



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Raya Prabumulih KM.32 Indralaya (30662) Telp. (0711) 580739 – 580741 Fax. (0711) 580062

**KEPUTUSAN  
REKTOR UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
NOMOR : 27/UN.9.1.3/SK-FT/2013**

tentang

**DOSEN PEMBIMBING MAHASISWA PADA PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**REKTOR UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

- Menimbang : a. Bahwa dalam rangka pelaksanaan kegiatan pembelajaran dan pembimbingan mahasiswa perlu dibimbing dan diarahkan sesuai dengan bidang ilmu;  
b. Bahwa sehubungan dengan butir a diatas perlu ditetapkan Surat Keputusan sebagai landasan hukumnya;
- Mengingat : 1. Undang-undang No. 20 tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional.  
2. Peraturan Pemerintah No. 66 tahun 2010, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah No.17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;  
3. Keppmendikbud RI No.257/MPN.A4/KP/2011 tentang Pengangkatan Rektor Unsri periode tahun 2012-2015  
4. Keputusan Rektor Unsri No. 4294/PT11.1.1/c.2.a/1987, tanggal 14 Oktober 1987, tentang pemberian wewenang kepada Dekan untuk penerbitan Surat Keputusan Panitia Ujian Komprehensif Fakultas  
5. Kep. Mendikbud RI No. 232/U/2000, tentang Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi dan Penilaian Hasil Belajar Mahasiswa.  
6. SK Dikti No. 112/BAN-PT/Ak-V/S2/VII/2007 tentang Ijin Penyelenggaraan Program Studi.  
7. SK Rektor Unsri No. 0041/H9/KP/2013, tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Periode 2013-2017  
8. SK Rektor Unsri No.0015/UN9/KP/2012 tentang Pengalihan Status (Kedudukan) Pengolahan Program Studi Teknik Kimia Konsentrasi Teknologi Energi, Program Studi Magister Teknik Sipil dan Program Studi Magister Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya dibawah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

**MEMUTUSKAN**

- Menetapkan  
Pertama : Menunjuk tenaga akademik berikut sebagai pembimbing bagi mahasiswa dibawah ini dalam mempersiapkan rencana dan pelaksanaan segala bentuk kegiatan yang berkaitan dengan penyusunan tesis mahasiswa yang bersangkutan

NAMA / NIM	NAMA DOSEN
Agusdin 20112507012	1. Dr. Novia,ST, MT 2. Hermansyah,SSi,MSi,PhD

- Kedua : Segala biaya yang mungkin timbul akibat dari penetapan keputusan ini, dibebankan kepada anggaran yang disediakan oleh Fakultas Teknik Unsri
- Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan segala sesuatu akan diubah dan/atau diperbaiki sebagaimana mestinya apabila ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Indralaya  
Pada tanggal : 31 Mei 2013  
a.n. Rektor  
Dekan,

  
Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha,DEA  
NIP 195308141985031002

**Tembusan :**

1. Rektor (sebagai laporan)
2. Para Pembantu Dekan
3. Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia
4. Dosen Pembimbing
5. Yang bersangkutan

**HIDROLISIS ENZIMATIK SELULOSA SEKAM PADI  
DENGAN ENZIM SELULASE DAN FERMENTASI DENGAN  
*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*  
PADA PEMBUATAN BIOETANOL**

**TESIS**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Magister Teknik (M.T)  
pada  
Program Studi Magister Teknik Kimia Bidang Kajian Utama Teknologi Energi  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**AGUSDIN**

**NIM. 20112507012**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FEBRUARI 2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tesis : Hidrolisis Enzimatik Selulosa Sekam Padi Dengan Enzim Selulase Dan Fermentasi Dengan *Saccharomyces Cerevisiae* Pada Pembuatan Bioetanol

Nama Mahasiswa : Agusdin

NIM : 2011 250 7012

Program Studi : Teknik Kimia

Bidang Kajian Utama : Teknologi Energi

### Menyetujui

Dr. Novia, S.T, M.T  
Pembimbing Pertama

Hermansyah, S.Si, M.Si, Ph.D  
Pembimbing Kedua

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia

Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA  
NIP. 19561024981032001

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya



Prof Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA  
NIP. 195308141985031002

