

**Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan Enzim Selulase dari
Aspergillus niger dan *Trichoderma reesei*
Pada Pembuatan Bioetanol**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA**

Oleh :

IIS TRIANI

08091003042



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2014

P: 26689/27250

S
572.4907
1/5
4
2014
C. 140542

**Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan Enzim Selulase dari
Aspergillus niger dan *Trichoderma reesei*
Pada Pembuatan Bioetanol**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA**

Oleh :

IIS TRIANI

08091003042



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2014

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan Enzim Selulase
dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* Pada
Pembuatan Bioetanol

Nama Mahasiswa : Iis Triani

NIM : 08091003042

Jurusan : Kimia

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 27 Januari 2014.

Indralaya, 27 Januari 2014

Pembimbing :

1. Hermansyah, Ph. D

2. Dra. Julinar, M. Si

(.....)
(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* Pada Pembuatan Bioetanol

Nama Mahasiswa : Iis Triani

NIM : 08091003042

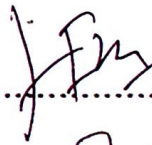
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Januari 2014 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang dan skripsi.

Indralaya, 27 Januari 2014

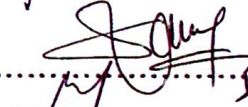
Ketua :

Hermansyah, Ph. D

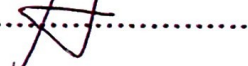
(.....)

Anggota :

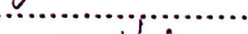
Dra. Julinar, M.Si

(.....)

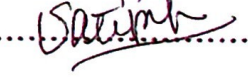
Dr. Miksusanti, M.Si

(.....)

Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si

(.....)

Dra. Setiawati Yusuf, M.Si

(.....)

Indralaya, 27 Januari 2014

Ketua Jurusan Kimia,

Dr. Suheryanto, M.Si

NIP. 196006251989031006

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Iis Triani

NIM : 08091003042

Fakultas/Jurusan : MIPA/KIMIA

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulisan lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 27 Januari 20

Penulis,

Iis Triani

08091003042

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Iis Triani
NIM : 08091003042
Fakultas/Jurusan : MIPA/KIMIA
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* Pada Pembuatan Bioetanol”. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berlaku menyimpan, mengalihmedia/ memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 27 Januari 2014

Yang menyatakan,

Iis Triani

08091003042

Halaman Persembahan

Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya dan tidak ada pelindung bagi mereka selain dia (QS Ar-Ra'd,11)

You cannot change the wind direction
but you can change your wing direction
If you can change your self, it means that you can change
everything you want, everything you like.
"Just believe it"

"Seorang pemenang tidak pernah kalah,
namun belajar, berubah, berkembang,
dan melakukan sedikit lebih baik di lain waktu"

Motto : Life is only about passion and Choice.

Skrripsi ini saya persembahkan untuk :

- Papa dan Mama tercinta

- Ayuk Rin dan Kak Der

- Almamater

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat, dan kasih sayangNya yang selalu dilimpahkan kepada Penulis sehingga penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “Hidrolisis Enzimatis Jerami Padi dengan Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* Pada Pembuatan Bioetanol” dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam selalu tercurah untuk suri tauladan kita nabi Muhammad SAW yang telah berkorban, mendidik, dan membimbing umat ini sehingga cahaya Islam sampai kepada kita.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selama penelitian hingga selesainya skripsi ini telah banyak mendapatkan bantuan baik moril dan materil dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada Papa dan Mama tercinta, Ayuk, dan Kakak atas segala do’a, cinta, kasih sayang, perhatian dan dukungannya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Hermansyah, Ph.D selaku pembimbing I dan Ibu Dra. Julinar, M. Si selaku pembimbing II atas semua bimbingan dan bantuannya.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dekan FMIPA UNSRI
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
3. Nurlisa Hidayati, M. Si selaku pembimbing akademik
4. Dosen pembahas proposal, Ibu Dr. Heni Yohandini Kusumawati, M. Si atas semua masukan, arahan, dan pembelajarannya sebelum skripsi dibuat.

