



T. Kimia ✓  
**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Palembang-Prabumulih, KM 32 Indralaya Kabupaten Ogan Ilir 30662

Telepon (0711) 580739, Faksimile (0711) 580741

Pos El ftunsri@unsri.ac.id

**SURAT TUGAS**

**Nomor : 2699/UN9.1.3/DT-Pd/2016**

Dekan Fakultas Teknik dengan ini memberikan tugas kepada Saudara-saudara yang namanya tersebut dalam Surat Tugas ini sebagai Pembimbing Riset Mahasiswa angkatan 2014 pada :

Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Kimia (Kampus Indralaya)  
Semester : Ganjil TA 2016//2017

Demikian surat tugas ini di buat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya dengan penuh tanggung jawab.

Dikeluarkan di : Indralaya

Pada Tanggal : 4 Agustus 2016

Dekan,



**Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, PhD.**  
NIP. 19600909 198703 1 004

TEMBUSAN :

1. Rektor Unsri
2. Wakil Dekan Bidang Akademik FT.Unsri
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia Fak.Teknik Unsri
4. Yang bersangkutan

Daftar : lampiran surat tugas Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Nomor : 2694/UN9.1.3/DT-Pd/2016

Tanggal : 11 Agustus 2016

No	Nama	NIM	Dosen Pembimbing
1	Nabila Aprianti	03031181419030	Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, MT
	Siti Nurhayati	03031181419020	
2	Muhammad Iqbal	03031281419072	Ir. Hj. Siti Miskah, MT
	Yessica Puteri Antonius	03031281419098	
3	Fadila Amalia Putri	03031181419065	Dr. Hj. Leily Nurul K., ST, MT
	Sri Handayani	03031181419017	
4	Dita Triandini	03031281419085	Ir. Pamilia Coniwanti, MT
	Larasati Surliadji	03031181419063	
5	Ari Wijaya	03031281419157	Ir. H. Abdullah Saleh, MS, M.Eng
	Sidiq Wijaya Kusuma	03031181419148	
6	M Luthfi Fadhli Rahman	03031181419026	Ir. H. Abdullah Saleh, MS, M.Eng
	M Rayfi Al Faridzi	03031281419102	
7	Risky Vernando	03031181419005	Prof. Dr. Ir. H. M. Said, M.Sc
	Febri Sandi	03031281419153	
8	Anastasia Putri Anugerah Siman	03031181419070	Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
	Bella Anggraini	03031181419158	
9	Eley Tiara Putri	03031181419028	Ir. Hj. Siti Miskah, MT
	Citra Afriliana	03031181419066	
10	Rina Nurhayati	03031181419042	Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni B., M.Eng
	Angelina	03031281419150	
11	Muhammad Naufal Fakhri	03031181419023	Lia Cundari, ST, MT
	Muhammad Zulfahri Rizki	03031281419097	
12	Ihsanata Hamda Hukama	03031181419012	Prahady, ST, MT
	Sri Yunita Hayati	03031281419152	
13	M. Fahkrurrozi NST	03031181419057	Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA
	Pandu Trijaka	03031281419099	
14	Dita Auline Saragih	03031181419004	Ir. H. Abdullah Saleh, MS, M.Eng
	Nurul Qomariah	03031281419104	
15	M. Fauzan Fathullah	03031281419084	Dr. Hj. Leily Nurul K., ST, MT
	Muhammad Gian Novaldi	03031181419022	
16	Muhammad Aidil Defitra	03031181419040	Prof. Dr. Ir. H. M. Said, M.Sc
	Bobbie Rizkie Mandala Hermant	03031181419036	
17	Nur Aida Komala	03031281419149	Ir. Hj. Farida Ali, DEA
	Devy Putri Utami	03031181419033	
18	M. Rezky Syafrullah	03031181419027	Dr. Hj. Leily Nurul K., ST, MT
	M. Hanief Ridlo	03031281419147	
19	Eva Santia	03031181419048	Ir. Pamilia Coniwanti, MT
	Novia Rezha	03031281419160	
20	Mutiara Rizki Prayesi	03031181419059	Hj. Tuty Emilia A., ST, MT, Ph.D
	Ulfa Fitrializa	03031181419061	
21	Yosua Aristides	03031281419090	Dr. Ir. Hj. Susila Arita R., DEA
	Camelia Maharani	03031281419083	



22	M. Faris Naufal	03031281419092	Novia, ST, MT, Ph.D
	Lisa Zulmayeti	03031281419154	
23	Dewi Sri	03031281419157	Ir. Tamzil Aziz, M.PL
	M Egan Giovanni Johan	03031281419096	
24	Indwiarti Pane	03031281419095	Dr. Ir. Hj. Susila Arita R., DEA
	Badariah Mauli Romadeni	03031181419001	
25	Desy Crisna Talera	03031281419093	Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, MT
	Marta Sriayuni	03031181419011	
26	Tatik Handayani	03031181419049	Asyeni Miftahul Jannah, ST, M.Si
	Endah Riana Maya Asnita	03031181419069	
27	Adriarsyah Eka Prayoga Nasutio	03031281419077	Selpiana, ST, MT
	Mitha Hanidyah Ulfa	03031181419041	
28	Patrick Rudi Meizakh	03031281419080	Lia Cundari, ST, MT
	M Alik Aziz	03031181419164	
29	Achmad Daniel Rifky	03031181419053	Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
	Irwanto Sanjaya	03031181419041	
30	Dian Firdaus	03031281419075	Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS, Ph.D
	Khorim Ahmed Nazer	03031281419101	
31	Eka Putra Sihombing	03031181419025	Ir. Pamilia Coniwanti, MT
	Hengky Maruli	03031181419031	
32	Aditya Muhammad Rif at	03031181419002	Hj. Tuty Emilia A., ST, MT, Ph.D
	Imam Gunawan Putra	03031181419056	
33	Kurniasih	03031181419155	Ir. Mulkan Hambali, MT
	Nesi Harniwika	03031181419159	
34	Galvani Al-Faruq	03031181419024	Novia, ST, MT, Ph.D
	Yordan Thezauza	03031281419078	
35	Mollina Kenanga Haphsari	03031181419009	Novia, ST, MT, Ph.D
	Melda Zulfani	03031181419047	
36	Dwi Fuspitasarie	03031181419044	Selpiana, ST, MT
	Indira Rayosa	03031181419016	
37	Eka Permata	03031181419062	Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni B., M.Eng
	Luki Anugrah Wati	03031181419032	
38	Fitri Febrianti	03031181419038	Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, MT
	Ade Octaviosa	03031381419142	
39	Silvester Chrisya Andira	03031281419074	Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS, Ph.D
	Vera Dona	03031381419115	
40	Rizki Agustina	03031181419067	Ir. Rosdiana Mu'in, MT
	Fanni Pradita	03031181419055	
41	Janu Hadi	03031181419058	Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng
	Berlian Saputra	03031281419088	
42	Yolanda Patika	03031181419008	Hj. Tuty Emilia A., ST, MT, Ph.D
	Ria Rismawati	03031181419010	
43	Abdul Apandi	03031281419073	Elda Melwita, ST, MT, Ph.D
	Syukron Habibi	03031181419035	
44	M. Iqbal Septiady	03031181419029	Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA
	Qidran Alifardin Nurdi	03031281419091	
45	Della Anggraini	03031181419014	Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA
	Nabilah Khoiriyah	03031181419021	