Tanggal Lulus: Januari 2015



**BUKTI TELAH MEMPERBAIKI SEMINAR HASIL TESIS  
MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NO	PENGUJI	TANDA TANGAN
1	Prof. Ir Subriyer Nasir, M.S, Ph.D	
2	Prof. Dr. Ir. H.M Djoni Bustan, M. Eng	
3	Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc.	
4	Dr. rer.nat Rispidian Mohadi, S.Si, M.Si	

Menerangkan bahwa:

Nama : AGUSDIN

NIM : 20112507012

BKU : Teknologi Energi

Judul Tesis : Hidrolisis Enzimatik Selulosa Sekam Padi Dengan Enzim Selulase Dan Fermentasi Dengan Saccharomyces cerevisiae pada Pembuatan Bioetanol

Telah mengikuti ujian akhir dan memperbaiki hasil laporan tesis.

Palembang, Februari 2015

Pembimbing I

**Dr. Novia, S.T, M.T**  
NIP. 197311052000032003

Pembimbing II

**Hermansyah, S.Si, M.Si Ph.D**  
NIP. 197111191997021001

Kepala Program Studi  
Teknik Kimia

**Dr. Ir. Hj. Sri Haryati DEA**  
NIP. 195610241081032001

# SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Agusdin  
Tempat dan Tanggal Lahir : Semendo, 03 Nopember 1978  
Program Studi : Teknik Kimia  
Bidang Kajian Utama : Teknologi Energi  
NIM : 2011 250 7012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Seluruh data, informasi, interpretasi serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini, kecuali disebutkan sumbernya adalah merupakan pengamatan, penelitian, pengelolaan serta pemikiran saya dengan pengarahan dari pembimbing yang ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis ini adalah asli, belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Sriwijaya maupun diperguruan tinggi lainnya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila dikemudian hari ditemukan adanya bukti ketidakbenaran dalam pernyataan tersebut diatas, maka saya bersedia menerima sanksi akademis berupa pembatalan pemberian gelar yang saya peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

Palembang, Januari 2015

Yang membuat pernyataan



Agusdin

NIM. 2011 250 7012

## HALAMAN PERSEMBAHAN

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

Al Quran

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah atas ridho dan karunia ALLAH SWT,

Karya Ilmiah ini kupersembahkan kepada :

- ✓ Ibunda tercinta dan kedua mertuaku yang selalu mendoakanku.
- ✓ Istriku tercinta Dwi Mirani atas cinta, kesabaran dan perhatiannya.
- ✓ Putra tersayang ananda Ahmad Farhan Al Farabi yang menjadi inspirasi dan penyemangatku.
- ✓ Putra bungsu ananda Muhammad Hasyim Al Gazali yang baru hadir dalam hidup kami.
- ✓ Ayunda Yahipah, Imi dan Kakanda Sam, keluarga iparku serta semua Keluarga besarku atas dukungan dan semangat yang telah diberikan.
- ✓ Sahabat-sahabatku untuk motivasi yang sangat berharga.
- ✓ Almamater-ku.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah Nya, sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan penelitian dengan judul **“Hidrolisis Enzimatik Selulosa Sekam Padi Dengan Enzim Selulase Dan Fermentasi Dengan *Saccharomyces Cerevisiae* Pada Pembuatan Bioetanol”**.

Penulisan tesis sebagai persyaratan dalam menyelesaikan program studi guna mendapatkan gelar Magister Teknik, pada Program Studi Teknik Kimia, Bidang Kajian Utama Teknologi Energi, Program Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya penyusunan laporan tesis ini tidak lepas dari doa dan bantuan baik secara intelektual, moral, material dan non material dari berbagai pihak, terutama kepada Ibu Dr. Novia, ST. MT, selaku pembimbing I, dan Bapak Hermansyah, S.Si, M.Si, Ph.D selaku pembimbing II, juga pihak-pihak lain yang telah membantu khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Badia Perizade, MBA, selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA, selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Kimia Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh staff dosen dan karyawan Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
5. Orang tua, saudara dan teman-teman yang telah memberikan doa dan dukungannya.