5. Dosen-Dosen pembahas skripsi Ibu Dr. Miksusanti,M.Si., Bapak Dr.rer.nat Risfidian Mohadi,M.Si., dan Ibu Dra. Setiawati Yusuf,M.S atas semua saran, masukan, dan arahannya.
6. Staf Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
7. Staf Analis Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
8. Teman-teman Seperjuangan di Laboratorium Biokimia Universitas Sriwijaya Christina, Hely, Nurul, Mbak Tami, Mbak Kiki, dll. Terimakasih atas kebersamaan yang telah dijalani.
9. Keluarga Mipa Kimia 2009.
10. Teman-teman saya di YES, YELS, UKM yang sempat mewarnai hari-hari saya selama menjadi mahasiswa. Serta semua pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Akhirnya Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan selanjutnya.

Indralaya, 27 Januari 2014

Iis Triani

Enzymatic Hydrolysis of Rice Straw with Cellulase Enzyme From *Aspergillus niger* and *Trichoderma reesei* to Produce Bioethanol

IIS TRIANI

08091003042

ABSTRACT

The research about bioethanol production as alternative energy resource has been done from rice straw. Cellulose content in rice straw can be used as substrate to produce cellulase enzymes by *Aspergillus niger* and *Trichoderma reesei* each other with solid state fermentation at pH 5 with 30° C temperature. This research was done in four steps. Delignification with 2 % NaOH to reduce lignin content, production of cellulase enzymes, hydrolysis with cellulase enzymes to produce glucose, and fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* to produce ethanol. The result of research showed that delignification with 2 % NaOH reduced lignin as much as 36.59 %. The highest protein content and the highest enzyme activity were produced by cellulase enzyme extract from *Trichoderma reesei* as much as 9.728 mg/mL and 2.392 IU/mL was obtained at 7 days fermentation time, the highest glucose content was produced from hydrolysis by cellulase enzyme extract from *Trichoderma reesei* as much as 16.390 mg/mL was obtained at 5 days incubation time, and the highest ethanol volume was produced by fermentation from the highest hydrolysis with cellulase enzyme extract from *Aspergillus niger* was 9.379 mL respectively measured by gas chromatography.

Key words : Rice straw, *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei*, cellulase, *Saccharomyces cerevisiae*, ethanol.

Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* Pada Pembuatan Bioetanol

IIS TRIANI

08091003042

ABSTRAK

Penelitian mengenai pembuatan bioetanol sebagai sumber energi alternatif telah dilakukan dari jerami padi. Kandungan selulosa dalam jerami padi dapat dimanfaatkan sebagai substrat untuk memproduksi enzim selulase menggunakan masing-masing dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dengan sistem fermentasi padat pada pH 5 dengan temperatur 30° C. Penelitian ini dilakukan dalam 4 tahap. Delignifikasi dengan NaOH 2 % untuk mengurangi kadar lignin, produksi enzim selulase, hidrolisis dengan enzim selulase untuk menghasilkan glukosa, dan fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan etanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa delignifikasi dengan NaOH 2 % mengurangi kadar lignin sebanyak 36,59 %. Kadar protein tertinggi dan aktivitas enzim tertinggi dihasilkan oleh ekstrak enzim selulase dari *Trichoderma reesei* sebanyak 9,728 mg/mL dan 2,392 IU/mL pada waktu fermentasi 7 hari, kadar glukosa tertinggi dihasilkan dari hidrolisis dengan ekstrak enzim selulase dari *Trichoderma reesei* sebanyak 16,390 mg/mL pada waktu inkubasi 5 hari, dan volume etanol tertinggi dihasilkan oleh fermentasi dari hidrolisis tertinggi dengan ekstrak enzim selulase dari *Aspergillus niger* adalah 9,379 mL diukur dengan kromatografi gas.

Kata kunci : Jerami padi, *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei*, selulase, *Saccharomyces cerevisiae*, etanol.