46	Siwitri	03031181419145	Ir. Hj. Farida Ali, DEA
	Arina	03031181419043	
47	Ramses J. Hasibuan	03031181419068	Ir. Hj. Farida Ali, DEA
	Hersya Agung Perdana	03031281419081	
48	Fenny Dwi Ayu Diah	03031181419019	Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS, Ph.D
	Siti Nadhilah Febrianti	03031181419013	
49	Kyky Felly Nadya Vega	03031181419003	Dr. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M.Eng
	Sesti Roima	03031281419089	
50	Teddy Surya Dinata	03031181419050	Lia Cundari, ST, MT
	Leonardo R Ginting	03031281419087	
51	Fitra Armando	03031281419079	Elda Melwita, ST, MT, Ph.D
	Ahmad Zulkarnain Ariko	03031181419007	
52	Dede Pramayuda	03031281419103	Selpiana, ST, MT
	Damar Setyo Ismoro	03031281419161	
53	Dela Tiarisma	03031181419162	Ir. Hj. Siti Miskah, MT
	Nur Aziani	03031181419064	
54	Andika Septian Sitanggang	03031181419018	Prof. Dr. Ir. H. M. Said, M.Sc
	Riski Julianda	03031281419156	
55	Fitriani	03031281419146	Dr. Ir. Hj. Susila Arita R., DEA

Dekan,



Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, PhD.

NIP. 19600909 198703 1 004

**LAPORAN PENELITIAN**  
**PENGARUH WAKTU *PREATREATMENT* TERHADAP KADAR LIGNIN**  
**PADA PROSES DELIGNIFIKASI SEKAM PADI (EKSPERIMENTAL**  
**DAN PEMODELAN CFD)**



**Dibuat untuk memenuhi Syarat Kurikulum Tingkat Sarjana pada Jurusan**  
**Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**OLEH:**

**GALVANI AL-FARUQ**

**(03031181419024)**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian :

**PENGARUH WAKTU *PREATREATMENT* TERHADAP KADAR LIGNIN  
PADA PROSES DELIGNIFIKASI SEKAM PADI (EKSPERIMENTAL  
DAN PEMODELAN CFD)**

Oleh :

Galvani Al-Faruq      03031181419024


Telah diseminarkan pada tanggal 28 Februari 2018 di Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H.M. Syaiful, DEA  
NIP. 197311052000032003

Indralaya, Maret 2018  
Disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing Riset



Novia, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 195810031986031003

## LEMBAR PERBAIKAN

Nama/Nim : Galvani Al-Faruq (03031181419024)

Judul:

**“PENGARUH WAKTU *PREATREATMENT* TERHADAP KADAR LIGNIN  
PADA PROSES DELIGNIFIKASI SEKAM PADI (EKSPERIMENTAL  
DAN PEMODELAN CFD) “**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Seminar Penelitian Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Februari 2018 oleh Dosen Penguji:

**Lia Cundari, S.T., M.T. :**  
**NIP. 198412182008122002**

  
(.....)

**Indralaya, Maret 2018**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,**

  
**Dr. Ir. H. Syaiful, DEA**

**NIP. 195810031986031003**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya penulisan laporan penelitian dapat selesai tepat waktu. Laporan ini disusun berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya pada bulan Oktober 2017 sampai Januari 2018. Penelitian dengan judul **Pengaruh Waktu Pretreatment Terhadap Kadar Lignin Pada Proses Delignifikasi Sekam Padi (Eksperimental dan Pemodelan CFD)**, dibuat dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan kurikulum pada tingkat Sarjana Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan penelitian ini, tentunya ada bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- 1) Dr.Ir.H. Syaiful. DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
- 2) Dr. Leily Nurul Komariah,S.t.,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
- 3) Ibu Novia, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing penelitian yang telah memberikan ilmu, bimbingan, bantuan, dan saran hingga penelitian selesai.
- 4) Analis dan seluruh staf Laboratorium Bioproses, Laboratorium Analisa dan Instrumntasi Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
- 5) Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan dukungan dan saran sehingga penelitian ini berjalan lancar.

Laporan penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi pembaca dan masukan pada berbagai pihak. Dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun diharapkan dalam kesempurnaan laporan penelitian ini.

Inderalaya, Februari 2018

Tim Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PERBAIKAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
ABSTRAK.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Hipotesa.....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.6. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Sekam Padi.....	5
2.2. Biomassa Lignoselulosa.....	6
2.2.1. <i>Selulosa</i> .....	7
2.2.2. <i>Hemiselulosa</i> .....	8
2.2.3. <i>Lignin</i> .....	8
2.3. <i>Pretreatment</i> .....	9
2.3.1. <i>Alkaline Pretreatment</i> .....	11
2.3.2. <i>Acid Pretreatment</i> .....	11
2.4. Metode Chesson.....	12
2.5. Komputasi Dinamika Fluida (CFD).....	13
2.6. Proses CFD.....	13
2.6.1. <i>Pre Processing</i> .....	13
2.6.2. <i>Processing</i> .....	14
2.6.2 <i>post Processing</i> .....	14

2.7. Software CFD.....	14
2.8. Penelitian Terdahulu .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.2.1. Alat.....	18
3.2.2. Bahan.....	19
3.3. Rancangan Penelitian Eksperimental.....	19
3.3.1. Variabel Penelitian.....	19
3.3.2. Persiapan Bahan Baku.....	19
3.4. Prosedur Penelitian.....	20
3.4.1. <i>Pretreatment</i> secara Eksperimental.....	20
3.4.2. <i>Pretreatment</i> dengan Pemodelan CFD ( <i>Ansys Fluent 16</i> ).....	21
3.5. Analisis Data.....	22
3.6. Diagram Alir Penelitian.....	23
3.7. Jadwal Penelitian .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Data Hasil Penelitian.....	26
4.2. Data Hasil Analisa.....	27
4.3. Pembahasan Hasil Eksperimental.....	28
4.3.1. Pengaruh Waktu <i>Pretreatment</i> Terhadap Kadar Selulosa Sekam Padi.....	28
4.3.2. Pengaruh Waktu <i>Pretreatment</i> Terhadap Kadar Hemiselulosa Sekam Padi.....	29
4.3.3. Pengaruh <i>Pretreatment</i> Terhadap Kadar Lignin Sekam Padi.....	31
4.4. Pembahasan Hasil Pemodelan dengan CFD ( <i>Ansys Fluent 16</i> ).....	33
4.4.1. Analisa Hidrodinamika Tekanan Campuran dan volume fraksi pada Proses <i>Pretreatment</i> .....	36
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>38</b>
5.1. Kesimpulan.....	38
5.2. Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sekam Padi .....	5
Gambar 2.2. Biomassa Lignoselulosa .....	6
Gambar 2.3. Struktur Selulosa.....	7
Gambar 2.4. Struktur Hemiselulosa.....	8
Gambar 2.5. Struktur Lignin.....	9
Gambar 2.6. Proses <i>Pretreatment</i> .....	10
Gambar 3.1. Diagram Alir Simulasi CFD (Ansys Fluent 16) .....	21
Gambar 3.2. Diagram Alir penelitian.....	23
Gambar 3.3. Diagram Alir Analisa <i>Chesson-Datta</i> .....	24
Gambar 4.1. Pengaruh Waktu <i>Pretreatment</i> Asam ( $H_2SO_4$ ) dan Waktu <i>Pretreatment</i> Basa (NaOH) terhadap Kadar Selulosa Sekam Padi..	28
Gambar 4.2. Pengaruh waktu <i>Pretreatment</i> Asam ( $H_2SO_4$ ) dan waktu <i>pretreatment</i> Basa (NaOH) terhadap Kadar Hemiselulosa Sekam Padi.....	29
Gambar 4.3. Pengaruh Waktu <i>Pretreatment</i> Asam ( $H_2SO_4$ ) dan Waktu <i>Pretreatment</i> Basa (NaOH) terhadap Kadar Lignin Sekam Padi.....	31
Gambar 4.4. Volume Fraksi Awal Sekam Padi.....	33
Gambar 4.5. Kontur(a) Tekanan Campuran(b) Fraksi Volume Sekam Padi terhadap NaOH selama 30 menit.....	34
Gambar 4.6. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi terhadap NaOH selama 45 menit.....	34
Gambar 4.7. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi terhadap NaOH selama 60 menit.....	35
Gambar 4.8. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi terhadap NaOH selama 75 menit.....	35
Gambar 4.9. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi terhadap NaOH selama 90 menit.....	36