6. Isteri tercinta Dwi Mirani, dan ananda Ahmad Farhan Al Farabi, yang telah memberi semangat dan pengertiannya, dan Ananda Muhammad Hasyim Al Ghazali yang baru hadir dalam kehidupan kami.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih ada kekeliruan, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dalam rangka memperbaiki tesis ini. Akhirnya atas saran, kritik dan masukan yang diberikan, penulis menghaturkan terimakasih. Semoga penyusunan tesis ini dapat memberikan manfaat yang baik bagi semua pembaca dan penggunanya. Amin yaa rabbal 'alamiin.

Palembang, Januari 2015

Penulis

AGUSDIN



## ABSTRACT

Rice husk has a good potential to be produced of biofuels as bioethanol. Cellulose content contained on the rice husks can be converted to glucose and then fermented to ethanol. To simplify the hydrolysis process, the lignin content in rice husk, has to be removed. Delignification process used alkaline method with 5% NaOH at 121 °C during 1 hour. This study used the enzymatic hydrolysis with the various, volume of enzyme was 2.5; 5; 7.5; 10 and 12.5 mL, with pH 4-5 conditions and hydrolysis of 24 hours. Fermentation used the *Saccharomyces cerevisiae*, 5 gram and the time of 3, 4, 5, 6, and 7 days. The largest ethanol content obtained was 2.778% on the fermentation day of 5 and 7.5 ml of enzyme volume.

**Keywords:** *Aspergillus niger*, Bioethanol, Enzymatic Hydrolysis, Fermentation, Rice Husk, Cellulase enzyme,.

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRACT .....	vii
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Sekam Padi .....	6
2.2. Bioetanol .....	7

2.3. Lignoselulosa .....	9
2.4. Delignifikasi .....	16
2.5. Jenis-jenis Pretreatment .....	19
2.6. Enzim .....	22
2.7. Enzim Selulase .....	24
2.8. Aspergillus niger .....	27
2.9. Glukosa .....	32
2.10. Hidrolisis .....	34
2.11. Saccharomyces cereviseae .....	38
2.12. Peneliti Terdahulu .....	42
<b>III. METODELOGI PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
3.1. Waktu dan tempat.....	44
3.2. Peralatan dan Bahan .....	44
3.3. Rancangan Penelitian .....	45
3.4. Variabel Penelitian .....	45
3.5. Metode Penelitian .....	45
3.6. Analisa Produk .....	47
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>52</b>
4.1. Kadar Lignin yang diperoleh .....	52
4.2. Kadar Glukosa yang diperoleh .....	53
4.3. Kadar Etanol yang diperoleh terhadap Penambahan Enzim dan Waktu Fermentasi .....	55
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1. Kesimpulan .....	58

5.2. Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

1. Komposisi Kimia Sekam Padi .....	7
2. Sifat-sifat fisik dari Bioetanol .....	9
3. Ciri-ciri <i>softwood</i> dan <i>hardwood</i> .....	10
4. Komponen kimia lignoselulosa pada sekam, jerami dan tongkol jagung .....	11
5. Metoda <i>Pretreatment</i> .....	21
6. Beberapa Enzim Dari Mikroba Dan Aplikasinya .....	23
7. Penelitian Terdahulu .....	42
8. Luas area sample pada masing-masing perlakuan .....	97
9. Hasil analisa kadar etanol yang diperoleh .....	99

## DAFTAR GAMBAR

1. Sekam padi.....	6
2. Susunan Komponen Lignoselulosa .....	11
3. Struktur Molekul Selulosa .....	13
4. Susunan Rangkaian Selulosa.....	13
5. Struktur Molekul Hemiselulosa .....	14
6. Struktur Molekul Lignin .....	15
7. Skema Biodegradasi Lignin .....	15
8. Proses Delignifikasi .....	17
9. Pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa oleh NaOH .....	18
10. Mekanisme reaksi kerja enzim selulase .....	26
11. Kurva Pertumbuhan Mikroba .....	28
12. Struktur glukosa .....	33
13. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	39
14. Diagram Alur Proses .....	51
15. Kadar glukosa yang diperoleh terhadap volume enzim .....	54
16. Kadar etanol yang diperoleh pada berbagai waktu fermentasi dan volume enzim .....	56
17. Grafik Analisa Gas Cromatografi kadar etanol standar 100 % .....	98
18. Grafik Analisa Gas Cromatografi kadar etanol pada kondisi perlakuan waktu fermentasi 3 hari dan penambahan enzim 2,5 mL .....	98