2.2.5 Aktivitas Enzim.....	11
2.2.5.1 <i>Aspergillus niger</i>	12
2.2.5.2 <i>Trichoderma reesei</i>	13
2.3 Delignifikasi Menggunakan Basa.....	14
2.4 Proses Hidrolisis.....	16
2.5 Fermentasi.....	17
2.5.1. Fermentasi Media Padat.....	20
2.5.2. Fermentasi Media Cair.....	21
2.6 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	21
2.7 Bioetanol.....	22
2.8 Kromatografi Gas.....	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.2.1 Alat	26
3.2.2 Bahan	26
3.3 Prosedur Penelitian	27
3.3.1 Preparasi Sampel Jerami Padi.....	27
3.3.2 Delignifikasi dengan NaOH 2 % Suasana Alkali.....	27
3.3.3 Penentuan Kadar Lignin dengan Metode Kappa.....	27
3.3.4 Produksi Enzim Selulase Menggunakan Substrat Jerami Padi	28
3.3.4.1 Persiapan Media PDA.....	28
3.3.4.2 Peremajaan masing-masing dari <i>Aspergillus niger</i> dan <i>Trichoderma reesei</i>	29
3.3.4.3 Pembuatan Inokulum masing-masing dari <i>Aspergillus niger</i> dan <i>Trichoderma reesei</i>	29
3.3.4.4 Produksi Enzim Selulase dengan Fermentasi Padat.....	29

3.3.4.5	Pengukuran Kadar Protein dengan Metode Lowry.....	30
3.3.4.6	Uji Aktivitas Enzim	31
3.3.4.6.1	Pembuatan Kurva Standar Glukosa.....	31
3.3.4.6.2	Pengujian Aktivitas Enzim.....	31
3.3.5	Hidrolisis jerami padi dengan Ekstrak Enzim Selulase.....	31
3.3.6	Analisa Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis.....	32
3.3.7	Produksi Etanol.....	32
3.3.7.1	Persiapan Media YPAD.....	33
3.3.7.2	Pembenihan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	33
3.3.7.3	Penyiapan Inokulum <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ..	33
3.3.7.4	Proses Fermentasi Cair.....	33
3.3.7	Penentuan Kadar Etanol dengan Kromatografi Gas.....	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengurangan Kadar lignin dengan Metode Kappa	37
4.2	Hubungan Kadar Protein dan Aktivitas Enzim dengan Lama Waktu Produksi Enzim Selulase dari masing-masing Kapang <i>Aspergillus niger</i> dan <i>Trichoderma reesei</i>	38
4.3	Hubungan Kadar Glukosa dengan Lama Waktu Hidrolisis masing- masing dari <i>Aspergillus niger</i> dan <i>Trichoderma reesei</i>	42
4.5	Etanol Hasil Fermentasi dari Pengukuran Kromatografi Gas.....	44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	49

