanol fermentation from biomass resources: current state and prospects. *Appl. Microbiol. Biotechnol* 69: 627-642.
- Mahmud Z, Ferry Y. 2005. Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa. *Jurnal Prespektif* 4: 55-63.
- Nurdyastuti I. 2006. *Teknologi Proses Produksi Bioetanol*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Prihandana R, Hendroko R. 2008. *Energi Hijau*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rachmaniah O, Lisa FS, Lazuardi K. 2009. Pengaruh *liquid hot water* terhadap perubahan struktur sel bagas. Makalah pada Seminar Nasional XIV, 22-23 Juli 2009. Surabaya.
- Radiyah CT. 1998. *Teknologi Pembuatan minyak Goreng Secara Fermentasi*. Subang: Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna-P3FT LIPI.
- Samsuri M, Gozan M, Mardias R, Baiquni M, Hermansyah H, Wijanarko A, Prasetya B, Nasikin M. 2007. Pemanfaatan selulosa bagas untuk produksi etanol melalui sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan enzim xylanase. *Makara Teknologi* 11(1): 17-24.
- Taherzadeh MJ, Karimi K. 2007. Process for Ethanol from Lignocellulosic Materials : Acid based Hydrolysis Process. *Bioresources*. 2(3). 472-499.
- Tsao *et al.* 1978. *Fermentation substrat from cellulosic material*. Annual Report on Fermentation Process. Vol 2. New York: Academic Press.

## LAMPIRAN

### Dokumentasi Kegiatan