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Hasil Analisa Gas Chromatografi .....	64
2. Perhitungan .....	91
3. Foto-foto Penelitian .....	100

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan konsumsi BBM di Indonesia dan dunia semakin meningkat, konsumsi BBM meningkat rata-rata 4% per tahun, namun sejak 2004 konsumsi BBM cenderung turun rata-rata 3,1% per tahun hingga 2008, dan naik lagi di tahun 2012. Konsumsi BBM menurut sektor pengguna didominasi sektor transportasi, kemudian diikuti oleh sektor industri dan sektor rumah tangga, sedangkan penggunaan energi sekarang ini masih bergantung pada energi fosil.

Perkembangan produksi dan pasokan minyak bumi selama tahun 2004 hingga 2012 menunjukkan produksi minyak bumi (termasuk kondensat) Indonesia cenderung turun dari sekitar 400 juta barrel pada 2004 menjadi sekitar 314 juta barrel pada 2012 ([prokum.esdm.go.id/](http://prokum.esdm.go.id/)). Penurunan produksi tersebut disebabkan sumur-sumur produksi minyak bumi di Indonesia umumnya sudah tua sementara produksi sumur baru relatif terbatas. Penemuan cadangan minyak yang ekonomis untuk diproduksi juga terbatas. Peningkatan kebutuhan BBM di dalam negeri dan penurunan produksi minyak bumi menyebabkan ekspor minyak bumi menurun, sebaliknya impor minyak bumi dan produk BBM sampai dengan 2012 cenderung meningkat. Impor minyak bumi dan BBM tahun 2008 sebesar 30,292 juta US \$. Sedangkan tahun 2012 sebesar 39,483 Juta US \$. Hal ini menyebabkan dikarenakan konsumsi BBM di dalam negeri semakin meningkat sedangkan produksi dalam negeri semakin menurun.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Sekam Padi

Sekam padi merupakan salah satu produk samping dari proses penggilingan padi, selama ini sekam padi belum dimanfaatkan secara maksimal. Sekam padi merupakan lapisan keras yang terdiri dari dua bentuk daun, yaitu sekam kelopak dan sekam mahkota. Saat proses penggilingan padi, sekam akan terpisah dari butiran beras dan menjadi bahan sisa/limbah dari penggilingan padi, dari penggilingan padi akan menghasilkan sekitar 20% - 30% sekam, 8% dedak, 2% bekatul & 65% beras. (Haryadi, 2006).

Sekam padi dikategorikan sebagai biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai kebutuhan bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar ataupun sebagai adsorpsi pada logam - logam berat sebagai arang aktif. Sekam padi tersusun dari jaringan serat - serat selulosa yang mengandung banyak silika dalam bentuk serabut - serabut yang sangat keras. ( Haryadi, 2006 ).



Gambar 1. Sekam Padi

## BAB III

### METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan bulan Desember 2014 di Laboratorium Bersama Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya Palembang dan Laboratorium Politeknik Negeri Sriwijaya.

#### 3.2. Peralatan dan Bahan

##### 3.2.1. Peralatan

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Autoklaf                      | 11. Neraca Analitik                |
| 2. Beaker Gelas                  | 12. Oven                           |
| 3. Buret Titrasi                 | 13. pH Meter                       |
| 4. Erlenmeyer                    | 14. Peralatan Destilasi            |
| 5. Gelas Ukur                    | 15. Pompa Vacuum                   |
| 6. Hot Plate                     | 16. Rotary Shaker                  |
| 7. <i>Mesh Screening 80 Mesh</i> | 17. Spatula                        |
| 8. Mikro Pipet                   | 18. <i>Spectrofotometer</i>        |
| 9. Termometer                    | 19. <i>Gas Chromatography (GC)</i> |
| 10. Stirrer vorteks              | 20. <i>Tabung eppendorf 1.5 mL</i> |

##### 3.2.2. Bahan

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. Sekam Padi                           | 8. $\text{Na}_2\text{SO}_4$ |
| 2. Ragi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | 9. Larutan KI               |
| 3. Enzim Selulase (produksi LIPI)       | 10. Larutan Amylum          |

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.7. Kadar Lignin yang diperoleh

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar lignin yang diperoleh dari proses pretreatment alkali dengan penambahan NaOH 5% dan pemanasan pada autoklaf dengan temperatur 121 °C adalah 13,38%. Sedangkan kadar lignin dari hasil analisa awal yang terdapat pada sekam padi (bahan baku) adalah sebesar 34,47%.

