



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Palembang Prabumulih KM 32 PalembangKab. Ogan Ilir 30662
Telepon (0711) 580739, Faximile (0711) 580741 Pos El. ftunsri@unsri.ac.id

SURAT TUGAS
Nomor : 0362/UN9.FT/TU.ST/2021

Dekan Fakultas Teknik dengan ini memberikan tugas kepada Saudara-saudara yang namanya tersebut dalam Surat Tugas ini sebagai Pembimbing Penelitian/Riset Mahasiswa pada :

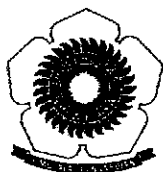
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Kimia Kampus Palembang
Semester : Ganjil 2021/2022

Demikian Surat Tugas ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya dengan penuh tanggung jawab.

Dikeluarkan di : Indralaya
Pada Tanggal : 1 September 2021

Dekan,


Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, MT
NIP. 196706151995121002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Palembang Prabumulih KM 32 Palembang Kab. Ogan Ilir 30662
Telepon (0711) 580739, Faximile (0711) 580741 Pos El. ftunsri@unsri.ac.id

Lampiran : Surat Tugas Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Nomor : 0362/UN9.FT/TU.ST/2021
Tanggal : 1 September 2021

**DAFTAR NAMA DOSEN PEMBIMBING PENELITIAN/RISET
JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA
KAMPUS PALEMBANG SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2021/2022**

No	Nama Mahasiswa	Nim Mahasiswa	Dosen Pembimbing
1	Rahma Widya Asih	03031381520048	Dr.Ir.H. Syaiful, DEA
2	Ridho Mohammad	03031381621060	Novia, ST, MT, PhD
	Reinal Renzo	03031381621096	
3	M. Faisal Pratama	03031381621097	Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
4	Muhammad Rifqy Fauzan Daffa	03031381722074	Prof. Ir. Tuty Emilia Agustina, ST.MT. PhD
	Muhammad Thoriq Akbar	03031381722104	
5	Adib Ghifar	03031381722102	Prahady Susmanto, ST.MT
6	Muhammad Bagus Herlambang	03031381722101	Elda Melwita, ST.MT.Phd
	Basaria Bethany Lusiana Tampubolon	03031381722109	
7	Faradhiza Putriandari	03031381722080	Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni, Bustan, M.Eng
	Hani Alya Novianti	03031181722017	
8	Ulfa Rosa Briliana	03031381722078	Dr. David Bahrin, ST.MT
	Mutia Herlisa	03031381722099	
9	Faisal Akbar Adin	03031181823010	Lia Cundari, ST, MT
	Nucke Aurelia	03031281823048	
10	Imam Wahyudi	03031381823094	Dr. Leily Nurul Komariah, ST., MT
	Syahrul Tafkiri Syayiat	03031281823047	
11	Ahmad Fauzi	03031381823094	Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA
	Muhammad Faisal	03031381823080	
12	Jefrey Husadha	03031381823095	Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M. Sc
	Nicholas Yusuf Suranta Panjaitan	03031381823075	
13	Widya Arma Pratiwi	03031381823087	Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS. Ph.D
	Rahma Komalasari	03031381823099	
14	Tri JulietaPutri	03031381823084	Dr. Tuti Indah Sari, ST., MT




KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Palembang Prabumulih KM 32 Palembang Kab. Ogan Ilir 30662
Telepon (0711) 580739, Faximile (0711) 580741 Pos El. ftunsri@unsri.ac.id

No	Nama Mahasiswa	Nim Mahasiswa	Dosen Pembimbing
	Rizka Amanda	03031381823091	
15	Fadlulrahman	03031381823082	Dr. Ir. Hj. Susila A. Rachman, DEA
	Nicole Jovanka Kristalisia	03031381823088	
16	Guluh Fauziah Marintika	03031381823097	Elda Melwita, ST., MT., Ph. D
	Thalia Paradita	03031381823085	
17	Alhafiz Pratama	03031381823086	Engga Nurisman, ST. MT
	Suci Indah Rizki	03031381823067	
18	Bayu Aroyan Sirait	03031381823098	Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
	M. Andre Vatrio	03031381823066	
19	Dorothy Putri E.T	03031381823093	Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
	Hernita Wulandari	03031381823100	
20	NurHafidzah Deviyana	03031381823071	Novia, ST, MT, Ph. D
	Violetta Viola	03031381823077	
21	Muhammad Habiburrahman	03031381823076	Prof. Tuty E. Agustina, ST., MT, Ph. D
	Farah Amalia	03031381823092	
22	Afifah Amalannisa	03031381823073	Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng
	Simon Fredy Parlindungan Nadeak	03031381823074	
23	Indah Wahyuni	03031381823090	Asyeni Miftahul Jannah, ST, M. Si
	Renanda Amalia	03031381823104	
24	M. Adzim Al Fathan	03031381823079	Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng
	Muhammad Adam Al Fitrah	03031381823083	
25	Arista Putri Permatasari	03031381823081	Budi Santoso, ST., MT
	Sisilia Pratama	03031381823069	
26	Leon Yan Tanu	03031381823101	Selpiana, ST, MT
	Rinji Effendy	03031381823089	