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Komposisi Bahan dalam Sekam Padi .....	6
<b>Tabel 2.5.</b> Penelitian Terdahulu .....	16
<b>Tabel 3.1.</b> Jadwal Kegiatan.....	25
<b>Tabel 4.1.</b> Data Hasil Penelitian.....	26
<b>Tabel 4.2.</b> Data Hasil Analisa Sampel Penelitian.....	27



## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A PERHITUNGAN**

**LAMPIRAN B DATA SIMULASI ANSYS**

**LAMPIRAN C DOKUMENTASI PENELITIAN**

# PENGARUH WAKTU PRETREATMENT TERHADAP KADAR LIGNIN PADA PROSES DELIGNIFIKASI SEKAM PADI (EKSPERIMENTAL DAN PEMODELAN CFD)

Novia\*, Galvani Al-Faruq

<sup>\*)</sup> Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Indralaya-Prabumulih KM. 32 Indralaya Ogan Ilir (OI) 30662  
Email: noviasumardi@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang jarang dimanfaatkan dan ketersediannya yang melimpah. Sekam padi memiliki kandungan selulosa yang tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *pulp* dan *biofuel*. Untuk memanfaatkan sekam padi menjadi *biofuel* seperti bioethanol, perlu dilakukan *pretreatment* untuk merusak ikatan matriks lignoselulosa kompleks seperti lignin dan hemiselulosa, agar akses selulosa pada sekam padi meningkat. *Pretreatment* dilakukan dengan membandingkan kinerja *pretreatment* asam ( $H_2SO_4$ ) 2% v/v dan alkalin (NaOH) 5% b/v dengan variasi waktu pengadukan terhadap sekam padi yang meliputi, HWS (*Hot Water Soluble*), hemiselulosa, selulosa, lignin, dan residu terabukan. Pada penelitian dilakukan tiga rangkaian penelitian, yaitu tahap pertama proses *pretreatment* dengan lima variasi waktu (30,45,60,75 dan 90 menit) pada suhu 85°C, kemudian dilanjutkan dalam *autoclave* 121 °C selama 60 menit. Tahap selanjutnya ialah melakukan pemodelan proses *pretreatment* untuk analisis hidrodinamika meliputi tekanan campuran dan volume fraksi. Hasil analisa komposisi sekam padi pada NaOH 5% (w/v) terbaik ialah pada saat 90 menit yang memberikan peningkatan selulosa sebesar 57,06 %, sedangkan dari kadar awal, sedangkan pada *pretreatment*  $H_2SO_4$  2% (v/v) waktu terbaik ialah pada saat 75 menit yang memberikan peningkatan selulosa 46,92% kadar awal. Analisa hidrodinamika dengan *software* CFD (*Fluent Ansys 16*), menunjukkan *pretreatment* NaOH selama 90 menit memberikan distribusi tekanan campuran dan volume fraksi sekam padi dan reagen yang lebih baik.

**Kata kunci:** Sekam Padi, *Pretreatment*, NaOH,  $H_2SO_4$ .

## ABSTRACT

Rice husk is one of the rarely used agricultural wastes and its abundant availability. Rice husk contains high cellulose that can be used as a raw material for pulp and biofuel. To utilize rice husks into biofuels such as bioethanol, *pretreatment* is necessary to break the bonds of complex lignocellulosic matrices such as lignin and hemicellulose, in order for cellulose access to rice husks to increase. *Pretreatment* was performed by comparing the performance of *pretreatment* acid ( $H_2SO_4$ ) 2% v / v and alkaline (NaOH) 5% w / v with variation of stirring time toward rice husk, including HWS (*Hot Water Soluble*), hemicellulose, cellulose, lignin and ash residue. The research was conducted in three series of research, the first stage of *pretreatment* process with five time variations (30,45,60,75 and 90 minutes) at 85°C, and then heated in autoclave at 121 ° C for 60 minutes. The next step is to model the *pretreatment* process for hydrodynamic analysis including mixed pressure and volume fraction. In the result, the best composition of rice husk in NaOH 5% (w / v) is at 90 minutes giving cellulose increase of 57,06% from the initial content, while at  $H_2SO_4$  2% (v/v) *pretreatment*, the best time was at 75 minutes giving cellulose increase of 46.92% from initial content. Hydrodynamic analysis with CFD software (*Fluent Ansys 16*), showed the *pretreatment* of NaOH during 90 minute, giving mixed pressure distribution and volume fraction of rice husk and reagent are better than *pretreatment* with  $H_2SO_4$ .

**Keywords:** Rice Husk, *Pretreatment*, NaOH,  $H_2SO_4$



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi nasional terus mengalami kenaikan hingga adanya krisis energi, sehingga sangat diperlukan pengelolaan energi yang tepat dan pencarian sumber energi baru yang dapat diperbaharui. Salah satu langkah pemerintah Indonesia dalam mensikapi kebutuhan bahan bakar minyak dari fosil yang mulai menipis adalah dengan menerbitkan Perpres No 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, yaitu pemanfaatan bahan bakar nabati (BBN/biofuel) yang ditargetkan mencapai 5% pada tahun 2025. Sumber utama energi di Indonesia adalah minyak bumi dan batu bara, sedangkan sumber energi yang berasal dari biomasa masih belum dimanfaatkan secara optimal. Beberapa energi yang berbasis biomasa antara lain adalah biogas, bioetanol dan biodiesel.