Pada penelitian ini tidak dilakukan variasi konsentrasi NaOH maupun waktu atau temperatur pemanasan pada alat autoklaf, dari hasil pretreatment alkali yang dilakukan (penambahan NaOH 5%) yang kemudian di autoklaf pada temperatur 121°C selama 1 jam hasil akhir kadar lignin sebesar 13,38%. Kadar lignin yang hilang selama proses delignifikasi yang terjadi sebesar 61,18%.

Kadar lignin yang hilang (61,18%) cukup besar, meski kandungan lignin yang tersisa dari hasil pretreatment pada penelitian ini masih cukup tinggi sebesar 13,38%. Dengan semakin kecilnya kadar lignin yang didapatkan maka proses hidrolisis enzimatik, untuk mendapatkan glukosa dari selulosa yang ada pada sekam padi akan semakin mudah.

Delignifikasi dilakukan dengan pemilihan larutan NaOH karena natrium hidroksida ini akan membentuk larutan alkali yang kuat ketika dilarutkan dalam air. Lignin tidak akan larut dalam larutan asam, tetapi mudah larut dalam larutan alkali encer. Sehingga larutan NaOH ini dapat menyerang dan merusak struktur lignin, bagian kristalin dan amorf, memisahkan sebagian lignin dan hemiselulosa serta struktur selulosa. Proses delignifikasi dengan NaOH menyebabkan ikatan silang dari

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 3.10. Kesimpulan

1. Semakin banyak enzim selulase yang ditambahkan, maka kadar glukosa yang diperoleh dari proses hidrolisis semakin banyak. Kadar glukosa tertinggi diperoleh sebesar 4,075 g/L. Untuk volume enzim 12,5 mL.
2. Semakin lama waktu fermentasi, maka kadar etanol semakin naik pada hari ke-4 dan ke-5, selanjutnya pada hari ke-6 dan ke-7 terjadi penurunan. Kadar etanol terbesar diperoleh pada waktu fermentasi 5 hari yaitu sebesar 2,778% (v/v), pada saat penambahan enzim sebesar 7,5 ml.

#### 3.11. Saran

Dari hasil penelitian ini untuk perbaikan pada penelitian berikutnya, maka disarankan beberapa hal yakni:

1. Karena kadar lignin yang diperoleh masih tinggi (13,5 %) maka perlu dilakukan pengurangan kadar lignin dengan metode lain.
2. Dari grafik kadar etanol yang diperoleh maka waktu optimum fermentasi adalah hari ke 5, untuk itu lama fermentasi untuk penambahan yang konstan adalah hari ke lima, dan disarankan penelitian selanjutnya mencari waktu optimum dari penambahan ragi pada saat fermentasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Jibouri, A.K.H (2012), "Effect of Intermediate Washing on Ozonolysis Delignification and Enzymatic Hydrolysis of Wheat Straw" Theses and dissertations. Paper 868.
- Alvira P, Tomás-Pejó E, Ballesteros M, Negro M.J. (2009) "Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review".
- Anindyawati, T. 2009. "Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa Untuk Produksi Bioetanol". Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI.
- Anwar, dkk. 2010. Peningkatan Unjuk Kerja Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi Menggunakan Campuran Selulase Kasar dari *Trichoderma Reesei* dan *Aspergillus Niger*. Jurusan Teknik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Asyeni, M. 2014. Proses Delignifikasi dengan Metode Alkaline Acid Pretreatment pada Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi. Tesis S2. Program Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya.
- Binod P, dkk. 2009. Bioethanol production from rice straw: An overview. *Bioresource Technology* 101 (2010) 4767–4774.
- Chesson, A. 1981. Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms. *J. Sci. Food Agric.* 32:745–758.
- Cole dan Fort. 2007. Chemistry.
- Dahot, M.U., dan M.H. Noomrio (1996), "Microbial Production of Cellulases by *Aspergillus Fumigatus* Using Wheat Straw as A Carbon Source ", *Journal of Islamic Academy of Sciences* 9:4, 119 - 124.
- Duff SJB, Murray WD. 1996. Bioconversion of forest products industry waste cellulosic to fuel ethanol: a review. *Bioresource Technology* 55: 1-33.