Dekan,


Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, MT
NIP. 196706151995121002

OPTIMALISASI HIDROLISIS ENZIMATIS UNTUK PRODUKSI BIOETANOL DARI SEKAM PADI



LAPORAN PENELITIAN

**Dibuat untuk Memenuhi salah satu syarat mengikuti
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH :

NUR HAFIDZAH DEVIYANA (03031381823071)

VIOLETTA VIOLA (03031381823077)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMALISASI HIDROLISIS ENZIMATIS UNTUK PRODUKSI BIOETANOL DARI SEKAM PADI

LAPORAN PENELITIAN

Sebagai salah satu syarat menyelesaikan tugas akhir Program Sarjana Strata Satu
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

Nur Hafidzah Deviyana (03031381823071)

Violetta Viola (03031381823077)

Telah disetujui di Palembang, tanggal 21 April 2022


Pembimbing,



Novia, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197311052000032003

Mengetahui,

 Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.

NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Penelitian dengan Judul “Optimalisasi Hidrolisis Enzimatis untuk Produksi Bioetanol dari Sekam Padi” dibimbing oleh Ibu Novia, S.T., M.T., Ph.D. telah disajikan pada Seminar Penelitian pada 11 April 2021 via Zoom Meeting. SK Pelaksanaan Nomor: 0332/UN9.FT/TU.SK/2022 dan telah diperbaiki sesuai dengan saran/arahan Pembimbing dan Pembahas.

Dosen Pembahas

1. Prahady Susmanto, S.T., M.T.
2. Enggal Nurisman, S.T., M.T.

Palembang, 21 April 2022

Dosen Pembimbing Penelitian,



Novia, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197311052000032003

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Hafidzah Deviyana

NIM : 03031381823071

Jurusan : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penelitian yang berjudul : **Optimalisasi Hidrolisis Enzimatis Sekam Padi untuk Produksi Bioetanol** benar merupakan hasil karya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain dirujuk sesuai dengan cara - cara penulisan karya ilmiah yang berlaku. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dalam penelitian ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Palembang, 31 maret 2022

Pembuat pernyataan,



Nur Hafidzah Deviyana

NIM. 03031381823071

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Violetta Viola
NIM : 03031381823077
Jurusan : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penelitian yang berjudul : **Optimalisasi Hidrolisis Enzimatis Sekam Padi untuk Produksi Bioetanol** benar merupakan hasil karya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain dirujuk sesuai dengan cara - cara penulisan karya ilmiah yang berlaku. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dalam penelitian ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Palembang, 31 Maret 2022

Pembuat pernyataan,



Violetta Viola

NIM. 03031381823077

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan penelitian dan laporannya yang berjudul “Optimalisasi Hidrolisis Enzimatis Sekam Padi untuk Produksi Bioetanol”. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kurikulum tingkat sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Penulis sangat menyadari bahwa penelitian ini tidak akan bisa jalan dan terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, dukungan, dan nasihat dari banyak pihak selama penelitian berlangsung. Kami berterima kasih banyak kepada:

1. Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Novia, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing penelitian atas segala ilmu, saran, masukan dan bimbingannya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Teman - Teman Teknik Kimia angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan selama penelitian.
5. Kedua orang tua dan saudara-saudara yang selalu memberikan doa terbaik dan nasihat-nasihat terbaik untuk kami selama ini.

Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Palembang, April 2022

Penulis

ABSTRAK**OPTIMALISASI HIDROLISIS ENZIMATIS UNTUK
PRODUKSI BIOETANOL DARI SEKAM PADI**

Oleh

NUR HAFIDZAH DEVIYANA (03031381823071)**VIOLETTA VIOLA (03031381823077)**

Bioetanol merupakan bahan bakar yang berasal dari tanaman yang telah melalui proses fermentasi. Salah satu bahan baku yang memiliki kandungan selulosa yang besar untuk diproduksi menjadi bioetanol adalah sekam padi. Produksi bioetanol dari sekam padi melibatkan proses hidrolisis enzimatis yang bertujuan untuk menghasilkan glukosa yang selanjutnya difermentasi menjadi bioetanol. Pada penelitian ini, proses hidrolisis enzimatis dilakukan dengan menggunakan enzim selulase dari *Aspergillus niger* pada berbagai konsentrasi enzim selulase (2-6 % v/w) dan waktu hidrolisis (5 – 25 jam). Kadar glukosa optimum diperoleh sebesar 6.47852 mg/mL - pada saat konsentrasi enzim 4 % dan waktu hidrolisis 20 jam. Kadar etanol tertinggi diperoleh sebesar 7,5% (v/v).