Bioetanol ( $C_2H_5OH$ ) merupakan salah satu bahan bakar nabati yang bisa menggantikan bahan bakar fosil. Kelebihan bioetanol yaitu ramah lingkungan dan penggunaannya sebagai campuran bahan bakar dapat mengurangi emisi karbon monoksida dari asap kendaraan (Komarayati S., 2011). Saat ini perkembangan penelitian bioetanol di Indonesia sudah mencapai generasi ke 2 (dua). Generasi pertama berbahan dasar sukrosa dari tetes tebu, singkong dan jagung yang merupakan bahan olahan pangan. Generasi kedua, berbahan dasar lignoselulosa yang tidak berkompetisi dengan pangan dan pakan. seperti jerami, ampas tebu, tandan kelapa sawit, dan bonggol jagung.

Proses pembuatan bioetanol generasi kedua dibandingkan generasi pertama mempunyai perbedaan pada proses *pretreatment*. Bioetanol generasi pertama tidak melalui proses *pretreatment* terlebih dahulu, karena bahan baku berupa *molasses* dan *starch* yang dapat langsung disakarifikasi, sedangkan bioetanol yang berbahan baku lignoselulosa memerlukan proses *treatment* berupa delignifikasi. Salah satu bahan baku lignoselulosa yang dapat digunakan adalah sekam padi.

Proses *pretreatment* (delignifikasi) ini bertujuan memecah ikatan lignin, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kristal dari selulosa serta meningkatkan porositas bahan (Sun dan Cheng, 2002). Rusaknya struktur kristal pada selulosa ini akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa pada saat hidrolisis. Selain itu, hemiselulosa turut terurai menjadi senyawa gula sederhana yang selanjutnya senyawa-senyawa gula sederhana tersebut dapat difermentasi oleh mikroorganisme yang menghasilkan etanol.

Sekam padi merupakan limbah sisa penggilingan beras dan dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol karena memiliki kadar selulosa yang tinggi, murah dan ketersediaannya melimpah. Pada 2014, sekitar 70 juta ton padi diproduksi Indonesia dan 10% massa padi total adalah sekam padi (BPS, 2014). Sekam memiliki densitas yang rendah sehingga dapat mengakibatkan masalah pernapasan jika terhirup. Oleh karena itu untuk meminimalisir masalah diatas, maka sekam padi dapat dikonversi menjadi sumber energi seperti bioetanol (Nyachaka, 2013).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisa penurunan kadar lignin pada proses delignifikasi menggunakan simulasi CFD. Simulasi ini ditujukan untuk membandingkan penelitian yang dilakukan secara eksperimental dengan simulasi CFD. Oleh sebab itu diangkat penelitian yang berjudul “ **Pengaruh Waktu *Pretreatment* Terhadap Kadar Lignin Pada Proses Delignifikasi Sekam Padi (Eksperimental dan Pemodelan CFD)**”.

## 1.2. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana pengaruh waktu *pretreatment* natrium hidroksida (NaOH) pada *alkaline pretreatment* terhadap kadar lignin ?
- 2) Bagaimana pengaruh waktu *pretreatment* asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) pada *acid pretreatment* terhadap kadar lignin ?
- 3) Bagaimana pemodelan hidrodinamika pada proses *pretreatment* sekam padi dengan pemodelan CFD?



### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Meneliti pengaruh waktu *pretreatment* asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pada *acid pretreatment* terhadap kadar lignin.
- 2) Meneliti pengaruh waktu *pretreatment* natrium hidroksida (NaOH) pada *alkaline pretreatment* terhadap kadar lignin.
- 3) Melakukan pemodelan secara hidrodinamika pada proses *pretreatment* sekam padi dengan pemodelan CFD.

### 1.4. Hipotesa

- 1) Semakin lama waktu *pretreatment* maka semakin banyak lignin yang terlarut
- 2) Semakin tinggi pH pelarut maka semakin banyak lignin yang terdegradasi
- 3) Proses *mixing* dalam pemodelan CFD dapat dijadikan dasar untuk kesempurnaan proses delignifikasi

### 1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

- 1) Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari *milling unit* padi Desa Negeri Pakuan Kecamatan Buay Pemuka Peliung, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur, Provinsi Sumatera Selatan.
- 2) Variasi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :
  - a. Variasi waktu *pretreatment*  $H_2SO_4$  pada tahap *acid pretreatment* adalah 30, 45, 60,75 dan 90 menit dengan konsentrasi 2 %.
  - b. Variasi waktu *pretreatment* NaOH pada tahap *alkaline pretreatment* adalah 30, 45, 60,75 dan 90 menit dengan konsentrasi 5%.
- 3) Parameter pada penelitian ini adalah menghitung kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin pada sekam padi.
- 4) *Software* yang digunakan pada pemodelan CFD adalah ANSYS 16.
- 5) *Modeling* secara hidrodinamika dengan CFD saat delignifikasi.

### **1.5. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

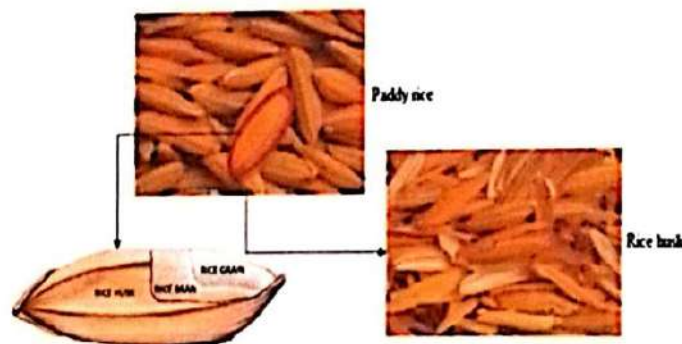
- 1) Memberikan informasi bagi peneliti selanjutnya tentang proses delignifikasi dari sekam padi.
- 2) Memberikan pengetahuan bagi masyarakat tentang pemanfaatan limbah sekam padi.
- 3) Memberikan pertimbangan dalam perancangan riset selanjutnya dengan melihat pemodelan CFD.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Sekam Padi

Sekam padi merupakan salah satu biomassa lignoselulosa yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Senyawa selulosa dan hemiselulosa adalah suatu polisakarida yang dapat dipecah menjadi monosakarida yang dapat dimanfaatkan untuk memproduksi senyawa-senyawa yang berguna, salah satunya adalah etanol. Menurut peraturan Presiden No 1 Tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (biofuel) sebagai bahan bakar alternative menyatakan produksi bioetanol ini sejalan dengan program pemerintah. Pemanfaatan sekam padi yang diproduksi sebagai bioetanol juga berkontribusi pada penanganan limbah pertanian (Paramita, 2010).



**Gambar 2.1.** Sekam Padi

(Sumber: Kieling, dkk, 2016)

Pemanfaatan sekam padi saat ini masih sangat terbatas kebanyakan orang hanya memanfaatkan sekam padi untuk pakan ternak dan dijadikan batako. Sebenarnya kandungan dari sekam padi bisa dimanfaatkan untuk pembuatan pulp bahan baku kertas dan bioethanol. Kandungan selulosa yang cukup tinggi pada sekam padi menjadikan sekam padi sebagai salah satu bahan baku yang dapat menghasilkan bioetanol. Selulosa dan hemiselulosa dalam sekam padi ini dapat dihidrolisis dengan mudah menjadi glukosa, yang nantinya bakal menjadi bioetanol. Berikut komposisi sekam padi dapat dilihat pada tabel 2.1.