- Endah R.D., Sperisa D., Adrian Nur., Paryanto. 2007. Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Etanol Pada Pembuatan Bioetanol Dari Pati Garut. Indonesia: Universitas Sebelas Maret.
- Fengel dan Wegener. 1995. Kayu: Kimia, Ultra Struktur dan Reaksi-Reaksi, Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Gunam W, Buda K, Guna S. 2010. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Dengan Larutan NaOH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase Dari *Aspergillus niger* NRRL A-II, 264. Jurnal Biologi XIV (1) : 55 - 61 ISSN : 1410 5292.
- Gunam, I.B.W., dan Antara, N.S., 1999, Study on Sodium Hydroxide Treatment Of Corn Stalk to Increase Its Cellulose Saccharification Enzymatically by Using Culture Filtrate of *Trichoderma reesei*. Gitayana, Agric. Technol. J, 5 (1): 34-38.
- Hamelinck, N Carlo, Hooijdonk, van Geertje dan Faaij, PC Andre. 2005. Ethanol dari Biomassa Lignoselulosa: Kinerja Techno-Ekonomi dalam Jangka Pendek, Menengah dan Jangka Panjang. Biomassa dan Bioenergi, Vol. 28, hal 384-410.
- Haryadi, (2006), Teknologi Pengolahan Beras, Gajah Mada Universitas Press, (UI Press), Jakarta.
- Hermansyah, Novia, Julinar. 20012. Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus Niger* dan *Trichordema Reseei* melalui fermentasi Keadaan Padat Menggunakan Biomassa Lignoselulosa dan Aplikasinya dalam Proses Sakarifikasi Pada Produksi Bioetanol. F MIPA UNSRI.
- Hespell, B., 1998, Extraction and Characterization of Hemicellulose from Corn Fiber Produced by Corn Wet-Milling Processes, J. Agric. and Food Chem, 46 : 2615-2619.
- Hidayat, N, M, C. Padega dan S, Suhartini. 2006. Mikrobiologi Industri. Andi Yogyakarta.
- Howard R.L, dkk. 2003. Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production. African Journal of Biotechnology Vol. 2 (12), pp. 602-619. ISSN 1684-5315.

- Idral D D, Salim M, Mardiah E. 2012. Pembuatan Bioetanol Dari Ampas Sagu Dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Jurnal Kimia Unand, Volume 1 Nomor 1.
- Ingrid M, Yonathan , Djojosebroto H. 2011 "Pretreatment Sekam Padi dengan Alkali Peroksida dalam Pembuatan Bioetanol" Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" ISSN 1693 – 4393.
- Iranmahboob, J., Nadim, F., dan Monemi, S. 2002. Optimizing acid-hydrlysis: a critical step forproduction of ethanol from mixed wood chips. Biomass and Bioenergy 22: 401 – 404.
- Irawan, (2007), Glukosa dan Metabolisme Energi , Polton Sports Science & Performance Lab, Volume 01.
- Ismunadji, M., 1988, "Padi", Badan Penelitian dan PengembanganPertanian, Bogor.
- Judoamidjojo, dkk. 2002. Teknologi Fermentasi. Rajawali pers: Jakarta.
- Juhasz, dkk (2003), "Production of Glucosidase in Mixed Culture of *Aspergillus niger* BKMf 1305 and *Trichoderma reesei* RUT C30", Food Technol. Biotechnol. 41 (1) 49-53.
- Kamara, dkk. 2006. Degradasi Ensimatik Selulosa Dari Batang Pohon Pisang Untuk Produksi Glukosa Dengan Bantuan Aktivitas Selulolitik *Triderma virede*. Laporan Penelitian Dasar Universitas Padjadjaran. Fakultas Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam.
- Kim S, Bruce E, Dale. 2003. Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. Biomass and Bioenergy 26 (2004) 361 – 375.
- Kirk, R.E & Othmer, D, F., 1994, Encyclopedika of Chemical Tehnology, The Interscience Encyclopedia Inc., New York.
- Kumar, P., Barrett, D.M., Delwiche, M.J., and Stroeve, P. 2009. Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Efficient Hydrolysis and Biofuel Production, Ind. Eng. Chem. Res., 48(8), 3713-3729.
- Lehninger, AL. (1982), Dasar-Dasar Biokimia, Thenawidjaja, penerjemah. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Basic of Biochemistry.