DAFTAR PUSTAKA.....	50
---------------------	----

LAMPIRAN.....	54
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Komposisi Kimia Jerami Padi.....	5
Tabel 2.	Etanol Hasil Fermentasi.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Jerami padi.....	6
Gambar 2.	Struktur Selulosa.....	7
Gambar 3.	Satuan Penyusun Lignin.....	8
Gambar 4.	Struktur Lignin.....	9
Gambar 5.	Struktur Hemiselulosa.....	10
Gambar 6.	<i>Aspergillus niger</i>	13
Gambar 7.	<i>Trichoderma reesei</i>	14
Gambar 8.	Proses Delignifikasi.....	15
Gambar 9.	Mekanisme Reaksi Hidrolisis Selulosa Menjadi Glukosa secara Enzimatis.....	17
Gambar 10.	Reaksi Fermentasi Glukosa menjadi Etanol.....	18
Gambar 11.	Struktur Etanol.....	23
Gambar 12.	Kadar Protein dari Ekstrak Enzim Selulase dari Kapang <i>Aspergillus niger</i>	39
Gambar 13.	Kadar Protein dari Ekstrak Enzim Selulase dari Kapang <i>Trichoderma reesei</i>	40
Gambar 14.	Aktivitas Enzim dari Ekstrak Enzim Selulase dari Kapang <i>Aspergillus niger</i>	41
Gambar 15.	Aktivitas Enzim dari Ekstrak Enzim Selulase dari Kapang <i>Trichoderma reesei</i>	42
Gambar 16.	Kadar Glukosa dari Hasil Hidrolisis menggunakan Ekstrak Enzim Selulase dari Kapang <i>Aspergillus niger</i>	43
Gambar 17.	Kadar Glukosa dari Hasil Hidrolisis menggunakan Ekstrak Enzim Selulase dari Kapang <i>Trichoderma reesei</i>	44
Gambar 18.	Kromatogram dari Standar Etanol 100 %.....	45
Gambar 19.	Kromatogram dari Sampel 3.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja.....	55
Lampiran 2. Contoh Perhitungan dan % Penurunan Kadar Lignin Menggunakan Metode Kappa.....	56
Lampiran 3. Tabel Faktor “P” Koreksi Pemakaian Persentase Kalium Permanganat (KMnO ₄).....	58
Lampiran 4. Contoh Perhitungan dan Penentuan Kadar Protein.....	59
Lampiran 5. Pembuatan Kurva Standar Glukosa Untuk Pengukuran Aktivitas Enzim dan Analisa Glukosa.....	61
Lampiran 6. Contoh Perhitungan dan Penentuan Aktivitas Enzim dan Kadar Glukosa.....	62
Lampiran 7. Contoh Perhitungan Kadar Etanol Hasil Fermentasi dengan Kromatografi Gas.....	64
Lampiran 8. Gambar Hasil Penelitian.....	66
Lampiran 9. Gambar Kromatogram.....	69

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAM PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRACT	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jerami Padi.....	5
2.2 Bahan Baku Lignoselulosa.....	6
2.2.1 Pengertian Lignoselulosa.....	6
2.2.2 Komponen Lignoselulosa.....	7
2.2.3 Enzim-Enzim Pendegradasi Lignoselulosa.....	10
2.2.4 Enzim Pendegradasi Lignin.....	11

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bioetanol sebagai energi alternatif pada awalnya diproduksi dari bahan-bahan yang mengandung gula dan pati seperti singkong, tebu, gula bit, kentang, jagung dan gandum. Bahan baku berbasis gula dan pati relatif lebih mudah dikonversi menjadi etanol. Akan tetapi, penggunaan bahan baku tersebut bersaing dengan pemanfaatannya yang lebih utama sebagai sumber bahan makanan. Pengembangan bioetanol yang memanfaatkan biomassa lignoselulosa yang mengandung selulosa atau hemiselulosa merupakan alternatif produksi bioetanol dari bahan baku non sumber pangan (Irawaty, 2006).

Biomassa lignoselulosa diantaranya diperoleh dari limbah pertanian seperti jerami padi. Tingginya kandungan selulosa sebesar 34,2 % pada jerami padi dapat dimanfaatkan sebagai substrat untuk produksi enzim selulase, karena selulosa yang terkandung dalam jerami padi merupakan golongan karbohidrat jenis polisakarida yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan bantuan enzim selulase. Selulosa dari jerami padi dapat menggantikan selulosa murni dalam menghasilkan enzim selulase (Aryafatta, 2008).

Pengolahan jerami padi menjadi bioetanol melalui tiga tahap yaitu tahap pengolahan awal (delignifikasi), proses hidrolisis, dan proses fermentasi (Moisier *et al*, 2005). Proses delignifikasi dari jerami padi diperlukan untuk menghilangkan lignin karena dapat mengganggu atau menghambat proses hidrolisis (Aryafatta, 2008). Hidrolisis secara enzimatik dengan bantuan enzim selulase menghasilkan

gula sederhana berupa monomer glukosa dan oligosakarida. Enzim selulase terdiri dari tiga enzim hidrolitik yang bekerja secara sinergis yaitu endoglukanase, eksoglukanase, dan enzim β -glukosidase (Rodhe *et al*, 2011). Selanjutnya pada tahap fermentasi bertujuan untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol (Talebnia *et al*, 2009).