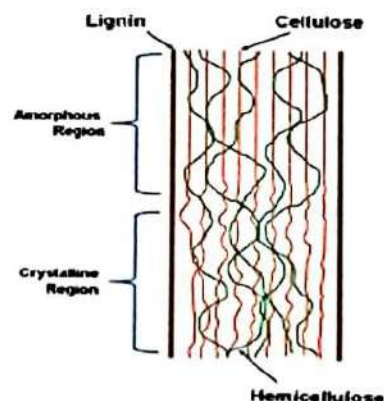
Tabel 2.1. Komposisi Bahan dalam Sekam Padi

Komposisi	Kadar (%)
Selulosa	42,22
Hemiselulosa	18,47
Lignin	19,4
Ash	17,33
Air	2,6
Jumlah	100

(Sumber : Banerjee, dkk dalam Rahman., 2011)

## 2.2. Biomassa Lignoselulosa

Biomassa lignoselulosa biasanya terdiri dari campuran selulosa, hemiselulosa, lignin, ekstraktif, dan abu yang disebut holoselulosa. Total karbohidrat yang dikandung dalam biomassa disebut holoselulosa. Holoselulosa meliputi selulosa dan hemiselulosa. (Isroi, dkk., 2008). Bahan lignoselulosa adalah komponen penyusun dinding sel tanaman terutama pada bagian batang dan penggunaan istilah lignoselulosa ini lebih banyak mengarah kepada limbah tanaman pertanian atau perkebunan seperti pucuk daun tebu, jerami padi, bonggol jagung, dan sebagainya. Pada lignoselulosa, senyawa yang sebetulnya ingin dimanfaatkan adalah hemiselulosa dan utamanya selulosa (Octavia., 2018).



Gambar 2.2. Biomassa Lignoselulosa

(Sumber: Isroi, dkk., 2013)

Lignoselulosa merupakan biomassa yang berasal dari tanaman dengan komponen utama selulosa, hemiselulosa dan lignin. Ketiganya membentuk suatu

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisa dan Instrumentasi dan Laboratorium Bioproses Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan pengambilan bahan baku sekam padi dari *milling unit* padi Desa Negeri Pakuan Kecamatan Buay Pemuka Peliung, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur, Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 sampai dengan Januari 2018.

### 3.2. Alat dan Bahan

#### 3.2.1. Alat

1. *Blender*
2. *Autoclave*
3. Erlenmeyer
4. Beker gelas
5. Gelas ukur
6. Labu ukur
7. Cawan petri
8. Kertas saring
9. Kertas pH dan pH meter
10. *Hot plate*
11. Tabung reaksi
12. Batang pengaduk
13. Spatula
14. Neraca analitik
15. Klem
16. Statif
17. *Water bath*
18. *Screening 36 mesh*

19. Pipet volume
20. Pompa vakum
21. Oven
22. *Magnetic stirrer*

### 3.2.2. Bahan

1. Sekam padi
2. NaOH
3. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
4. *Aquadest*

### 3.3. Rancangan Penelitian

Rangkaian penelitian dilaksanakan secara bertahap meliputi proses *pretreatment* dengan metode *alkaline* dan *acid pretreatment*,

#### 3.3.1. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini akan diamati pengaruh beberapa variabel proses untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar dan kemurnian yang paling tinggi. Adapun beberapa variabel yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah:

1. Suhu dan massa sampel sebagai variabel tetap.
2. Waktu *pretreatment* Natrium Hidroksida (NaOH) (30,45,60,75,90) menit dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (30,45,60, 75, 90) menit pada proses *pretreatment* variabel bebas.
3. Kadar penurunan lignin sebagai parameter utama, dengan tetap meninjau kadar selulosa dan hemiselulosa sebelum dan setelah *pretreatment*.

#### 3.3.2. Persiapan Bahan Baku

1. Biomassa berupa sekam padi diperoleh dari *milling unit* padi Desa Negeri Pakuan Kecamatan Buay Pemuka Peliung, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur, Provinsi Sumatera Selatan.
2. Sekam padi dikeringkan terlebih dahulu dibawah sinar matahari lalu dihaluskan dengan blender. Bubuk sekam padi halus diayak menggunakan *screener* berukuran 36 *mesh*. Setelah itu dianalisa kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin dengan metode Chesson Datta.



**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Data Hasil Penelitian (Metode Chesson)**

**Tabel 4.1. Data Hasil Penelitian**

No	Sampel	Berat Sampel (gram)				
		a	b	c	d	e
1.	Sekam Padi Tanpa <i>Pretreatment</i> <i>I</i> (Kontrol)	1.0003	0.9088	0.6601	0.2463	0.0345
2.	<i>Acid Pretreatment</i> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )					
	a. 30 menit	1.0004	0.9096	0.7340	0.2398	0.0596
	b. 45 menit	1.0003	0.8900	0.7561	0.2091	0.0626
	c. 60 menit	1.0003	0.9058	0.8092	0.1934	0.0848
	d. 75 menit	1.0004	0.9079	0.8150	0.2001	0.0902
	e. 90 menit	1.0004	0.9081	0.8192	0.2187	0.1113
2.	<i>Alkaline Pretreatment</i> (NaOH)					
	a. 30 menit	1.0003	0.9097	0.7156	0.2079	0.0513
	b. 45 menit	1.0004	0.9103	0.7206	0.1960	0.0702
	c. 60 menit	1.0004	0.9130	0.7875	0.1677	0.0702
	d. 75 menit	1.0004	0.9223	0.8033	0.1396	0.0900
	e. 90 menit	1.0003	0.9269	0.8114	0.1355	0.0920

Keterangan:

a = Berat sampel sekam padi ( $\pm 1$  gram).

b = Berat kering residu sampel direfluk dengan air panas.

c = Berat kering residu sampel setelah direfluk dengan 0,5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

d = Berat kering residu sampel setelah diperlakukan dengan 72% v/v H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