- Martinez, dkk (2005) "Biodegradation of lignocellulosics: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin".
- Martins, dkk (2008), "Comparison of *Penicillium echinulatum* and *Trichoderma reesei* Cellulases in Relation to Their Activity Against Various Cellulosic Substrates", *Bioresource Technology*, 99, 1417-1424.
- Montgomery (1993). *Biokimia*, Penerbit Binarupa Ilmu, Jakarta.
- Mortimer RK (2000), "Evolution and variation of the yeast (*Saccharomyces*) genome". *Genome Res* 10: 403–409.
- Muthuvelayudham, R. and T. Viruthagiri (2006), "Fermentative Production and Kinetics of Cellulase Protein on *Trichoderma reesei* Using Sugarcane Bagasse and Rice Straw", *African Journal of Biotechnology* Vol. 5 (20), 16 October, pp. 1873 - 1881.
- Nilna, Daidliyah. 2010. Potensi Ganyong (*Canna edulis* Kerr) Dari Malang Selatan Sebagai Bahan Baku Bioetanol Dengan Proses Hidrolisis Asam. *Spectra VIII* (16): 12-22.
- Novia, Hermansyah, Nurrahman A. 2013. The Alkaline-Ozonolysis Pretreatment and Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) for the Production of Bioethanol from Rice Straw. The 7<sup>th</sup> International Conference of Chemical Engineering on Science and Applications.
- Novia, Faizal M, Ariko M F, Yogamina D H. 2011. Hidrolisis Enzimatik Dan Fermentasi TKKS Yang Didelignifikasi Dengan Asam Sulfat Dan NaOH Untuk Memproduksi Etanol. Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3.
- Oshima, M. 1965. *Wood Chemistry Process Engineering Aspect*. Noyes Develop. Corp. New York.
- Palonen, H (2004), "Role of Lignin in the Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulose", *VTT.Publications* , 520 , 1 – 80.
- Puja, I, S. 2012. Produksi Glukosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit yang Didelignifikasi dengan metode Ozonolysis Pretreatment Melalui Metode Hidrolisis Enzimatik. Tesis S2. Program Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya.



Prihandana, R, 2006. Bioetanol Ubi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Sa'adah, dkk. 2010. Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* Menggunakan Substrat Jerami dengan Sistem Fermentasi Padat. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP. Semarang.

Slaa, dkk. 2009. Yeast and fermentation: the optimal temperature. *Journal of Organic Chemistry*, 134: a-c.

Shoffiyanto. 2008. Hidrolisis Tongkol Jagung oleh Bakteri Selulolitik Untuk Produksi Bioetanol dalam Kultur Campuran. Departemen Teknik Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Stanburry, P.F., & A. Whittaker. 1984. *Principles of Fermentation Technology*. Pergamon Press, London.

Sun, Y. and J. Cheng. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresour. Technol.* 83: 1-11.

Taherzadeh, Karimi. 2007, "Enzyme-based Hydrolysis Processes For Ethanol From Lignocellulosic Materials: An Review", *BioResource* 2(4) 707-738.

Wannapeera J, Worasuwannarak N, Pipatmanomai S. 2008. Product yields and characteristics of rice husk, rice straw and corncob during fast pyrolysis in a drop-tube/fixed-bed reactor.

Yani A. 1993 "Isolasi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger*" Balitbang Mikrobiologi, Puslitbang Biologi-LIPI Bogor.

<http://prokum.esdm.go.id/>. [Diakses Tanggal 21 Agustus 2013].

<http://www.bbpk.go.id/> [Diakses Tanggal 21 Agustus 2013].

<http://www.bps.go.id/> [Diakses Tanggal 21 Agustus 2013].