Kata kunci: *bioetanol, hidrolisis enzimatis, glukosa, sekam padi*

ABSTRACT**OPTIMIZATION OF ENZYMATIC HYDROLYSIS FOR
BIOETHANOL PRODUCTION FROM RICE HUSK**

By

NUR HAFIDZAH DEVIYANA (03031381823071)**VIOLETTA VIOLA (03031381823077)**

Bioethanol is a fuel that comes from plants through a fermentation process. One of the raw materials that has a large cellulose content to be produced as bioethanol is rice husk. The production of bioethanol from rice husk involves an enzymatic hydrolysis process which aims to produce glucose which is then fermented into bioethanol. In this study, the enzymatic hydrolysis process was carried out using the cellulase enzyme from *Aspergillus niger* various enzyme concentrations (2-6 % v/w) and hydrolysis times (5 – 25 h). The optimum glucose level (6.47852 mg/mL) was obtained at enzyme concentration 4 % for 20 h. The highest ethanol level was about 7.5% (v/v).

Keywords: *bioethanol, enzymatic hydrolysis, glucose, rice husk*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Ruang Lingkup	3
1.5. Manfaat	3
1.6. Hipotesa	3
1.7. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Biomassa Lignoselulosa	4
2.2. Sekam Padi	7
2.3. Hidrogen Peroksida	9
2.5 Ammonia	11
2.6. Pretreatment Biomassa Lignoselulosa	13
2.7. Hidrolisis	23
2.8. Fermentasi	26
2.9. Destilasi	30
2.10. Bioetanol	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	43
3.2. Variabel Penelitian	43
3.3. Alat	43
3.4. Bahan	44
3.5. Metode Penelitian	44

3.6	Analisa Produk	47
3.7.	Diagram Alir	50
3.8.	Metode Pengolahan dan Analisa Data	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		58
4.1.	Data Hasil Penelitian	58
4.2.	Pembahasan	59
BAB V PENUTUP		68
5.1.	Kesimpulan	68
5.2.	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN A		77
LAMPIRAN B		80
LAMPIRAN C		82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada beberapa limbah pertanian dan hasil hutan.....	5
Tabel 2.2. Komposisi Kimia Sekam Padi.....	9
Tabel 2.3. Jenis dan Hasil dari Berbagai Metode Delignifikasi	21
Tabel 2.4. Proses <i>pretreatment</i> , Kelebihan dan Kekurangan	22
Tabel 2.5. Kelebihan dan kekurangan Metode SHF dan Metode SSF.....	29
Tabel 2.6. Perbandingan Sifat Fisik dan Kimia Etanol dengan Gasolin	35
Tabel 2.7. Penelitian Terdahulu yang Menjadi Acuan	36
Tabel 4.1. Hasil Analisa Komposisi Sekam Padi	58
Tabel 4.2. Hasil analisa kadar glukosa dengan metode DNS (Spektrofotometri Visible).....	58
Tabel 4.3. Hasil analisa EDS (ZAF Method Standardless Quantitative Analysis	62
Tabel 4.2. Hasil Analisa Kadar etanol dengan Metode Refraktometri.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Selulosa.....	6
Gambar 2.2. Struktur Hemiselulosa	6
Gambar 2.3. Struktur Lignin.....	7
Gambar 2.4. Hubungan (NH ₃) dan (NH ₄ ⁺) oleh pH	12
Gambar 2.5. Distilasi Sederhana	31
Gambar 2.6. Rumus Bangun Bioetanol.....	34
Gambar 3.1. Diagram Alir Persiapan Bahan Baku.....	50
Gambar 3.2. Diagram Alir Praperlakuan Hidrogen Peroksida.....	50
Gambar 3.3 Diagram Alir Praperlakuan Aqueous Ammonia.....	51
Gambar 3.4. Diagram Alir Pembuatan Enzim Selulase	52
Gambar 3.5. Diagram Alir Hidrolisis Enzimatik.....	53
Gambar 3.6. Diagram Alir Proses Fermentasi.....	54
Gambar 3.7. Diagram Alir Proses Destilasi	55
Gambar 3.8. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	56
Gambar 4.1. Hasil analisa SEM dari (20.000 X) (a) sekam padi sebelum <i>pretreatment</i> (b) sekam padi setelah H ₂ O ₂ <i>pretreatment</i> dan (c) sekam padi setelah aqueous ammonia <i>pretreatment</i>	60
Gambar 4.2. Hasil analisa SEM dari (40.000 X) (a) sekam padi sebelum <i>pretreatment</i> (b) sekam padi setelah H ₂ O ₂ <i>pretreatment</i> dan (c) sekam padi setelah aqueous ammonia <i>pretreatment</i>	60
Gambar 4.3. Hasil analisa EDS dari a) sekam padi sebelum <i>pretreatment</i> (b) sekam padi setelah H ₂ O ₂ <i>pretreatment</i> dan (c) sekam padi setelah aqueous ammonia <i>pretreatment</i>	62
Gambar 4.4. Pengaruh waktu hidrolisis terhadap kadar glukosa pada konsentrasi enzim 2%.....	64
Gambar 4.5. Pengaruh waktu hidrolisis terhadap kadar glukosa pada konsentrasi enzim 4%.....	65
Gambar 4.6. Pengaruh waktu hidrolisis terhadap kadar glukosa pada konsentrasi enzim 6%.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahan bakar yang digunakan sebagai sumber energi utama dunia sebagian besar berbahan baku fosil. Penggunaan bahan bakar fosil yang semakin tinggi, menyebabkan ketersediannya di bumi semakin sedikit dan terbatas. Bahan bakar ini 30 – 40 tahun lagi diperkirakan akan musnah. Bahan bakar yang berasal dari fosil ini juga dirasa masih belum efektif dalam penggunaannya. Pemakaian bahan bakar ini banyak menimbulkan polusi dan gas efek rumah kaca yang merusak lapisan ozon.