Enzim selulase dapat dihasilkan oleh mikroba seperti bakteri dan kapang. Jenis kapang yang berpotensi dalam menghasilkan enzim selulase adalah *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei*. *Aspergillus niger* dapat menghasilkan β -glukosidase yang tinggi tetapi endo- β -1,4-glukanase dan ekso- β -1,4-glukanasenya rendah. Sedangkan *Trichoderma reesei* mampu menghasilkan endo- β -1,4-glukanase dan ekso- β -1,4-glukanase sampai 80%, tetapi β -glukosidasenya rendah (Martins *et al*, 2008). Ekso- β -1,4 glukanase atau selobiohidrolase bekerja dengan cara melepas unit-unit selobiosa dari ujung rantai selulosa. Endo- β -1,4-glukanase mampu menghidrolisis selulosa secara acak menghasilkan selodextrin, selobiosa dan glukosa. Enzim β -1,4-glukosidase atau selobiase dapat menghidrolisis selobiosa untuk menghasilkan glukosa (Anindyawati, 2009).

Dalam penelitian enzim selulase diproduksi dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* menggunakan sistem fermentasi padat dari substrat jerami padi pada variasi waktu. Fermentasi media padat (*solid state fermentation*) merupakan proses fermentasi yang substratnya tidak dapat larut dan tidak mengandung air bebas, tetapi cukup mengandung air untuk keperluan mikroba (Chahal, 1985). Ekstrak enzim selulase dari masing-masing kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* digunakan pada tahap hidrolisis untuk

menghasilkan glukosa yang selanjutnya difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan bioetanol sebagai sumber energi terbarukan.

1.2. Rumusan Masalah

Hidrolisis jerami padi secara enzimatis membutuhkan enzim selulase, sedangkan harga enzim selulase masih relatif mahal. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana memproduksi enzim selulase dari substrat jerami padi dengan sistem fermentasi padat menggunakan masing-masing dari kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* pada variasi waktu dan bagaimana perbandingan ekstrak enzim selulase dari kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dapat menghasilkan produk hidrolisis berupa glukosa yang dapat difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan etanol.

1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Mengurangi kadar lignin jerami padi dengan cara penambahan basa suasana alkali yang diautoklaf pada suhu 121° C selama 15 menit.
2. Memproduksi enzim selulase dari kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dengan variasi waktu 1 hari, 3 hari, 5 hari, 7 hari, dan 9 hari menggunakan sistem fermentasi padat dari substrat jerami padi.
3. Menentukan kadar protein dari ekstrak enzim selulase dari masing-masing kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dengan metode Lowry.

4. Menentukan aktivitas enzim dari ekstrak enzim selulase dari masing-masing kapang *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dengan metode DNS (*dinitrosalicylic acid*).
5. Menentukan kadar glukosa hasil hidrolisis jerami padi dengan ekstrak enzim selulase dari masing-masing *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* pada variasi waktu inkubasi 1 hari, 3 hari, 5 hari, dan 7 hari dengan metode DNS (*dinitrosalicylic acid*).
6. Menentukan kadar etanol hasil fermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* dengan kromatografi gas.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan pengetahuan mengenai proses konversi biomassa lignoselulosa jerami padi menjadi bioetanol, sehingga dapat meningkatkan nilai guna jerami padi sebagai limbah pertanian yang belum dimanfaatkan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam,K.(2010). *Laporan Rekayasa Bioproses Kinetika Reaksi Enzimatis*. Institut Pertanian Bogor.
- Anindyawati,T.(2009). Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa Untuk Produksi Bioetanol. *Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*. BS, Vol 44 (1), Hal 49-56.
- Anwar,N.,Widjaja, A.,&Sugeng,W.(2010). Peningkatan Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi Menggunakan Campuran Selulosa Kasar dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger*. *Makalah SAINS*, Vol 14, Hal 113-116.
- Apriwinda.(2013). *Studi Nira Batang Sorgum Manis Untuk Produksi Etanol (sorgum bicolor moench)*. Skripsi Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanudin Makasar.
- Aryafatta.(2008). *Pengolahan Limbah Sawit Menjadi Bioetanol*. Tersedia Pada [http: //www.Aryafatta.com](http://www.Aryafatta.com). Diakses pada tanggal 12 Maret 2013.
- Badan Pusat Statistik.(2012). Produksi Jagung, Padi, dan Kedelai. *Berita Resmi Statistik*, Vol. 35, Hal 9.
- Chahal,D.S.(1985). Solid State Fermentation with *Trichoderma reesei* for Cellulase Production. *Applied Environmental Microbiology*, Vol 49(1), Hal 205-210.
- Cowling,E.B.(1975). Physical and Chemical Constraints in the Hidrolysis of Cellulose and Lignocellulosic Materials Biotech. *Bioengineer Symposium*, Vol 5, Hal 163-181.
- Enari,TM.(1983). *Microbial Cellulase*. Di dalam W. M. Foga Trty (ed). Microbial Enzyme and Biotechnology Applied Science Publisher. New York.
- Gayang,F.(2013). *Konversi Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Gula Pereduksi Menggunakan Enzim Xilanase dan Selulase*. Skripsi Jurusan Biokimia Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz,S.(1989). *Mikrobiologi Pangan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz,S.(1992). *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Fengel,D. dan G,Wegner.(1995). *Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Diterjemahkan oleh Sastrohamidjojo, H. Terjemahan dari : Wood :

Chemical, Ultrastructure, Reactions. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Fitriana,L.(2009). *Analisis Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi dari Pati sagu (Metroxylon soga) dari Papua*. Skripsi Jurusan Kimia Universitas Negeri Papua Manokwari.
- Frazier dan Westhoff.(1978). *Food Microbiology Industry*. Mc Graw Hill Kinleys Publishing Co.ltd. New Delhi. India.
- Gandjar,I.(2006). *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Untuk Masyarakat Indonesia.
- Gunam,W.,Buda,K.,&Guna,I.(2010). Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaOH dengan Konsentrasi Substrat Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger*. *Jurnal Biologi*, Vol 14(1), Hal 55-61.
- Haris.(2009). *Teknologi Fermentasi Pemanfaatan Limbah Untuk Pakan*. Institut Pertanian Bogor.
- Irawaty.(2006). *Pemanfaatan Serbuk Kayu Untuk Produksi Bioetanol*. Institut Pertanian Bogor.
- Khairani,N.(2007). *Pembuatan Bioetanol dari Alga Merah jenis Eucheuma-Spinosum dengan Sakarifikasi dan tanpa sakarifikasi pada Variasi lama fermentasi*. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Kurniasari.,Hartati.,&Yulianto,M.E.(2008). Kajian Hidrolisa Enzimatis Jerami Padi Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Kimia*, Vol 4 (1), Hal 55-56.
- Kurniawati,D.(2010). *Studi Aktivitas Enzim Lipase dari Aspergillus niger sebagai Biokatalis Pada Proses Gliserolisis Untuk Menghasilkan Monoasilgliserol*. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro.
- Lewis,M.J dan Young,TW.(1990). *Brewing*. Chapman and Hall, Vol 42 (4), Hal 20-23.
- Martins,L.F., Kolling,D., Camassola.,Dillon,M.,&Ramos.(2008). Comparison of *Penicillium echinulatum* and *Trichoderma reesei* Cellulases in Relation to Their Activity Against Various Cellulosic Substrates. *Bioresource Technology*, Vol 99, Hal 1417–1424.