<http://biofuel.webgarden.com/> [Diakses Tanggal 21 Agustus 2013]

**LAMPIRAN 1**  
**DATA HASIL ANALISA GAS CHROMATOGRAFI**

**LAMPIRAN 2**  
**PERHITUNGAN**

**LAMPIRAN 3**  
**Foto Foto Penelitian**



Sample Larutan Glukosa



Pipet Mikro



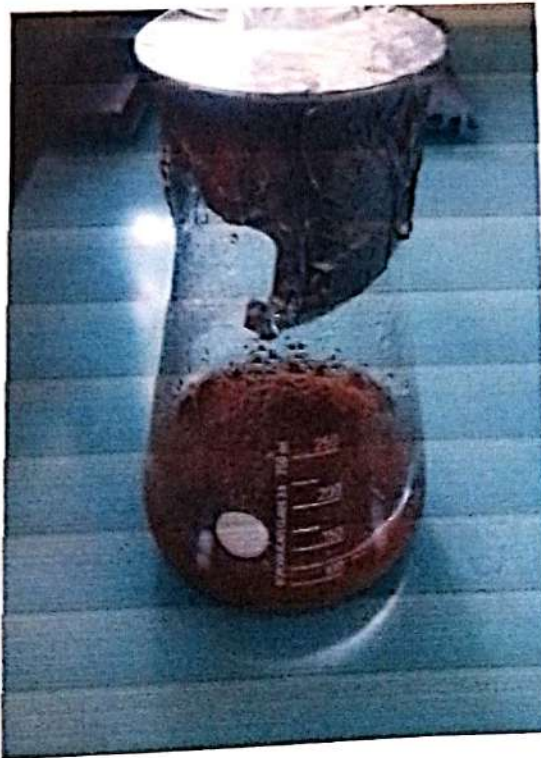
Das Chromatograph



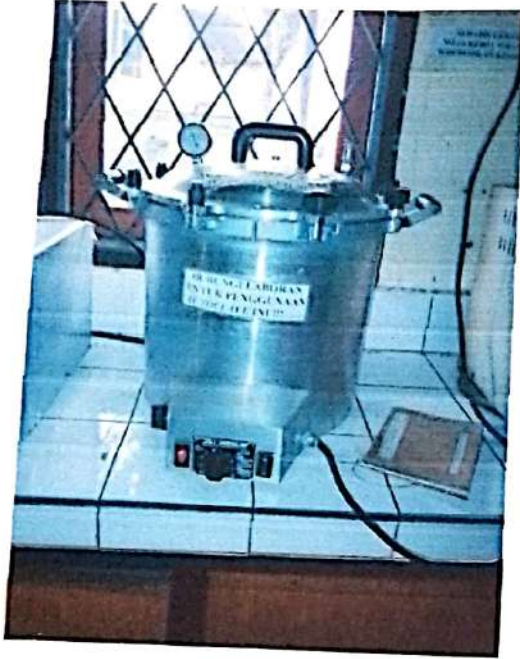
Sampele Sekam Putih n  $H_2SO_4$



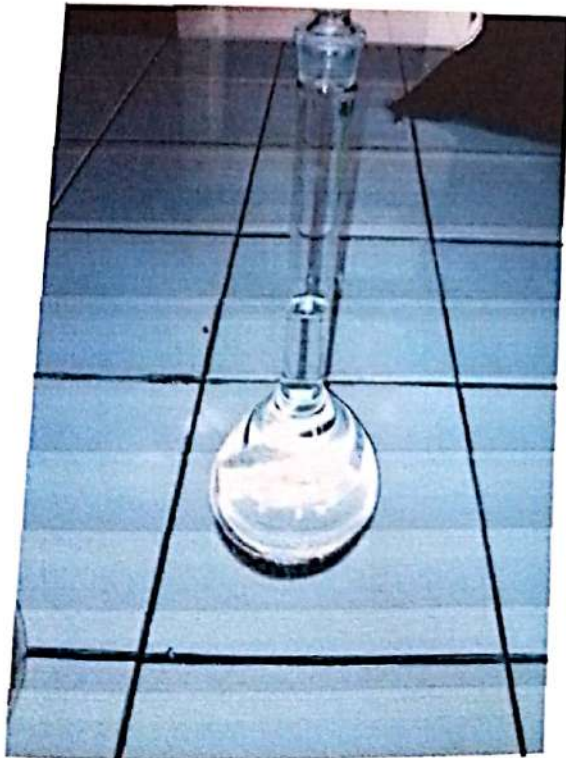
Rotary Shaker



Larutan Sekam Padi + Enzim Selulase



Autoklaf



Larutan NaOH 4 %





Sekam Padi



Spectrofotometer