e = Berat residu terabukan

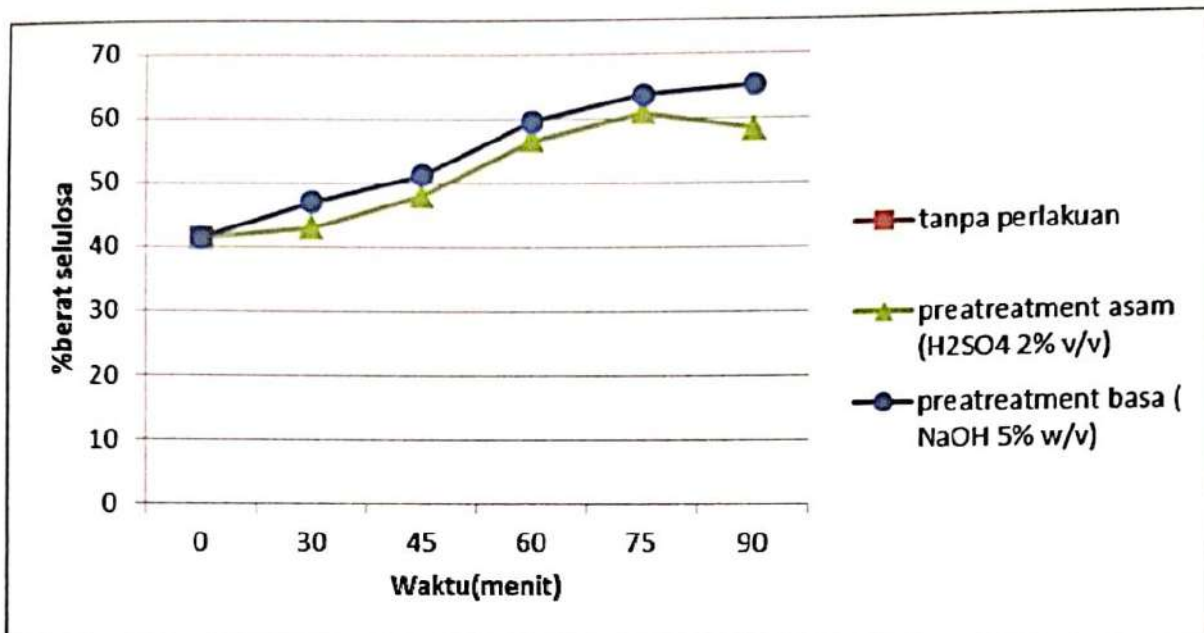
#### 4.2. Data Hasil Analisa

Bubuk sekam padi yang telah dihaluskan a kemudian ditimbang seberat 1 gram dan dianalisa kadar hemiselulosa, selulosa dan lignin dengan metode Chesson-Datta. Adapun hasil dari analisa menggunakan metode *Chesson-Datta* ditampilkan pada tabel 4.1.

**Tabel 4.2.** Data Hasil Analisa Sampel Penelitian

No	Sampel	Hasil Analisa				
		% Lignin	% Selulosa	% Hemi Selulosa	% HWS	% Residu Terabukan
1.	Sekam Padi Tanpa <i>Pretreatment</i> (Kontrol)	21,17	41.37	24.86	9,15	3,45
2.	<i>Acid Pretreatment</i> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )					
	a. 30 menit	18.02	43.03	17.88	12.48	8.59
	b. 45 menit	17.76	47.98	14.61	9.77	9.89
	c. 60 menit	14.08	56.53	12.11	11.03	6.26
	d. 75 menit	10.78	60.78	10.55	10.04	7.87
	e. 90 menit	9.97	58.27	9.14	7.47	15.16
3.	<i>Alkaline Pretreatment</i> (NaOH)					
	a. 30 menit	17.02	47.06	20.10	9.69	6.13
	b. 45 menit	13.81	51.21	18.21	9.26	7.51
	c. 60 menit	8.13	59.57	14.09	8.80	9.42
	d. 75 menit	7.76	63.50	11.01	8.16	9.58
	e. 90 menit	5.71	64.97	10.30	7.16	11.87

#### 4.3.1. Pengaruh Waktu *Pretreatment* Terhadap Kadar Selulosa Sekam Padi



**Gambar 4.1.** Pengaruh Waktu *Pretreatment* Asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan Waktu *Pretreatment* Basa (NaOH) terhadap Kadar Selulosa Sekam Padi

Selulosa merupakan komposisi yang dikehendaki dalam persentase setinggi mungkin, karena selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa yang bermanfaat untuk *biofuel* ataupun selulosa sendiri dapat digunakan bahan pembuatan pulp dan kertas. Berdasarkan grafik 4.3., kadar selulosa awal sekam padi tanpa *pretreatment* sebesar 41,37% berat kering, besar peningkatan (pelepasan) rata-rata *pretreatment* dengan NaOH sebesar 38,42% (dari kadar selulosa awal 41,37% meningkat menjadi 64,97%) lebih tinggi daripada peningkatan rata-rata H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 28,89%. Hal ini dikarenakan sifat selulosa yang dapat terdegradasi parsial oleh H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sehingga perlakuan dengan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) rata-rata pelepasan selulosa lebih rendah dibanding perlakuan dengan natrium hidroksida (NaOH).

Berdasarkan gambar 4.3., terlihat juga adanya pengaruh waktu *pretreatment* menggunakan NaOH maupun asam sulfat. Nilai selulosa tertinggi dalam meningkatkan pelepasan selulosa yaitu pada NaOH 90 menit yaitu 64,97% sementara H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada waktu 75 menit yaitu sebesar 60,78%. Pada *pretreatment* NaOH, semakin meningkat waktu *pretreatment* maka semakin meningkat pula



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa:

1. Waktu pretreatment terbaik untuk  $H_2SO_4$  ialah saat 75 menit sedangkan pada 90 menit kadar selulosa menurun kembali,
2. Semakin lama pretreatment NaOH, semakin tinggi degradasi lignin, pelepasan selulosa dan degradasi hemiselulosa.
3. *Pretreatment*  $H_2SO_4$  (2% v/v) selama 90 menit lebih baik dalam mendegradasi hemiselulosa hingga 9,14 %, sedangkan *pretreatment* NaOH terbaik (5% w/v) selama 90 menit lebih baik dalam mendegradasi lignin hingga 5,71 %
4. Analisa hidrodinamika melalui simulasi CFD (*Ansys Fluent 16*) memperlihatkan semakin lama waktu pengadukan maka semakin banyak pula sekam padi yang bercampur dan larut dalam NaOH 5% w/v.

#### 5.2. Saran

1. Perlu penambahan variasi konsentrasi reagen yang lebih tinggi
2. Perlu adanya penambahan *bufle* untuk mengurangi terjadinya vortex saat pengadukan
3. Proses analisa lebih teliti saat penimbangan dan keberadaan ekstraktif harus sekecil mungkin agar tidak memberikan *error* pada analisa sampel.
4. Pada pemodelan CFD, untuk mendapatkan hasil analisa yang lebih akurat, ukuran *meshing* dapat diperkecil dan diperhalus.
5. Agar pada saat akan melakukan pemodelan CFD pastikan *computer* atau laptop memiliki spesifikasi yang tinggi dan dalam keadaan baik.
6. Pemodelan CFD agar dilakukan terlebih dahulu sebelum eksperimental, agar dapat membandingkan dan memperhitungkan keakuratan dalam pemodelan CFD.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus. 2013. *Komposisi Kimia Beberapa Biomassa. Lignoselulosa*. Lampung: Universitas Lampung.
- Apriani. 2015. *Peningkatan Mutu Bibit Torbangun (Plectranthus amboinicus Spreng.) dengan Pemilihan Asal stek dan Pemberian Auksin*. Jurnal Hortikultura Indonesia. 6 (2)
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Produksi Padi di Indonesia*. Jakarta: BPS.
- Carrillo, F., Lis, M. J., Colom, X., López-Mesas, M., dan Valldeperas, J. 2005. *Effect of Alkali Pretreatment on Cellulase Hydrolysis of Wheat Straw: Kinetic Study*. Journal of Process Biochemistry. 40(10): 3360–3364.
- Cengel, Yunus A.; Cimbala, John M.; 2006, '*Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*', 1st ed., McGraw-Hill Companies, Inc., New York
- Chesson, A. 1981. *Effects of Sodium Hydroxide on Cereal Straws in Relation to the Enhanced Degradation of Structural Polysaccharides by Rumen Microorganisms*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 32(8): 745–758.
- Datta, R. 1981. *Acidogenic fermentation of lignocellulose-acid yield and conversion of components*. Biotechnology and Bioengineering. 23 (9):2167-2170.
- Dewi. 2002. *Hidrolisis Limbah Hasil Pertanian Secara Enzimatik*. J. Akta Agrosia. 5 (2): 67 – 71.
- Desvaux, M. 2005. *Clostridium cellulyticum: model organism of mesophilic cellulolytic clostridia*. FEMS Microbiology Reviews 29:741-764.
- Dussán,dkk. 2014. *Dilute-acid Hydrolysis of Cellulose to Glucose from Sugarcane Bagasse*. Chemical Engineering Transactions. (38): 433–438.
- Gaspar M, Kalman G, dan Reczey K. 2007. *Corn Fiber As A Raw Material For Hemicellulose And Ethanol Production*. Process Biochem (42): 1135- 1139
- Gidde, M.R dan Jivani, A. P. 2007. *Waste to Wealth-Potential of Rice Husk in India a Literature Review*. Proceedings of the International Conference on Cleaner Technologies and Environmental Management. 586–590.