Saat ini bahan bakar alternatif mulai dimanfaatkan menjadi pengganti dari bahan bakar fosil yaitu seperti panel surya, turbin angin, biomassa dan generator pasang surut. Bahan bakar alternatif ini dapat dibuat dengan bahan baku berupa tanaman pangan dan juga nonpangan. Komponen utama penyusun tanaman adalah lignoselulosa. Lignoselulosa ini dapat dipecah menjadi selulosa dan hemiselulosa yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bahan bakar alternatif berupa bioetanol.

Bahan baku lignoselulosa ini memiliki emisi gas rumah kaca yang nilainya kecil sekali yaitu hampir nol. Lignoselulosa bisa didapatkan dari limbah sisa agroindustri. Limbah sisa agroindustri yang banyak dihasilkan di Indonesia salah satunya adalah sekam padi. Sekam padi ini banyak dibudidayakan di dunia terutama negara Asia. Sekam padi memiliki kandungan selulosa sebanyak 34,34-43,80%, sehingga sekam padi sangat berpotensi untuk diproduksi sebagai bioetanol (Sementa et al., 2012). Produksi bioetanol dari lignoselulosa melibatkan proses hidrolisis enzimatis yang tujuannya untuk menghasilkan glukosa yang selanjutnya difermentasi menjadi bioetanol.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Karimi, dkk (2006) untuk memproduksi bioetanol melalui proses pretreatment yang menggunakan metode *diluted acid pretreatment*. Sedangkan penelitian yang dilakukan Ingrid, dkk (2011) melakukan penelitian dengan menggunakan *pretreatment* kimia sekam

padi yang dilakukan dengan cara oksidatif dengan menggunakan alkali peroksida. Selain itu, metode *Soaking In Aqueous Ammonia Soaking* (AAS) dilakukan oleh (Novia et al., 2020) pada proses pretreatmentnya.

Penelitian sebelumnya hanya menggunakan satu metode *pretreatment*. Pada penelitian ini menggabungkan 2 jenis *pretreatment*, yaitu *pretreatment* kimia dengan menggunakan hidrogen peroksida, dan *pretreatment* fisika kimia dengan menggunakan *aqueous ammonia*. Selain itu, pada penelitian sebelumnya hanya berfokus pada proses *pretreatment*.

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kadar glukosa yang dihasilkan dengan menggunakan variasi konsentrasi enzim selulase (2%, 4%, 6%) dan waktu hidrolisis (5, 10, 15, 20, 25 jam), sehingga dapat diketahui konsentrasi enzim selulase dan waktu hidrolisis optimal untuk menghasilkan kadar glukosa yang tinggi. Dimana pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Novia, dkk (2020) proses hidrolisis dilakukan pada suhu 50 °C selama 24 jam dengan konsentrasi enzim selulase yang digunakan adalah 10%.

Hidrolisis enzimatis ini dipilih karena pada prosesnya tidak terjadi korosi serta ramah lingkungan dan dapat dilakukan dalam kondisi pH dan suhu rendah, yaitu pH 4,5-5,5 dan suhu 45-50°C dan glukosa yang dihasilkan tinggi. Enzim selulase yang digunakan berasal dari *Aspergillus Niger*. Proses selanjutnya adalah fermentasi glukosa menjadi bioetanol dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae*.