- Maryana.(2006).Pengembangan Bioetanol dari Starchy Materials dan Lignoselulosa Sebagai Salah Satu Energi alternatif Indonesia.*Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan*, Vol 5, Hal 206-212.
- Muharammi,L.(2011). Penentuan Kadar Kolesterol dengan Kromatografi Gas. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*,Vol 5(1), Hal 1-8.
- Moisier,N.,Wyman,C.,Dale,B.,Elander,R.,Lee,Y...,Holtzapple,M.,&Ladisch,M. (2005).Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technology*, Vol 96, Hal 673-686.
- Nugroho.(2008). Produksi Etanol dari Limbah Padat Tapioka dengan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Kimia*,Vol.4, Hal 3-4.
- Papaviizas,GC.(1985) . Trichoderma and Gliocladium: Ecology and Potential for Biocontrol. *Bioresources*, Vol 23, Hal 3-5.
- Perez,J.,Dorado,J.M.,Rubia,T.,&Martinez,J.(2002).Biodegradation and Biological Treatments of Cellulose, Hemicellulose and Lignin : an overview. *Int. Microbiology*, Vol 5, Hal 53- 63.
- Prihandana.(2006). *Bioetanol Ubi Kayu Sebagai Bahan Bakar Masa Depan*. Institut Pertanian Bogor.
- Rahayu.(1990). *Eksplorasi Bakteri Termofilik Penghasil Enzim Kitinase Asal Indonesia*. Institut Pertanian Bogor.
- Rodhe,A.V.,Sateesh,L.,Sridevi,J.,Venkateswarlu,B.,&Rao,L.V.(2011). Enzymatic Hydrolysis of Sorghum Straw Using Native Cellulase Produced by *Trichoderma reesei* NCIM 992 Under Solid State Fermentation Using Rice Straw.*Biotechnology*, Vol 1, Hal 207-215.
- Sa'adah,Z., Ika,N., &Abdullah. (2007). Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* Menggunakan Substrat Jerami Padi dengan Sistem Fermentasi Padat. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol 1, Hal 1-10.
- Safaria,S., Idiawati,N.,&Zaharah,A.T. (2013). Efektivitas Campuran Enzim Selulase dari Jamur *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dalam Menghidrolisis Substrat Sabut Kelapa. *Jurnal Kimia*, Vol 2 (1), Hal 46-51.
- Samsuri,M.,Gozan,M.,Mardias,R.,&Baiquni,M.(2007). Pemanfaatan dari Selulosa Bagas Untuk Produksi Etanol Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak dengan Enzim Xylanase. *Jurnal Makara Teknologi*, Vol 11, Hal 17-24.

- Sholikhah,S.(2010). *Kajian Kadar Etanol dan Asam asetat dalam Cairan Nira Siwalan (Borassus Flabelifer Linn) dengan menggunakan Kromatografi Gas (GC)*. Skripsi Universitas Negeri Malang.
- Silverstein,R.,Chen,Y.,Boyette,M.,&Osborne,J.(2007).A Comparison of Chemical Pretreatment Methods for Improving Saccharification of Cotton Stalks. *Bioresource Technology*,Vol 98, Hal 3000-3011.
- Siswanto, S dan Fitria, R.(2007). Produksi dan Karakterisasi Lakase *Omphalina* sp.*Menara Perkebunan*, Vol 75(2), Hal 106-115.
- Soeprijanto.(2010). *Biokonversi Lignoselulosa dari Residu Limbah Pertanian Menjadi Biofuel Melalui Hidrolisis Enzim dan Fermentasi*. Skripsi Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh November.
- Standar Nasional Indonesia.(2008).*Pulp-Cara Uji Kadar Lignin*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Sudarmadji,S.,Haryono,B.,&Suhardi.(1997).*Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*.Yogyakarta : Liberty.
- Sulistyaningrum,L.S.(2008). *Optimasi Fermentasi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Suyandra,D.I.(2007). *Pemanfaatan Hidrolisat Pati Sagu (Metroxylon sp) sebagai Sumber Karbon Pada Fermentasi Etanol oleh Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Taherzadeh,M.J dan Karimi, K.(2007). Enzymatic-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Materials. *Bioresources*, Vol 2, Hal 707-738.
- Talebnia, F.,Karakashev, D.,&Angelidaki,I. (2009), Production of Bioethanol from Wheat Straw: an Overview On Pretreatment, Hydrolysis, and Fermentation. *Bioresource Technology*, Vol 101 (13), Hal 4744.
- Wahyudi,B.(2006). Pembuatan Etanol dari Sari Sabut Buah Siwalan dengan Proses Hidrolisis Fermentasi. *Jurnal Kimia dan Teknologi*, Vol 3 (2), Hal 240-247.
- Wignyanto.,Suharjono.,&Novita.(2001). Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi Sari Nanas dan Inokulum *Saccharomyces Cerevisiae* Pada Fermentasi Etanol. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol 2, Hal 66-67.