- Gunam, I., dkk. 2010. *Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Dengan Larutan Naoh Dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase Dari Aspergillus Niger Nrrl a-li, 264*. Jurnal Biologi, 14(2): 55-61.
- Hidayat, M. R. 2013. *Bahan Lignoselulosa Dalam Proses Produksi Bioetanol*. Biopropal Industri. 4(1) 33–48.
- Isroi, dkk. 2013. *Effect of Manganese and Copper on Biological Pretreatment of Palm Empty Fruit Bunches*. (Manuscript).
- Kartika, dkk. 2013. *Penggunaan Pretreatment Basa Pada Proses Degradasi Enzimatik Ampas Tebu Untuk Produksi Etanol*. Jurusan Teknik Kimia, and Fakultas Teknologi Industri .2(1).
- Kieling, A. G., Alberto, C., dan Moraes, M. 2016. *Characterization of Rice Husk Ash Produced Using Different Biomass Combustion Techniques for Energy*. PhD Thesis View Project Fuel. (165): 351–359.
- Kristina, E. R. Sari, Novia. 2012. *Alkaline Pretreatment dan Proses Simultan Sakarifikasi-Fermentasi untuk Produksi Etanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Jurnal Teknik Kimia. 3(18) : 34- 43.
- Kumar, P., Barrett, D. M., Barrett, D. M., Delwiche, M. J., Delwiche, M. J., dan Stroeve, P. 2009. *Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Efficient Hydrolysis and Biofuel Production*. Industrial and Engineering Chemistry (Analytical Edition). 48(8): 3713–3729.
- Menon, V., dan Rao, M. 2012. *Trends in Bioconversion of Lignocellulose: Biofuels, Platform Chemicals dan Biorefinery Concept*. Progress in Energy and Combustion Science. 38(4): 522-550.
- Monserate, E., S.B. Leschine, E.C. Parola. 2001. *Clostridium hungatei sp.nov., a mesophilic, N<sub>2</sub>-fixing cellulolytic bacterium isolated from soil*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 51: 123- 132.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y. Y., Holtzapple, M., dan Ladisch, M. 2005. *Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass*. Bioresource Technology. (96): 673–686.
- Novia, dkk. *CFD Modeling Of Waste Heat Recovery On The Rotary Kiln System in the Cement Industry*. no. 2004.
- Novia, Dkk. 2014. *Pembuatan Bioetanol Dari Sekam Padi Menggunakan Kombinasi Soaking In Aqueous Ammonia ( Saa ) Pretreatment – Acid Pretreatment – Hidrolisis – Fermentasi*. Teknik Kimia. 20, 46–53.



- Novia, Pareek, V. K., dan Agustina, T. E. 2017. *Bioethanol Production from Sodium Hydroxide-Dilute Sulfuric Acid Pretreatment of Rice Husk Via Simultaneous Saccharification and Fermentation*, 2013. Matec web conference. (101): 1-5.
- Octavia, S. 2008. *Tesis Efektivitas Kombinasi Proses Perendaman dengan Amoniak dan Asam pada Pengolahan Awal Biomassa sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol*. Bandung: ITB.
- Paramita, A. (2010) . *Sekam padi, Sumber Energi Unik yang Mulai Dilirik*. Online. Diambil 26 mei 2017 dari <http://chapuccino.wordpress.com/2010/01/27/sekam-padi-sumber-energi-yang-mulai-dilirik/>.
- Pasaribu RA.1987. *Sifat Kimia Kayu*. Bogor: Balai Penelitian Hasil Hutan.
- Paul, Edward, et al. *Handbook of Industrial Mixing*. no. september, 2004, p. 26919
- Permatasari, Harry Rizka, Fakhili Gulo, and Bety Lesmini. "Pengaruh Konsentrasi  $H_2SO_4$  Dan Naoh Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (*Gigantochloa Apus*)." : 131–40.
- Rahman, F. (2011). *Pabrik Bioetanol dari Sekam Padi dengan Metode Pretreatment Dilute Acid menggunakan proses Simultaneous Saccharification and Fermentation*. Tugas Akhir Teknik Kimia ITS. Surabaya : Diterbitkan.
- Ramasubramanian, Melur K., et al. *A Computational Fluid Dynamics Modeling and Experimental Study of the Mixing Process for the Dispersion of the Synthetic Fibers in Wet-Lay Forming*.
- Rocha, George Jackson de Moraes, dkk, 2011. *Dilute mixed-acid pretreatment of sugarcane bagasse for ethanol production*. Biomass and Bioenergy 35 (2011) 663-670
- Santos, R. B., Capanema, E. A., Balakshin, M. Y., Chang, H., dan Jameel, H. 2012. *Lignin Structural Variation in Hardwood Species*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. (60): 4923-4930.
- Sharafan, A. 2015. *Simulation of the Agitated Batch*. Czech Technical University In Prague Department Of Process Engineering CFD. pp. 1–58.
- Shindu R., Pandey, A., dan Binod, P. 2015. *Alkaline Treatment*. India: National Institute for Interdisciplinary Science and Technology.
- Srivastava, A. K., Agrawal, P., dan Rahiman, A. 2014. *Delignification of Rice Husk and Production of Bioethanol*. Internasional Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 3(3): 10187–10194.