1.2. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh waktu hidrolisis terhadap kadar glukosa.
- 2) Bagaimana pengaruh konsentrasi enzim selulase dari *Aspergillus niger* terhadap kadar glukosa?
- 3) Bagaimana pengaruh konsentrasi enzim selulase dan waktu hidrolisis terhadap kadar etanol?

1.3. Tujuan

- 1) Meneliti pengaruh waktu hidrolisis terhadap kadar glukosa.
- 2) Meneliti pengaruh konsentrasi enzim selulase dari *Aspergillus niger* terhadap kadar glukosa.
- 3) Meneliti pengaruh konsentrasi enzim selulase dan waktu hidrolisis terhadap kadar etanol.

1.4. Ruang Lingkup

- 1) Bahan baku yang digunakan adalah sekam padi yang berasal dari daerah Jambi, Provinsi Jambi.
- 2) Variabel bebas pada penelitian ini konsentrasi enzim selulase dan waktu hidrolisis.
- 3) Variabel terikat pada penelitian ini jumlah sekam padi dan konsentrasi *aqueous ammonia*.

1.5. Manfaat

- 1) Memberikan informasi mengenai proses pembuatan bioetanol dari sekam padi dan juga pengaruh hidrolisis terhadap konversi bioetanol yang dihasilkan.
- 2) Memanfaatkan kembali limbah sekam padi menjadi bahan yang lebih berguna.
- 3) Menjadi rujukan untuk penelitian yang selanjutnya mengenai proses pembuatan bioetanol dari sekam padi.

1.6. Hipotesa

- 1) Lamanya waktu hidrolisis dapat mempengaruhi proses degradasi selulosa menjadi glukosa serta dapat mempengaruhi degradasi glukosa sebagai produk (Grethlein, 1984).
- 2) Semakin tinggi konsentrasi enzim selulase, maka glukosanya juga semakin tinggi (Inggrid et al., 2011).

1.7. Batasan Masalah

Penelitian ini membatasi permasalahan yang diteliti agar penelitian memiliki arah yang jelas. Penelitian ini dibatasi pada pembahasan mengenai pengaruh proses hidrolisis terhadap kadar glukosa dan juga kadar etanol yang dihasilkan, dengan variasi konsentrasi enzim selulase (2%, 4%, 6%) dan variasi waktu hidrolisis (5 jam, 10 jam, 15 jam, 20 jam, 25 jam).

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, H. B., Mahlia, T. M. I., Chong, W. T., Nur, H., & Sebayang, A. H. (2016). Second generation bioethanol production: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *66*, 631–653. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.015>
- Agbor, V. B., Cicek, N., Sparling, R., Berlin, A., & Levin, D. B. (2011). Biomass pretreatment: Fundamentals toward application. *Biotechnology Advances*, *29*(6), 675–685. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.05.005>
- Alvira, P., Tomás-Pejó, E., Ballesteros, M., & Negro, M. J. (2010). Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review. *Bioresource Technology*, *101*(13), 4851–4861. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.093>
- Amylase, T., Richardson, T. H., Tan, X., Frey, G., Callen, W., Cabell, M., Lam, D., Macomber, J., Short, J. M., Robertson, D. E., & Miller, C. (2002). A novel, high performance enzyme for starch liquefaction. Discovery and optimization of a low pH, thermostable α -amylase. *Journal of Biological Chemistry*, *277*(29), 26501–26507. <https://doi.org/10.1074/jbc.M203183200>
- Anakunhas. (2012). *Jenis - Jenis Destilasi*.
- Aprilyanti, S., Suryani, F., & Pratiwi, I. (2019). Optimasi Waktu Hidrolisis Dan Volume Enzim Pada Proses Hidrolisis Enzimatis Selulosa Jerami Padi. *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri*, 78–86.
- Arismendy Pabón, A. M., Felissia, F. E., Mendieta, C. M., Chamorro, E., & Area, M. C. (2020). Improvement of bioethanol production from rice husks. *Cellulose Chemistry and Technology*, *54*(7-8), 689–698. <https://doi.org/10.35812/CelluloseChemTechnol.2020.54.68>
- Asnani, A., Soedirman, U. J., Ratnaningtyas, N., & Soedirman, U. J. (2013). *Analisis Hasil Delignifikasi Sekam Padi Yang Berpotensi Sebagai Bahan Baku Bioetanol. November 2015*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1323.4644>
- Azizah, M., & Azizah, M. (2015). CILEUNGSI Oleh : *Nusa Sylva*, *15*(82), 47–54.
- Balat, M., Balat, H., & Öz, C. (2008). Progress in bioethanol processing. *Progress*

- in Energy and Combustion Science*, 34(5), 551–573.
<https://doi.org/10.1016/j.pecs.2007.11.001>
- Boopathy, R., Kulpa, C. F., & Manning, J. (1998). Anaerobic biodegradation of explosives and related compounds by sulfate-reducing and methanogenic bacteria: A review. *Bioresource Technology*, 63(1), 81–89.
[https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(97\)00083-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(97)00083-7)
- Broekhuijsen, M. P., Mattern, I. E., Contreras, R., Kinghorn, J. R., & Van Den Hondel, C. A. M. J. J. (1993). Secretion of heterologous proteins by *Aspergillus niger*: Production of active human interleukin-6 in a protease-deficient mutant by KEX2-like processing of a glucoamylase-hIL6 fusion protein. In *Journal of Biotechnology* (Vol. 31).
- Cacua, A., Gelvez, J. J., Rodríguez, D. C., & Parra, J. W. (2018). Production of bioethanol from rice husk pretreated with alkalis and hydrolyzed with acid cellulase at pilot scale. *Journal of Physics: Conference Series*, 1126(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1126/1/012034>
- Carpita, C.N. and McCann, M. (2000). *The cell wall*. In B. Buchanan, W. Gruissem and R. Jones (Eds.), *Biochemistry and Molecular Biology*. American Society of Plant Pathologists.
- Chaturvedi, V., & Verma, P. (2013). An overview of key pretreatment processes employed for bioconversion of lignocellulosic biomass into biofuels and value added products. 3 *Biotech*, 3(5), 415–431.
<https://doi.org/10.1007/s13205-013-0167-8>
- Cheng, J. J., & Timilsina, G. R. (2011). Status and barriers of advanced biofuel technologies: A review. *Renewable Energy*, 36(12), 3541–3549.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.04.031>
- Cheung, S. W., & Anderson, B. C. (1997). Laboratory investigation of ethanol production from municipal primary wastewater solids. *Bioresource Technology*, 59(1), 81–96. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(96\)00109-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(96)00109-5)
- Chiaromonti, D., Prussi, M., Ferrero, S., Oriani, L., Ottonello, P., Torre, P., & Cherchi, F. (2012). Review of pretreatment processes for lignocellulosic ethanol production, and development of an innovative method. *Biomass and Bioenergy*, 46, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.04.020>

- Datta, R. (1981). Acidogenic fermentation of lignocellulose–acid yield and conversion of components. *Biotechnology and Bioengineering*, 23(9), 2167–2170. <https://doi.org/10.1002/bit.260230921>
- Demirbas, A. (2009). *Production of biodiesel fuels from linseed oil using methanol and ethanol in non-catalytic SCF conditions*. Biomass- Bioenergy. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.04.018>
- Desrosier, N. W. (1988). *Teknologi Pengawetan Pangan* (Edisi III). Universitas Indonesia.
- Fachry, A. R., Astuti, P., & Puspitasari, T. G. (2013). Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1), 60–69.
- Fengel, D., & Wegener, G. (1995). *Kayu :Kimia, Ultrastruktur, reaksi-reaksi*. In S. Prawirohatmojo (Ed.), *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions* (H. Sastroamijoyo, Trans.). Gadjah Mada University Press.
- Fuadi, A.M., K. Harismah, & A. S. (2015). *Hidrolisis Enzimatis Kertas Bekas Dengan Variasi Pemanasan Awal*. University Research Colloquium.
- Grethlein, H. E. (1984). *FOR ENHANCED HYDROLYSIS OF methods for cellulose substrates which enhance their hydrolysis by cellulase or consqtion by microorganisms . Wile the emphasis is on the literature of the last two years , sane earlier work is cited which has influenced the wo*. 43–62.
- Halliwell, B., Veronique, M., & Hua, L. (2000). *Hydrogen peroxide in the human body*. 486, 14–17.
- Hambali, E., S. Mujdalipah, A. H. T., & A.W. Pattiwiri, dan R. H. (2007). *Teknologi Bioenergi*. Agromedia Pustaka.
- Hananta, R. (2016). *Makalah Abu Sekam Padi dan Manfaatnya*.
- Handoko. E., dan W. A. S. (2011). *Metabolisme Hidrogen peroksida dan peranannya pada infeksi telinga*.
- Hidayat, M. R. (2013). Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa. *Biopropal Industri*, 4(1), 33–48.
- Houston, D. . (1972). *Rice Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemist, Inc.

- Howard, G., Pedley, S., Barrett, M., Nalubega, M., & Johal, K. (2003). Risk factors contributing to microbiological contamination of shallow groundwater in Kampala, Uganda. *Water Research*, 37(14), 3421–3429. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(03\)00235-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(03)00235-5)
- Hyun, T., Seok, J., Sunwoo, C., & Lee, Y. Y. (2003). *Pretreatment of corn stover by aqueous ammonia*. 90, 39–47. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00097-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00097-X)
- Ibeto, C. N., Ofoefule, A. U., & Agbo, K. E. (2011). A Global Overview of Biomass Potentials for Bioethanol Production: A Renewable Alternative Fuel. *Trends in Applied Sciences Research*, 6(5), 410–425. <https://doi.org/10.3923/tasr.2011.410.425>
- Inggrid, M., Yonathan, C., & Djojotubroto, H. (2011). *Pretreatment Sekam Padi dengan Alkali Peroksida dalam Pembuatan Bioetanol*.
- Judoamidjojo. (1992). *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Pers.
- Kang, J., Gu, P., Wang, Y., Li, Y., Yang, F., Wang, Q., & Qi, Q. (2012). Engineering of an N-acetylneuraminic acid synthetic pathway in *Escherichia coli*. *Metabolic Engineering*, 14(6), 623–629. <https://doi.org/10.1016/j.ymben.2012.09.002>
- Karimi, K., Emtiazi, G., & Taherzadeh, M. J. (2006). *Ethanol production from dilute-acid pretreated rice straw by simultaneous saccharification and fermentation with *Mucor indicus*, *Rhizopus oryzae*, and *Saccharomyces cerevisiae**. 40, 138–144. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2005.10.046>
- Kemmer, F. N. (1988). *The Nalco Water Handbook*. Mc. Graw Hill Company.
- Kim, T. H., Gupta, R., & Lee, Y. Y. (2009). Chapter 6 Pretreatment of Biomass by Aqueous Ammonia for Bioethanol Production. *Biofuels: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology*, 581, 79–91. <https://doi.org/10.1007/978-1-60761-214-8>
- Lamb, C. D. C., Martini, B., Souza, D. De, Fornasier, F., Riça, L. B., & Souza, R. D. C. De. (2018). Bioethanol production from rice hull and evaluation of the final solid residue. *Chemical Engineering Communications*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/00986445.2017.1422495>
- Lestari, W. W. (2012). *Serba-serbi Distilasi*.

- Li, Y., Cui, J., Zhang, G., Liu, Z., Guan, H., Hwang, H., Aker, W. G., & Wang, P. (2016). Optimization study on the hydrogen peroxide pretreatment and production of bioethanol from seaweed *Ulva prolifera* biomass. *Bioresource Technology*, *214*, 144–149. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.04.090>
- Mankiw, N. G. (2007). *Makro Ekonomi* (Edisi ke-6). Erlangga.
- McDonald, P., Edwards, R.A., A., & Greenhalg, J. P. D. (2002). *Animal Nutrition*. sixth Ed.
- Mohd Azhar, S. H., Abdulla, R., Jambo, S. A., Marbawi, H., Gansau, J. A., Mohd Faik, A. A., & Rodrigues, K. F. (2017). Yeasts in sustainable bioethanol production: A review. *Biochemistry and Biophysics Reports*, *10*(March), 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2017.03.003>
- Nachaiwieng, W., Lumyong, S., Yoshioka, K., & Watanabe, T. (2015). Biocatalysis and Agricultural Biotechnology Bioethanol production from rice husk under elevated temperature simultaneous saccharification and fermentation using *Kluyveromyces marxianus* CK8. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2015.10.003>
- Novia., D.Hassock., M. A. H. (2020). Praperlakuan Hidrogen Peroksida dan Aqueous Ammonia pada Pembuatan Bioetanol dari Sekam Padi. *PenelitianTeknik Kimia Universitas Sriwijaya*, 12.
- Novia, N., Said, M., Jannah, A. M., Pebriantoni, P., & Bayu, M. (2020). Aqueous Ammonia Soaking-Dilute Acid Pretreatment to Produce Bioethanol from Rice Hull. *Technology Reports of Kansai University*, *62*(03).
- Novitasari, C. . et all. (2012). PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TEBU (BAGASSE) UNTUK PRODUKSI BIOETANOL MELALUI PROSES SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SERENTAK Candra. *Pelita*, *8*, 65–74.
- Osuigwe, J., Bolade, M., & Agboola, O. (2017). Bioethanol production from rice husk using different pretreatments and fermentation conditions. *3 Biotech*, *0123456789*, 1–6. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-1033-x>
- Pandey, N., & Barve, D. (2011). Phytochemical and pharmacological review on *Annona squamosa* Linn. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, *2*(4), 1404–1412.

- Pedersen, M., & Meyer, A. S. (2010). Lignocellulose pretreatment severity - relating pH to biomatrix opening. *New Biotechnology*, 27(6), 739–750. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2010.05.003>
- Purkan, D, P. H., & S, S. (2015). Produksi Enzim Selulase dari aspergillus niger Menggunakan Sekam Padi dan Ampas Tebu sebagai Induser . Production of Cellulase Enzyme from aspergilus niger using Rice Husk and Bagasse as Inducer. *Jurnal Ilmu Dasar*, 16(2), 95–102.
- Purwoko, T., Lusi, S., Sari, A., & Mahadjoeno, E. (2017). *Bioethanol production from rice and corn husks after enzymatic and microbes hydrolysis and yeast fermentation*. 14(1), 19–23. <https://doi.org/10.13057/biotek/c140105>
- Rahmawati, A. Y., & Sutrisno, A. (2015). Hidrolisis tepung ubi jalar ungu (Ipomea batatas L.) secara enzimatik menjadi sirup glukosa fungsional: kajian pustaka. *Pangan Dan Agroindustri*, 3(3), 1152–1159.
- Reshamwala, S., Shawky, B. T., & Dale, B. E. (1995). Ethanol production from enzymatic hydrolysates of AFEX-treated coastal bermudagrass and switchgrass. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 51-52(1), 43–55. <https://doi.org/10.1007/BF02933410>
- Rismawati, Y., Bahri, S., & Prismawiryanti. (2016). Produksi Glukosa Dari Jerami Padi (Oryza sativa) Menggunakan Jamur Trichoderma sp. *Kovalen*, 2(Mic), 67–76.
- Said Gumbira, E. (1987). *Bio Industri: Penerapan Teknologi Fermentasi*. Mediyatama Sarana Perkasa.
- Samsuri, M., Gozan, M., Mardias, R., Baiquni, M., Hermansyah, H., Wijanarko, A., Prasetya, B., & Nasikin, M. (2007). Enzym Xylanase. *Makara Teknologi*, 11(1), 17–24.
- Sayigh, A., & Kaldellis, J. K. (2012). *Comprehensive renewable energy* (Vol. 2).
- Schacht, C., Zetzl, C., & Brunner, G. (2008). From plant materials to ethanol by means of supercritical fluid technology. *Journal of Supercritical Fluids*, 46(3), 299–321. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2008.01.018>
- Sementa, P., Maria Vaglieco, B., & Catapano, F. (2012). Thermodynamic and optical characterizations of a high performance GDI engine operating in homogeneous and stratified charge mixture conditions fueled with gasoline

- and bio-ethanol. *Fuel*, 96, 204–219.
<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.12.068>
- Silverstein, R.M., Bassler, G.C., and Moerill, T. C. (1986). *Laboratory Investigation In Organic Chemistry*. Erlangga.
- Sims, R. E. H., Mabee, W., Saddler, J. N., & Taylor, M. (2010). An overview of second generation biofuel technologies. *Bioresource Technology*, 101(6), 1570–1580. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.046>
- Sudiyani. Y., Syahrul.A., dan D. M. (2019). *Perkembangan Bioetanol G2: Teknologi dan Perspektif* (T. D. Aprianita (ed.)). LIPI Press, anggota Ikapi.
- Sudiyani, Y., Waluyo, J., Triwahyuni, E., Burhani, D., Muryanto, Primandaru, P., Riandy, A. P., & Sumardi, N. (2017). Optimization pretreatment condition of sweet sorghum bagasse for production of second generation bioethanol. *AIP Conference Proceedings*, 1803. <https://doi.org/10.1063/1.4973142>
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresource Technology*, 83(1), 1–11. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00212-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00212-7)
- Suparjo. (2008). *Degradasi Komponen Lignoselulosa oleh Kapang Pelapuk Putih. Jajo 66.Wordpress.com. 2000. Analisis Secara Kimiawi*. Fakultas Peternakan.
- Syafwina, S., Honda, Y., Watanebe, T., & Kuwahara, M. (2002). Pre-treatment of Oil Palm Empty Fruit Bunch by White-rot Fungi for Enzymatic Saccharification. *Wood Research : Bulletin of the Wood Research Institute Kyoto University*, 89, 19–20.
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. R., & Lebdoekojo., S. P. & L. (1989). *Ilmu Makanan Ternak Dasa*. Gajah Mada University Press.
- Vasić, K., Knez, Ž., & Leitgeb, M. (2021). Bioethanol production by enzymatic hydrolysis from different lignocellulosic sources. *Molecules*, 26(3). <https://doi.org/10.3390/molecules26030753>
- Wan, C., & Li, Y. (2011). Effectiveness of microbial pretreatment by *Ceriporiopsis subvermispora* on different biomass feedstocks. *Bioresource Technology*, 102(16), 7507–7512. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.05.026>

- Winarno, F. G. dan R. T. S. (1994). *No Title Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Gramedia.
- Wusnah, Bahri, S., & Hartono, D. (2019). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* B . C) secara Fermentasi Abstrak. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 48–56.
- Zugenmaier, P. (2008). *Cristalline Cellulose and Derivatives*. Springer-Verlag.