- Sun, Y., dan Cheng, J. 2002. *Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production*. *Bioresource Technology*. 83(1): 1–11.
- Suparjo, 2010. *Analisa bahan pakan secara kimiawi: analisa proksimat dan Analisa Seart* at Available at. [http://jajo66.files.wordpress.co/2010/10/analisa kimiawi2010/](http://jajo66.files.wordpress.co/2010/10/analisa_kimiawi2010/)
- Taherzadeh, M.J., and K. Karimi. 2008. *Pretreatment of Lignocellulosic Waste to Improve Ethanol and Biogas Production : A review*. *International Journal of Molecular Sciences*. 9. 1621-1651.
- Tomas Pejo, E., Alvira, P., Ballesteros, M., dan Negro, M. J. 2011. *Chapter Pretreatment Technologies for Lignocellulose to Bioethanol Conversion*. *Book Biofuels Alternative Feedstocks and Conversion Processes*. 149-176.
- Ugheoke, I. B., dan Mamat, O. 2012. *A Critical Assessment and New Research Directions of Rice Husk Silica Processing Methods and Properties*. *Journal of Science And Technology*. 6(3): 430-448.
- Utami, Ika, and Lia Windiyati. *Pembuatan Bioetanol Dari Sekam Padi Menggunakan Kombinasi Soaking In Aqueous Ammonia (Saa ) Pretreatment – Acid Pretreatment – Hidrolisis – Fermentasi*. Vol. 20, no. 1, 2014, pp. 46–53.
- Yuanisa, A., Kafidul, U., Agustin, W. 2015. *Pretreatment Lignoselulosa Batang Kelapa Sawit Sebagai Langkah Awal Pembuatan Bioetanol Generasi Kedua*.3(4): 1620-1626 . Malang
- Wang, Z., Li, J., Barford, J. P., Hellgradt, K., dan Mckay, G. 2016. *A Comparison of Chemical Treatment Methods for the Preparation of Rice Husk Cellulosic Fibers*. *International Journal of Envirenmental dan Agriculture Research (IJOEAR)*. 2(1): 67–77.
- Wiley, J. 1981. *Acidogenic Fermentation of Lignocellulose-Acid Yield and Conversion of Components*. *Biotechnology and Bioengineering*. (23) 2167–2170.
- Zabel RA, Morell JJ. 1992. *Wood Microbiology : Decay and Its Prevention* Academic Press, Inc, California.
- Zhao, Y., Wang, Y., Zhu, J. Y., Ragauskas, A., dan Deng, Y. 2008. *Enhanced Enzymatic Hydrolysis of Spruce by Alkaline Pretreatment at Low Temperature*. *Biotechnology and Bioengineering*. 99(6): 1320-1328.



## LAMPIRAN A PERHITUNGAN

Nama Mahasiswa : Galvani Al-Faruq (03031181419024)  
 Judul Penelitian : Pengaruh Waktu Pretreatment Terhadap Kadar Lignin Pada Proses Delignifikasi Sekam Padi (Eksperimental dan Pemodelan CFD).  
 Dosen Pembimbing : Novia, S.T, M.T, Ph.D.

Bubuk sekam padi 36 *mesh* ditimbang seberat  $\pm 1$  gram dan dianalisa kadar HWS (*Hot Water Soluble*), hemiselulosa, selulosa, lignin, dan abu dengan metode Chesson-Datta. Diperoleh data berat kering sebagai berikut:

**Tabel 1. Data Analisa Sampel Penelitian**

No	Sampel	Berat Sampel (gram)				
		a	b	c	d	e
1.	Sekam Padi Tanpa <i>Pretreatment</i> I (Kontrol)	1.0003	0.9088	0.6601	0.2463	0.0345
2.	<i>Acid Pretreatment</i> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )					
	a. 30 menit	1.0004	0.9096	0.7340	0.2398	0.0596
	b. 45 menit	1.0003	0.8900	0.7561	0.2091	0.0626
	c. 60 menit	1.0003	0.9058	0.8092	0.1934	0.0848
	d. 75 menit	1.0004	0.9079	0.8150	0.2001	0.0902
	e. 90 menit	1.0004	0.9081	0.8192	0.2187	0.1113
2.	<i>Alkaline Pretreatment</i> (NaOH)					
	a. 30 menit	1.0003	0.9097	0.7156	0.2079	0.0513
	b. 45 menit	1.0004	0.9103	0.7206	0.1960	0.0702
	c. 60 menit	1.0004	0.9130	0.7875	0.1677	0.0702
	d. 75 menit	1.0004	0.9223	0.8033	0.1396	0.0900
	e. 90 menit	1.0003	0.9269	0.8114	0.1355	0.0920

Keterangan:

a = Berat sampel sekam padi ( $\pm 1$  gram)

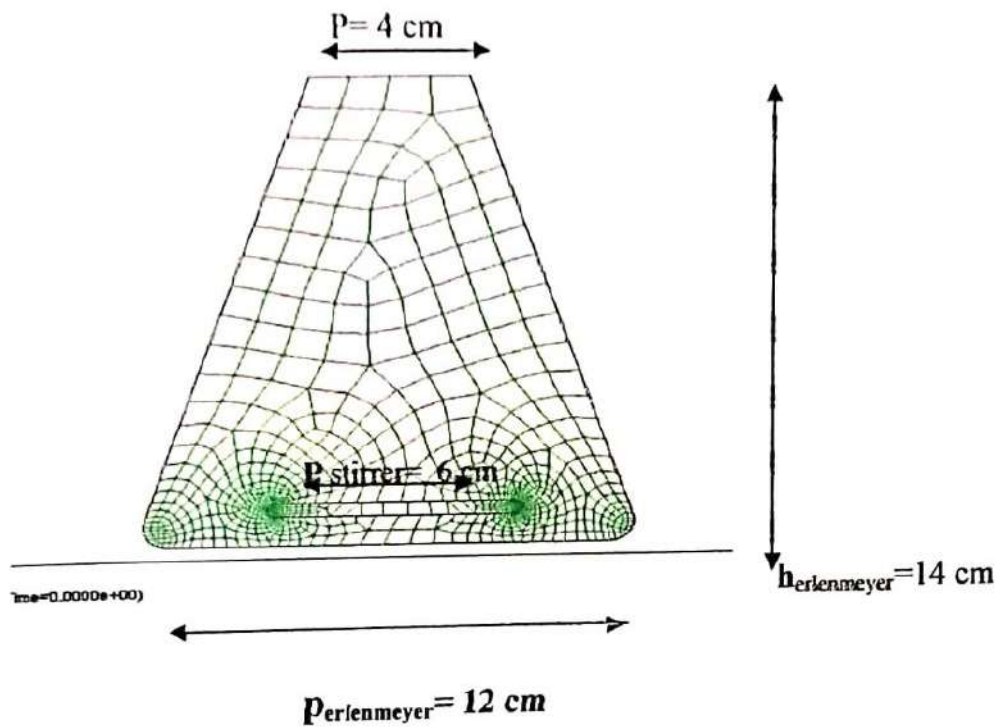
b = Berat kering residu sampel direfluks dengan air panas

c = Berat kering residu sampel setelah direfluks dengan 0,5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



**LAMPIRAN B**  
**DATA SIMULASI ANSYS**

1. **Tampilan Mesh dan Geometri**



Gambar 3. Visualisasi Meshing 2D Proses Delignifikasi

2. **Data Proses**

**Tabel 1. Boundary Condition**

Kondisi Operasi	Keterangan
Temperatur	100°C
<i>Gravitational Acceleration</i>	-9,80 (arah y)
<i>Number of Eulerian Phases</i>	2 (solid dan liquid)
k-ε (2 eqn)	<i>Standard Wall Function (Multiphase Model Dispersed)</i>
Fase Solid	Selulosa (granular, $\rho = 1500 \text{ kg/m}^3$ )
Fase Liquid	Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )