

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN KOMPETITIF
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

**OPTIMASI PENURUNAN KADAR LIGNIN PADA PROSES *ALKALINE*
DAN DILUTE ACID PRETREATMENT SEKAM PADI
(EKSPERIMENTAL DAN PEMODELAN CFD)**

Dibiayai Oleh Universitas Sriwijaya
sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Program
Penelitian Unggulan Kompetitif Tahun Anggaran 2017
No. 1012/UN9.3.1/PP2017

Ketua Peneliti: **Novia, ST, MT, PhD**

Anggota Peneliti:

1. Hermansyah, SSi, Msi, PhD
2. Asyeni Miftahul Jannah, ST, MSi



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NOVEMBER 2017

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : OPTIMASI PENURUNAN KADAR LIGNIN
PADA PROSES *ALKALINE-DILUTE ACID*
PRETREATMENT SEKAM PADI
(EKSPERIMENTAL DAN PEMODELAN CFD)
2. Bidang Penelitian : Rekayasa
3. Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Novia
- b. Jenis Kelamin : Perempuan
- c. NIP : 197311052000032003
- d. Pangkat dan Golongan : Penata Tingkat I / III-d
- e. Jabatan Struktural : -
- f. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- g. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
- h. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia
- i. Alamat Kantor : Jl. Raya Prabumulih KM 32 Inderalaya Ogan Ilir
Sumsel
- j. Telepon/Faks : 0711-580303
- k. Alamat Rumah : Jl. Poltek Lrg. Padang Kapas I no.17 Rt. 44 Rw. 03
Kel. Bukit Lama-Illir Barat I Palembang, 30139
- l. Telepon/HP/Faks/e-mail : 0711580303/081368632611/noviasumardi@yahoo.com
4. Jangka Waktu Penelitian : 1 (satu) tahun
5. Jumlah yang diajukan : Rp. 75.000.000,-

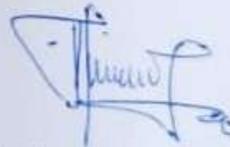
Inderalaya, 21 November 2017

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Peneliti,



Novia, ST, MT, PhD
NIP. 197311052000032003

Menyetujui

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat



I. IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Penelitian : OPTIMASI PENURUNAN KADAR LIGNIN PADA PROSES *ALKALINE-DILUTE ACID PRETREATMENT* SEKAM PADI (EKSPERIMENTAL DAN PEMODELAN CFD)

2. Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Novia, ST, MT, PhD

b. Bidang keahlian : Teknik Kimia

3. Anggota Peneliti

No	Nama dan gelar	Keahlian	Institusi	Curahan Waktu
1	Dr. Novia	Teknik Kimia	FT UNSRI	18 jam/minggu
2	Hermansyah, SSi, Msi, PhD	Mipa Kimia	FMIPA UNSRI	16 jam/minggu
3	Asyeni Miftahul Jannah, ST, MSi	Teknik Kimia	FT UNSRI	16 jam/minggu

4. Isu Strategis : Energi Terbarukan

5. Topik Penelitian : Energi

6. Obyek Penelitian : Sekam padi, lignin, CFD

7. Lokasi Penelitian : Lab Bioproses FT UNSRI-Kampus UNSRI Inderalaya

8. Hasil yang ditargetkan :
- Data kadar lignin hasil pretreatment
- Analisis kadar lignin dengan Pemodelan CFD menggunakan ANSYS FLUENT 16

9. Institusi lain yang terlibat : -

10. Sumber biaya lain : -

11. Keterangan lain : -

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
IDENTITAS PENELITIAN	iii
DAFTAR ISI	iv
ABSTRAK	v
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. STUDI PUSTAKA	9
BAB III. PETA JALAN PENELITIAN	13
BAB IV. MANFAAT PENELITIAN	19
BAB V. METODE PENELITIAN	20
BAB VI. PEMBIAYAAN	25
BAB VII. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
BAB VIII. KESIMPULAN DAN SARAN	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

ABSTRAK

Biomassa lignoselulosa yang ketersediaannya sangat berlimpah di alam, memiliki potensi besar sebagai bahan baku bioetanol. Sumatera Selatan sangat kaya akan biomassa lignoselulosa yang berasal dari limbah pertanian seperti sekam padi. Memproduksi etanol dari biomassa lignoselulosa jauh lebih sulit dibanding dari bahan baku yang berasal dari gula atau pati-patian. Hal ini dikarenakan lignin yang terdapat pada biomassa lignoselulosa dapat mengganggu hidrolisis, sehingga lignin yang terdapat pada biomassa harus dihilangkan terlebih dahulu. Pada penelitian ini dilakukan tiga rangkaian penelitian, yaitu tahap pertama proses *pretreatment* dengan lima variasi konsentrasi (1-5%) pada suhu 85°C selama 60 menit, kemudian dilanjutkan dalam *autoclave* 121 °C selama 60 menit. Tahap kedua proses optimasi dari kombinasi *pretreatment* H₂SO₄ dan NaOH terbaik (NaOH-H₂SO₄ dan H₂SO₄-NaOH) dan tahap terakhir pemodelan proses *pretreatment* untuk analisis hidrodinamika dalam memvisualisasikan proses *mixing* selama *pretreatment*. Hasil analisa komposisi sekam padi pada H₂SO₄ terbaik adalah 5% (v/v) dan NaOH terbaik adalah 5% (w/v). Keduanya memiliki kekurangan sehingga dioptimalkan melalui optimasi NaOH-H₂SO₄ dengan hasil yang diperoleh adalah 9,71% HWS; 9,59% Hemiselulosa; 65,70% Selulosa; 7,63% Lignin; 7,38% Abu. Sementara optimasi H₂SO₄-NaOH memberikan hasil paling optimal dengan 10,39% HWS; 9,27 % Hemiselulosa; 66,75% Selulosa; 6,09% Lignin; 7,51% Abu. Analisa hidrodinamika dengan *software* CFD (*Fluent Ansys 16*), menunjukkan *pretreatment* NaOH memberikan proses pencampuran yang lebih baik dibandingkan *pretreatment* dengan H₂SO₄.

Kata Kunci : *Alkaline-Acid Pretreatment*, Lignin, CFD

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini pengembangan bahan bakar nabati sebagai alternatif bahan bakar pengganti BBM telah dituangkan pemerintah melalui Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2006, tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti Bahan Bakar Minyak. Selama ini bahan bakar nabati yang dihasilkan menggunakan biomassa yang juga dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Bahan bakar nabati seperti bioetanol, masih dibuat dari bahan berpati dan bergula yang merupakan bahan pangan. Hal ini akan berdampak buruk bagi penyediaan pangan. Jika BBN terus menerus dibuat dari bahan pangan, maka akan terjadi persaingan antara penyediaan pangan dan energi.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian produksi bioetanol generasi ke-2 dari lignoselulosa. Biomassa ini sangat berlimpah sehingga memiliki potensi besar sebagai bahan baku bioetanol. Sumatera Selatan sangat kaya akan biomassa lignoselulosa baik berasal dari limbah industri kelapa sawit, limbah industri kayu, sampah organik kota, limbah industri pulp/kertas, dan limbah-limbah pertanian seperti jerami padi, ampas tebu dan tongkol jagung. Sekam padi yang dihasilkan dari limbah pertanian biasanya dibuang begitu saja oleh petani tanpa dimanfaatkan terlebih dahulu.

Sekam padi merupakan limbah biomassa lignoselulosa yang dimanfaatkan menjadi energi terbarukan. Sekam padi memiliki potensi besar untuk dikonversikan menjadi bioetanol generasi ke-dua. Karena sekam padi memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang dapat dihidrolisa menjadi gula yang bisa difermentasi menjadi bioethanol. Sekam padi memiliki kandungan selulosa 42,2 %, hemiselulosa 18,47 % dan lignin 19,4 % (Banerjee et al. 2009).

Produksi bioethanol melibatkan tahapan proses termasuk pretreatment biomassa, hydrolysis enzimatis, fermentasi dan recovery produk. Pretreatment biomassa adalah satu dari tahapan proses yang membutuhkan biaya yang paling besar (Rabelo, Filho, and Costa 2009). Tujuan pretreatment adalah untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa dan menghindari degradasi atau kehilangan karbohidrat, menghindari terbentuknya produk samping yang bisa menghambat proses hidrolisis dan fermentasi (Sun and Cheng 2002).

Peneliti terdahulu (Novia, Utami, and Windiyati 2014) menggunakan metode *pretreatment SAA (Soaking in Aqueous Ammonia)* untuk menurunkan kadar lignin pada sekam padi. Dari hasil penelitian diperoleh kadar lignin dibawah 5%. Peneliti lain (Novia, Windarti, and Rosmawati 2014) menggunakan metode ozonolisis untuk mengurangi kadar lignin jerami padi dan diperoleh kadar lignin sebesar 2,352%. Penelitian mengenai *alkaline-acid pretreatment* untuk menurunkan kadar lignin juga telah dilakukan peneliti terdahulu (Novia, Pareek, and Agustina 2017). Namun penelitian mereka tidak mengoptimasi masing-masing kondisi pretreatment (langsung menggunakan metode kombinasi), sehingga kita tidak bisa dipastikan jenis pretreatment yang paling berperan dalam penurunan kadar lignin apakah alkaline pretreatment atau acid pretreatment.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengevaluasi proses delignifikasi **alkaline dan dilute acid pretreatment serta kombinasi alkaline-dilute acid pretreatment** secara experimental dan pemodelan CFD. Untuk mendapatkan kondisi operasi yang optimum pada penelitian ini, dilakukan pemodelan matematis menggunakan CFD (Software ANSYS FLUENT 16).

TUJUAN KHUSUS

Penelitian ini memiliki tujuan khusus sebagai berikut: untuk optimasi penurunan kadar lignin pada sekam padi dengan *Alkaline Pretreatment dan Acid Pretreatment* secara eksperimen dengan pemodelan *CFD*. Untuk merealisasikan tujuan itu dilakukan usaha-usaha sebagai berikut:

1. Melakukan pretreatment lignoselulosa dengan alkaline dan larutan H_2SO_4 encer untuk mendegradasi lignin yang terkandung dalam lignoselulosa.
2. Optimasi Proses *Alkaline Pretreatment dan Acid Pretreatment* menggunakan CFD Modeling dengan software ANSYS FLUENT 16
3. Validasi hasil modeling dengan eksperimen.

Sedangkan tujuan umum penelitian ini adalah membantu meningkatkan perekonomian petani di Sumatera Selatan. Karena penelitian ini menggunakan bahan baku berupa sekam padi yang merupakan limbah hasil pertanian yang ada di Propinsi Sumatera Selatan.

URGENSI PENELITIAN

Sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk, laju pertumbuhan ekonomi, dan perkembangan industrialisasi yang semakin pesat maka kebutuhan akan energi semakin meningkat. Akibatnya ketersediaan sumber energi utama dalam negeri akan semakin

berkurang. Untuk itu perlu diupayakan mencari pengganti minyak bumi dari sumber daya energi yang ada.

Dalam pengembangannya banyak bahan bakar nabati yang dihasilkan menggunakan biomassa yang juga dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Bahan bakar nabati seperti bioetanol, masih dibuat dari bahan berpati dan bergula yang merupakan bahan pangan. Hal ini akan berdampak buruk bagi penyediaan pangan. Jika BBN terus menerus dibuat dari bahan pangan, maka akan terjadi persaingan antara penyediaan pangan dan energi. Bioetanol generasi kedua dari lignoselulosa merupakan salah satu *biofuel* yang dihasilkan sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan, sifatnya yang terbarukan dan tidak bersaing dengan bahan pangan.

Sekam padi merupakan limbah berlignoselulosa yang belum termanfaatkan secara optimal. Selama ini sekam padi hanya dibuang begitu saja oleh petani tanpa dimanfaatkan menjadi barang yang lebih berguna. Padahal sekam padi berpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan baku bioetanol. Hal ini karena sekam padi banyak mengandung selulosa dan hemiselulosa yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa yang selanjutnya dapat difermentasi menjadi bioetanol.

Memproduksi bioetanol dari biomassa lignoselulosa lebih sulit dari pada yang berasal dari gula atau pati-patian. Hal ini dikarenakan lignoselulosa tersebut sulit untuk dihidrolisis sehingga lignin yang terdapat pada biomassa harus dihilangkan terlebih dahulu. *Pretreatment* yang dapat dipakai untuk mendegradasi lignin pada penelitian ini adalah *Alkaline-Acid Pretreatment*.

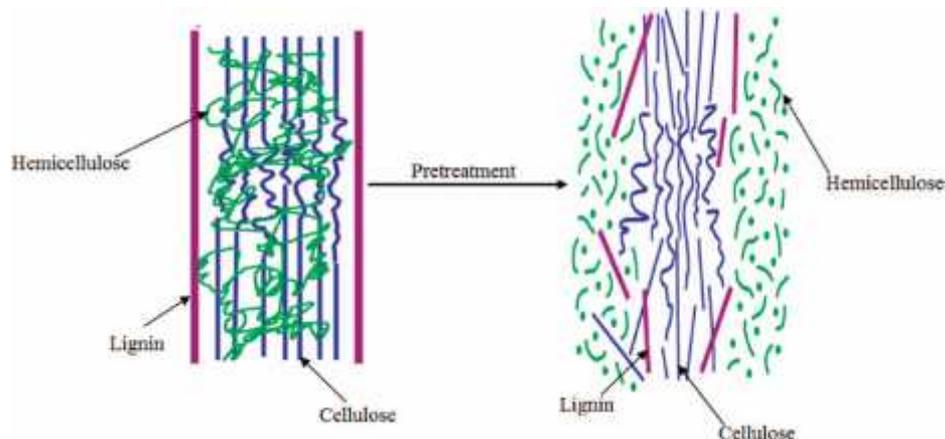
Pada penelitian ini, software ANSYS FLUENT 16 yang merupakan paket CFD, digunakan untuk mengoptimasi kandungan lignin yang ada di dalam reaktor, sehingga didapatkan kondisi operasi yang optimum.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Pretreatment Lignoselulosa

Pretreatment merupakan tahapan yang penting pada proses konversi selulosa. Untuk mendapatkan bioetanol dengan hasil yang tinggi, maka harus dilakukan pretreatment lignoselulosa biomassa sebelum dilakukan hidrolisis dan fermentasi. Tujuan utama proses pretreatment adalah memecah struktur lignin dan merusak struktur kristalin selulosa sehingga meningkatkan kemampuan enzim untuk mengakses selulosa selama tahap hidrolisis (Mosier dkk, 2005). Tanpa proses pretreatment terlebih dahulu, lignoselulosa akan sulit untuk dihidrolisis karena lignin sangat kuat melindungi selulosa. Oleh karena itu pemutusan pelindung lignin merupakan suatu keharusan sebelum dilakukan hidrolisis. Teknologi pre-treatment dapat membuang zat-zat yang secara struktur dan komposisinya dapat menghalangi proses hidrolisa sehingga memperbaiki laju hidrolisa enzim dan meningkatkan yield gula-gula yang bisa difermentasi dari selulosa atau hemiselulosa (Mosier et al. 2005). Gambar 2.2 memperlihatkan tahap pemecahan struktur lignin sehingga selulosa bisa diakses oleh enzim.



Gambar 2.1. Skema tujuan pretreatment lignoselulosa biomassa (Kumar et al. 2009).

Menurut penulis terdahulu (Sun and Cheng 2002), keberhasilan pre-treatment harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Dapat memperbaiki proses pembentukan gula atau kemampuannya untuk membentuk gula melalui proses hidrolisis
- Dapat menghindari degradasi atau hilangnya senyawa karbohidrat
- Dapat menghindari pembentukan produk samping pada saat proses hidrolisis dan fermentasi

- Dapat mengurangi biaya operasi

Metode - metode yang dapat digunakan untuk pretreatment lignoselulosa biomassa antara lain:

2.1.1 *Physical Pretreatment*

Pretreatment yang dilakukan secara fisika (*physical*) terdiri dari *milling* dan *ultrasonic pretreatment*. *Pretreatment* ini dilakukan untuk mengkondisikan agar bahan baku sesuai dengan temperatur ruang serta penggunaan energi input kurang dari 30 Kw per ton dari biomassa. Keuntungan dari *pretreatment* secara fisika adalah dapat mengurangi kandungan selulosa. Namun kerugian dari *pretreatment* jenis ini adalah konsumsi *power* yang tinggi dibandingkan dengan energi biomassa yang digunakan.

2.1.1.1. *Milling*

Milling adalah pengurangan ukuran partikel dari suatu material sangat dibutuhkan agar *handling* pada material tersebut mudah serta dapat meningkatkan rasio volume. Hal ini dapat dilakukan dengan *chipping*, penggilingan atau *grinding*. *Pretreatment* mekanik biasanya dilakukan sebelum langkah pengolahan untuk proses berikutnya, dan ukuran partikel yang diinginkan tergantung pada langkah-langkah berikutnya. Untuk pretreatment mekanik, faktor-faktor seperti biaya modal, biaya operasi, *scale up possibilities* dan penyusutan peralatan yang sangat penting (Harmsen et al. 2010).

2.1.1.2. *Ultrasonic Pretreatment*

Ultrasonic Pretreatment untuk biomassa lignoselulosa biasanya digunakan pada skala laboratorium. Metode ini digunakan untuk pengobatan lumpur dari instalasi pengolahan air limbah. Berdasarkan penelitian model komponen yang digunakan pada hidrolisis model *compound (Carboxyl Methyl Cellulose, CMC)*.

Peneliti terdahulu (Harmsen et al. 2010) menyatakan bahwa ketika suspensi selulosa disediakan dengan energi radiasi, laju reaksi hidrolisis enzimatis berikutnya meningkat sekitar 200%. Cara kerja dari *Ultrasonic Pretreatment* tidak diteliti lebih lanjut. Diasumsi bahwa cara kerjanya menggunakan prinsip ikatan hidrogen pada struktur selulosa untuk memutuskan ikatan hidrogen ini, dibutuhkan energi yang cukup yaitu sebesar 130 kJ / g CMC, yang secara signifikan lebih tinggi dari energi ikatan hidrogen 0,12 kJ / g selulosa (21 kJ / mol selulosa).

2.1.2. *Combine Chemical and Mechanical Pretreatment*

Sedangkan *Combine Chemical and Mechanical Pretreatment* terdiri dari *steam explosion*, *Ammonia Fiber Explosion Method (AFEX)*, *Ammonia Recycle Percolation Method (ARP)*, *CO₂ explosion*, *Ozonolysis* dan *Wet Oxidation (WO)*.

2.1.2.1. *Steam Explosion*

Metode *steam explosion* (uap panas) adalah metode yang cukup dikenal sebagai proses pengolahan awal material lignoselulosa (Sun and Cheng 2002). Pada metode ini, potongan-potongan biomassa diberi perlakuan dengan melewati uap jenuh bertekanan tinggi dan kemudian tekanan diturunkan dengan cepat sehingga material lignoselulosa mengalami dekomposisi eksplosif. *Steam explosion* pada umumnya diinisiasi pada temperatur 160-260 °C (tekanan 0,69-4,83 MPa) selama beberapa detik hingga beberapa menit sebelum material ditempatkan pada tekanan atmosfer. Proses ini menyebabkan terjadinya degradasi hemiselulosa dan transformasi lignin disebabkan oleh temperatur tinggi sehingga meningkatkan potensi hidrolisis selulosa (Ohgren et al. 2007).

Stream pretreatment dilakukan untuk kondisi operasi 160-260°C (0. 69-4.83MPa) yang dilakukan untuk 5-15 menit. *Pretreatment* ini menyebabkan hemiselulosa dapat terhidrolisis secara otomatis dan terbentuknya lignin. Sehingga *cost* yang diperlukan lebih ekonomis untuk limbah pertanian. Namun, dapat merusak fraksi dari *xylane* dan dapat membentuk inhibitor bagi senyawa lainnya serta kurang efektif jika digunakan untuk bahan baku berbasis *softwoods* (Verardi, 2012).

2.1.2.2. *Ammonia Fiber Explosion Method (AFEX)*

Pada proses AFEX, biomassa ditreatment dengan menggunakan amonia cair pada suhu dan tekanan tinggi. Setelah beberapa detik, tekanan akan cepat berkurang. *Ammonia Fiber Explosion Method (AFEX)* digunakan jika dikehendaki kondisi operasi pada temperatur 90°C selama 30 menit dan *ammonia* yang dapat digunakan sekitar 1-2 kg *ammonia* /kg dry biomass. AFEX dapat meningkatkan akses dari permukaan yang ada, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa. Namun *cost* dari ammonia yang digunakan sangatlah besar (Harmsen et al. 2010).

2.1.2.3. *Ammonia Recycle Percolation Method (ARP)*

Ammonia Recycle Percolation Method (ARP) digunakan untuk kondisi operasi pada temperatur 150-170°C selama 14 menit dan kecepatan fluidanya 1cm/min. ARP dapat menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa.

2.1.2.4. *CO₂ explosion*

Metode *CO₂ explosion* hampir sama dengan metode AFEX, tekanan tinggi diinjeksikan ke dalam reaktor *batch* dan kemudian dilepaskan dengan *explosive decompression*. *CO₂* yang diinjeksi tersebut akan bereaksi dengan *carbonic acid* sehingga laju hidrolisis akan meningkat. Yield dari *pretreatment* ini lebih kecil daripada metode AFEX dan *steam explosion* namun laju hidrolisis dengan *CO₂ explosion* lebih cepat (Harmsen P. H., 2010).

CO₂ explosion digunakan pada kondisi operasi 5,62 Mpa selama 90 menit pada 50 °C dan berada di bawah kondisi supercritical dari karbon dioksida tersebut. CO₂ explosion tidak menghasilkan inhibitor selama proses berlangsung. Namun metode ini tidak sesuai digunakan untuk biomassa yang memiliki kandungan lignin yang sangat tinggi.

2.1.2.5. Ozonolysis

Ozonolysis dapat digunakan untuk kondisi operasi yang berada pada temperatur ruangan. Pretreatment ini dapat mengurangi kandungan lignin tanpa menghasilkan residu yang bersifat toksik. Namun penggunaan ozon pada metode ini menyebabkan biaya yang harus dikeluarkan menjadi sangat mahal. Peneliti terdahulu (Novia, Windarti, and Rosmawati 2014) telah menggunakan Ozonolysis Pretreatment untuk menghilangkan kandungan lignin pada jerami padi. Penelitian mereka berhasil menurunkan kadar lignin sebesar 2,36 %.

2.1.2.5. Wet Oxidation

Wet Oxidation (WO) yang dapat digunakan jika dikehendaki kondisi operasi 148-200°C selama 30 menit. WO efisien untuk menghilangkan lignin, namun cenderung untuk membentuk inhibitor walaupun kemungkinannya rendah. Selain itu penggunaan oksigen menyebabkan biaya yang dikeluarkan menjadi tinggi. Beberapa peneliti terdahulu telah menggunakan metode ini (Banerjee et al. 2009; Haagenzen et al. 2009; Thomsen et al. 2008)

2.1.3. Biological Pretreatment

Pretreatment secara biologis (*biological*) menggunakan beberapa *fungi* dalam prosesnya. Pretreatment secara biologis dapat mendegradasi ligin dan hemiselulosa dengan penggunaan energi yang rendah. Laju hidrolisa jika menggunakan *biological pretreatment* sangat rendah. Oleh karena itu, *pretreatment* membutuhkan waktu tinggal yang lama (Harmsen P. H., 2010).

2.1.4. Electrical Pretreatment

Pretreatment secara *electrical* memanfaatkan tegangan sebesar 5-20 kV/cm dan digunakan untuk kondisi ambient. Keuntungan dari *pretreatment* ini adalah peralatan yang digunakan relatif sederhana. Namun proses ini masih dalam tahap penelitian lebih lanjut lagi (Verardi, 2012).

2.1.5. Chemical Pretreatment

Pretreatment secara kimia (*chemical*) terdiri dari *pretreatment* dengan menggunakan alkalin, larutan asam, pelarut organik dan kombinasi antara alkalin-asam.

2.1.5.1. *Acid Pretreatment*

Pretreatment menggunakan larutan asam dikondisikan untuk temperatur lebih dari 160° dan terajadi pada proses yang bersifat *continuous* dan untuk temperatur kurang dari 160° bila proses yang terjadi *batch*. *Pretreatment* menggunakan larutan asam dapat menghidrolisis hemiselulosa menjadi *xylose* atau bentuk gula lainnya.

2.1.5.2. *Alkaline Pretreatment*

Sedangkan *pretreatment* dengan menggunakan alkalin dapt dilakukan untuk kondisi operasi yang berada pada temperatur rendah. Selain itu, *pretreatment* menggunakan pelarut organik digunakan untuk kondisi operasi 150-200 °C dengan atau tanpa penambahan katalis. *Pretreatment* jenis ini efektif untuk menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa namun biaya yang dikeluarkan tinggi jika terjadi *solvent recovery* (Verardi, 2012).

2.1.5.3. *Organic Solvent Pretreatment*

Organic Solvent Pretreatment menggunakan pelarut organik atau campuran antara pelarut organik dengan air untuk menghilangkan kandungan lignin sbelum dilakukan hidrolisis secara enzimatik. Beberapa pelarut organik yang umum digunakan adalah etanol, metanol, aseton, dan etilen glikol. Suhu yang digunakan untuk proses ini mencapai 200 ° C, tetapi suhu yang lebih rendah dapat digunakan tetapi tergantung pada jenis biomassa dan penggunaan katalis. Katalis yang mungkin digunakan adalah asam anorganik atau organik.

Pelarut tersebut dapat menjadi inhibitor untuk hidrolisis enzimatik dan proses fermentasi. Oleh karena itu, pelarut harus dihilangkan sebagian sebelum proses fermentasi selanjutnya. Penghilangan dan *recovery* dari pelarut dibutuhkan untuk mengurangi biaya dan dampak lingkungan juga.

Manfaat *Organic Solvent Pretreatment* meliputi:

- Lignin yang dihasilkan berkualitas tinggi, sehingga lignin tersebut dapat diaplikasikan pada proses kimia lainnya.
- Berpotensi menurunkan biaya enzim dengan cara melakukan pemisahan lignin sebelum hidrolisis enzimatik dari fraksi selulosa. Selain itu meningkatkan aksesibilitas dari serat selulosa, juga penyerapan enzim selulase untuk lignin dapt diminimalkan dengan penghilangan lignin terlebih dahulu (Harmsen P. H., 2010).

2.1.5.4. *Alkaline-Acid Pretreatment*

Pada penelitian ini, penulis menggunakan *alkaline pretreatment* dan *acid pretreatment* serta gabungan dari kedua *pretreatment* (*Alkaline-Acid Pretreatment*). *Pretreatment* alkali merupakan salah satu dari beberapa teknologi *pretreatment* kimia yang telah diteliti secara intensif. Perlakuan awal ini menggunakan berbagai reagen basa

termasuk natrium hidroksida, kalsium hidroksida, kalium hidroksida, amonia berair, amonia hidroksida, dan natrium hidroksida dalam kombinasi dengan hidrogen peroksida. Secara mekanis, alkali diyakini membelah hubungan terhidrolisa di lignin dan obligasi glikosidik polisakarida, yang menyebabkan penurunan derajat polimerisasi dan kristalinitas, pembengkakan serat, serta gangguan struktur lignin.

Selain itu, saponifikasi alkalin berhubungan dengan asetil dan ester *uronic* juga meningkatkan aksesibilitas enzimatik dari polisakarida. Efektivitas *pretreatment* alkali tergantung pada struktur dan kimia fisik komposisi substrat serta kondisi pengobatan. Secara umum, alkali *pretreatment* lebih efektif pada kayu, tanaman herba, dan residu pertanian yang memiliki kandungan lignin yang lebih rendah, dari pada substrat seperti kayu lunak, yang mengandung jumlah tinggi lignin.

Pada *pretreatment* menggunakan asam, asam dapat menghidrolisis dinding sel tanaman, terutama komponen hemiselulosa. H_2SO_4 , HNO_3 , dan HCl biasanya digunakan untuk *pretreatment* asam dalam wujud encer. Hemiselulosa dilarutkan dan dapat dikonversi ke *xylose*, monomer, dalam media asam, dan *xylose* yang kemudian dapat *overdegraded* dalam lingkungan asam kuat. Meskipun glukosa dan *xylose* dapat menghasilkan produk berbasis biokimia, tetapi dapat juga *overdegraded* dan diubah oleh produk seperti *furfural* dan *hydroxy-methyl-furfural* (HMF). Oleh karena itu, dalam rangka mencapai hidrolisis selektif menggunakan reagen asam, konsentrasi asam yang tepat, suhu reaksi, dan faktor-faktor penting lainnya harus ditentukan dalam suatu eksperimen (Harmsen P. H., 2010).

2.2 Sekam Padi



Gambar 2.1. Sekam Padi

Komposisi dari sekam padi terdiri atas selulosa, pentosa dan lignin, dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 2.1. Komposisi Sekam Padi

Komposisi	Persentase (%)
Selulosa	31,12
Hemiselulosa	22,48
Lignin	22,34
Mineral Ash	13,87
Water	7,86
Extractives	2,33

Sumber: (Senthil Kumar et al. 2010).

2.1.1. Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama biomassa lignoselulosa yang dapat dihidrolisis menjadi monomer glukosa untuk konversi bahan bakar nabati. Selulosa merupakan polimer linear dari unit-unit glukosa yang dihubungkan dengan ikatan β -(1,4)-glikosidik. Derajat polimerisasi komponen ini bervariasi dari 300 hingga 15000. Ikatan hidrogen intra-dan-inter-molekular pada struktur selulosa membentuk daerah kristalin yang menghambat akses enzim selama proses hidrolisis. Rantai polimer lurus ini membentuk lembaran-lembaran yang disebabkan oleh ikatan hidrogen yang kuat (Palmqvist 2014). Agregat dari lembaran yang akan membentuk serat selulosa (Palmqvist 2014).

Selulosa merupakan material higroskopis yang mampu menyerap 8-14% air pada kondisi normal atmosferik (20 °C, 60% humiditas relatif). Selulosa larut dalam air dan larutan asam encer pada temperatur rendah. Selulosa juga dapat larut dalam larutan asam pekat akan tetapi dapat menyebabkan degradasi polimer selulosa. Selulosa tidak meleleh karena temperatur akan tetapi mengalami dekomposisi yakni pada temperatur 180 °C (Harmsen et al. 2010).

2.1.2. Lignin

Lignin adalah senyawa polimer hidrofobik yang tersusun dari unit-unit *phenylpropane*. Komponen ini mengisi ruang di antara selulosa dan hemiselulosa pada dinding sel. Karbohidrat (hemiselulosa dan selulosa) dan lignin terikat secara kovalen membentuk kompleks lignin-hemiselulosa. Pada proses hidrolisis, lignin merupakan komponen yang menghalangi terjadinya kontak langsung antara enzim dengan struktur selulosa. Hal itu disebabkan karena posisi lignin pada dinding sel tumbuhan mengelilingi matriks selulosa dan hemiselulosa sehingga terdapat *barrier* di antara enzim dengan selulosa maupun hemiselulosa.

Senyawa kimia yang kerap ditemukan pada struktur lignin adalah *p-coumaryl alcohol*, *coniferyl alcohol* dan *sinapyl alcohol*. Pada tumbuhan tingkat tinggi, khususnya pada tumbuhan *gymnospermae* (*softwood*), kandungan *coniferyl alcohol*-nya mencapai 90% dan

sisanya merupakan unit alkohol *p-coumaryl*. Berbeda dengan *softwood, hardwood* memiliki kandungan senyawa kimia pada lignin yang lebih variatif (Harmsen et al. 2010). Lignin memegang peranan penting dalam ketahanan dan perkembangan sel karena komponen ini memengaruhi transportasi air, nutrisi, dan metabolit di dalam sel tumbuhan (Harmsen et al. 2010).

2.1.3. Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polisakarida terbesar kedua yang terkandung di dalam biomassa lignoselulosa. Komponen tersebut berikatan dengan lignin melalui ikatan kovalen. Berbeda dengan selulosa yang merupakan polisakarida homogen, hemiselulosa merupakan polisakarida heterogen yang tersusun atas polimer pentosa (*xylose* dan *arabinose*), heksosa (glukosa, galaktosa dan mannose) dan asam gula seperti asam D-glukuronat, asam 4-O-metil-D-glukuronat dan asam D-galakturonat. Derajat polimerisasi hemiselulosa pada umumnya berkisar 200. Komposisi dan struktur hemiselulosa bervariasi tergantung pada spesiesnya. *Xylan* merupakan komponen utama hemiselulosa pada rumput-rumputan dan *hardwood*, sementara glukomannan merupakan komponen hemiselulosa yang dominan terdapat pada *softwood*.

Hemiselulosa merupakan komponen amorf dan hidrofilik sehingga hidrolisis komponen ini dapat dilakukan dengan mudah melalui perlakuan kimia dan hidrolisis enzimatis. Hemiselulosa dapat larut dalam air pada temperatur rendah. Hidrolisis polimer ini dimulai pada temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan selulosa. Kehadiran asam dapat meningkatkan solubilitas hemiselulosa di dalam air. Aspek penting dari struktur dan komposisi hemiselulosa adalah kurangnya struktur kristalin, yang umumnya disebabkan oleh struktur cabang yang banyak dan kehadiran gugus asetil yang terhubung dengan rantai polimer (Harmsen et al. 2010).

2.3 CFD Modeling

Untuk mendapatkan kondisi operasi proses Ozonolysis–SSF Dan Acid Pretreatment–SSF yang optimum diperlukan pemodelan matematis. Pada penelitian ini, pemodelan matematis kedua proses tersebut menggunakan software Fluent 6.3, yang merupakan paket CFD (*Computational Fluid Dynamic*).

Computational fluid dynamics (CFD) menyediakan penyelesaian numeris persamaan-persamaan konservasi massa, momentum, energi serta persamaan-persamaan pendukung seperti persamaan untuk turbulensi, reaksi kimia dll. Persamaan-persamaan ini diselesaikan secara numeris menggunakan metode finite volume untuk memperoleh penyelesaian aproksimasi.

Aplikasi CFD pada peralatan proses terdiri dari beberapa tahap (Versteeg, H. K. and Malalasekera 1995)

- Tahap pertama: permasalahan aliran digambarkan dalam fenomena fisika dan kimia.
- Tahap kedua: konsepsualisasi geometri aliran yang sesuai dengan proses.
- Tahap ketiga: *the discretization of the computational domain* untuk membuat penyelesaian numeris yang berhubungan dengan persamaan differensial parsial. Hal ini didefinisikan sebagai *mesh (grid) generation*.
- Tahap keempat: penyelesaian numeris persamaan diferensial parsial.
- Tahap kelima: memvisualisasikan beberapa variabel penyelesaian dalam *computational domain*.

FLUENT 6.3 dapat memodelkan aliran multifasa, perpindahan panas dan kinetika reaksi dalam geometri yang kompleks. Software *Fluent 6.3* mempunyai tiga bagian yaitu: (ANSYS 2008)

Pre-processor

Pre-processor akan mengkonstruksi dan mendiskretisasi geometri dari computational domain dan mendefinisikan tipe-tipe boundary dari geometri yang dikonstruksi. Dalam software *Fluent*, pre-processor ini dinamakan dengan *GAMBIT*. Pada pre-processor ini kita bisa membuat geometri, mesh geometry dan mendefinisikan tipe-tipe boundary.

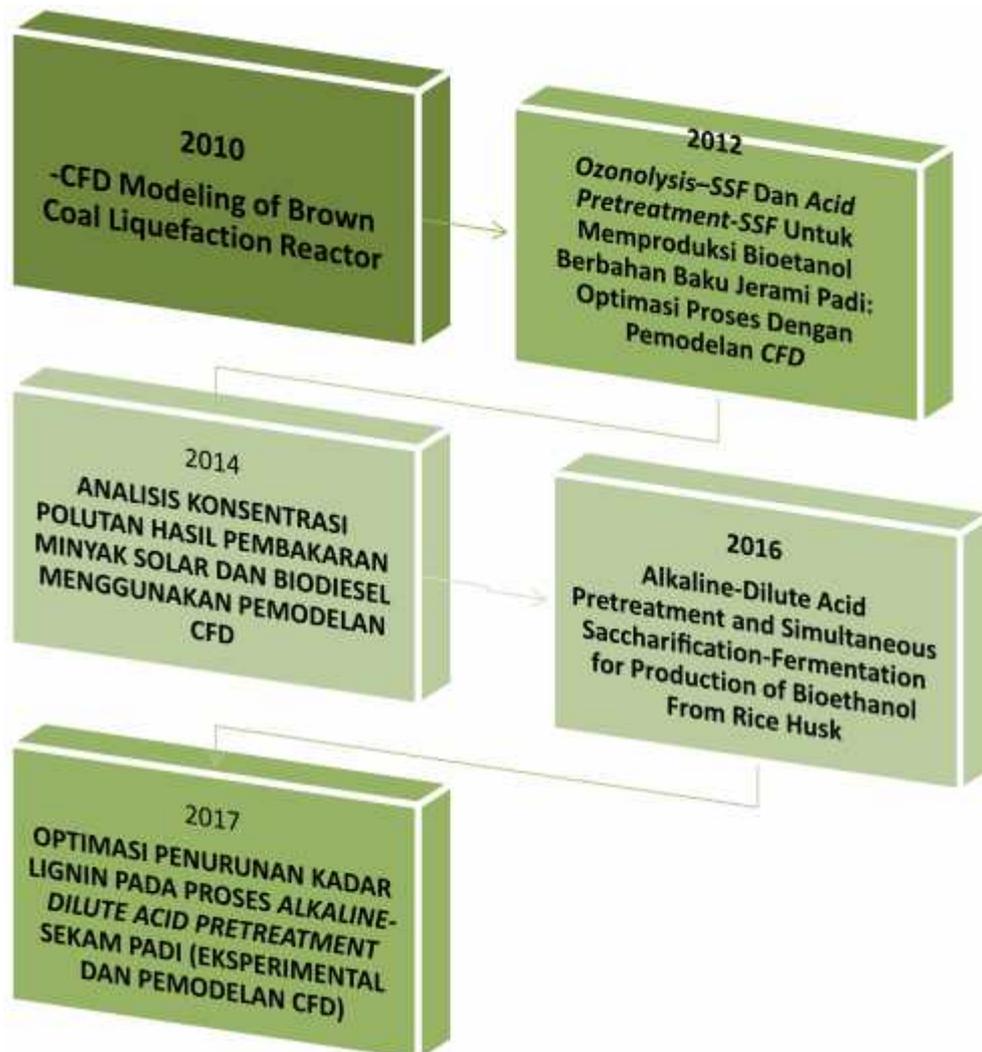
Solver

Solver menyelesaikan persamaan-persamaan differensial menggunakan metode finite volume

Post-processor

Post-processor disediakan untuk memvisualisasikan data seperti geometri, *vector plot*, *contour plot*, dalam dua-dimensi atau tiga-dimensi.

BAB III
PETA JALAN PENELITIAN



Gambar 1. Peta Jalan Penelitian

BAB IV

MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian ini nantinya akan bermanfaat :

- a. Bagi petani dapat memanfaatkan limbah hasil pertanian berupa sekam padi menjadi barang yang lebih bermanfaat sehingga dapat meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan.
- b. Bagi peneliti lebih akan berkembang dengan pemanfaatan teknologi pretreatment sehingga menghasilkan bahan bakar nabati seperti bioethanol.
- c. Bagi perguruan tinggi hasil penelitian ini bisa dijadikan referensi dalam bekerja sama di bidang penelitian dengan instansi terkait.

BAB V

METODE PENELITIAN

5.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboraturium Bioproses Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei s.d. Desember 2017.

5.2 Alat

5.2.1 Proses Penghalusan Sekam Padi

- a) Crusher
- b) Ayakan

5.2.2 Proses *Alkaline Treatment*

- a) Erlenmeyer 1000 ml
- b) Neraca Digital
- c) *Waterbath*
- d) Gelas Ukur
- e) *Beaker glass*
- f) Pipet tetes
- g) *pH Universal*
- h) *Oven*

5.2.3 Proses *Acid Treatment*

- a) Erlenmeyer 1000 ml
- b) *Autoclave*
- c) Gelas Ukur
- d) *Beaker glass*
- e) Pipet tetes
- f) *pH Universal*
- g) *Oven*

5.3 Bahan

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan antara lain:

- a) Sekam Padi
- b) H_2SO_4
- c) NaOH

5.4 Prosedur Penelitian

5.4.1 Pembuatan Sampel

a) Pengadaan Bahan Baku

Sekam padi diambil dari Sungai Lais Kabupaten Musi Banyuasin kemudian dibawa ke Laboratorium Bioproses untuk diteliti kemudian dihaluskan dengan *crusher* hingga menjadi serbuk.

b) *Alkaline Pretreatment*

1. Serbuk sekam padi di timbang 70 gr, lalu dimasukkan kedalam Erlenmeyer berukuran 1000 ml
2. Kemudian ditambahkan larutan NaOH 700 ml pada variasi konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% kemudian diinkubasi kedalam *waterbath* pada suhu 85°C selama 1 jam
3. Sampel disaring dan dicuci hingga pH netral, kemudian dikeringkan.
4. Setelah itu, sampel dianalisa kadar lignin, dan selulosa.

c) *Acid Pretreatment*

1. Serbuk sekam padi di timbang 70 gr, lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 1000 ml.
2. Ditambahkan larutan H₂SO₄ sebanyak 200 ml dengan variasi konsentrasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% tutup rapat dengan aluminium foil.
3. Sampel dipanaskan pada *autoclave* pada suhu 121°C selama 60 menit.
4. Bubur sekam padi disaring untuk memisahkan airnya sehingga tersisa seluligninnya, lalu tambahkan 100 ml NaOH 4% kedalam sampel dan tutup rapat erlenmeyer, selanjutnya panaskan kembali pada suhu 121°C selama 30 menit.
5. Kemudian dicuci sampai netral dan dikeringkan.

d) Setelah itu, sampel dianalisa kadar lignin, dan selulosa.

e) *Alkaline-Acid Pretreatment*

1. Sekam padi yang telah diberi perlakuan *alkaline pretreatment* (dengan konsentrasi NaOH yang digunakan adalah yang paling optimal menurunkan kadar lignin di tahap a), dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 1000 ml.
2. Ditambahkan larutan H₂SO₄ sebanyak 200 ml (konsentrasi yang digunakan adalah yang paling optimal menurunkan kadar lignin ditahap b), tutup rapat dengan aluminium foil.
3. Sampel dipanaskan pada *autoclave* pada suhu 121°C selama 60 menit.
4. Bubur sekam padi disaring untuk memisahkan airnya sehingga tersisa seluligninnya, lalu tambahkan 100 ml NaOH 4% kedalam sampel dan tutup rapat erlenmeyer, selanjutnya panaskan kembali pada suhu 121°C selama 30 menit.
5. Kemudian dicuci sampai netral dan dikeringkan.
6. Setelah itu, sampel dianalisa kadar lignin, dan selulosa.

5.4.2 Analisa

5.4.2.1 Analisa Kadar Lignin Bahan Baku

Lignin dan karbohidrat yang terkandung di dalam bahan baku (baik yang belum *dipretreatment* maupun sudah *dipretreatment*) dianalisa dengan menggunakan metode Kappa.

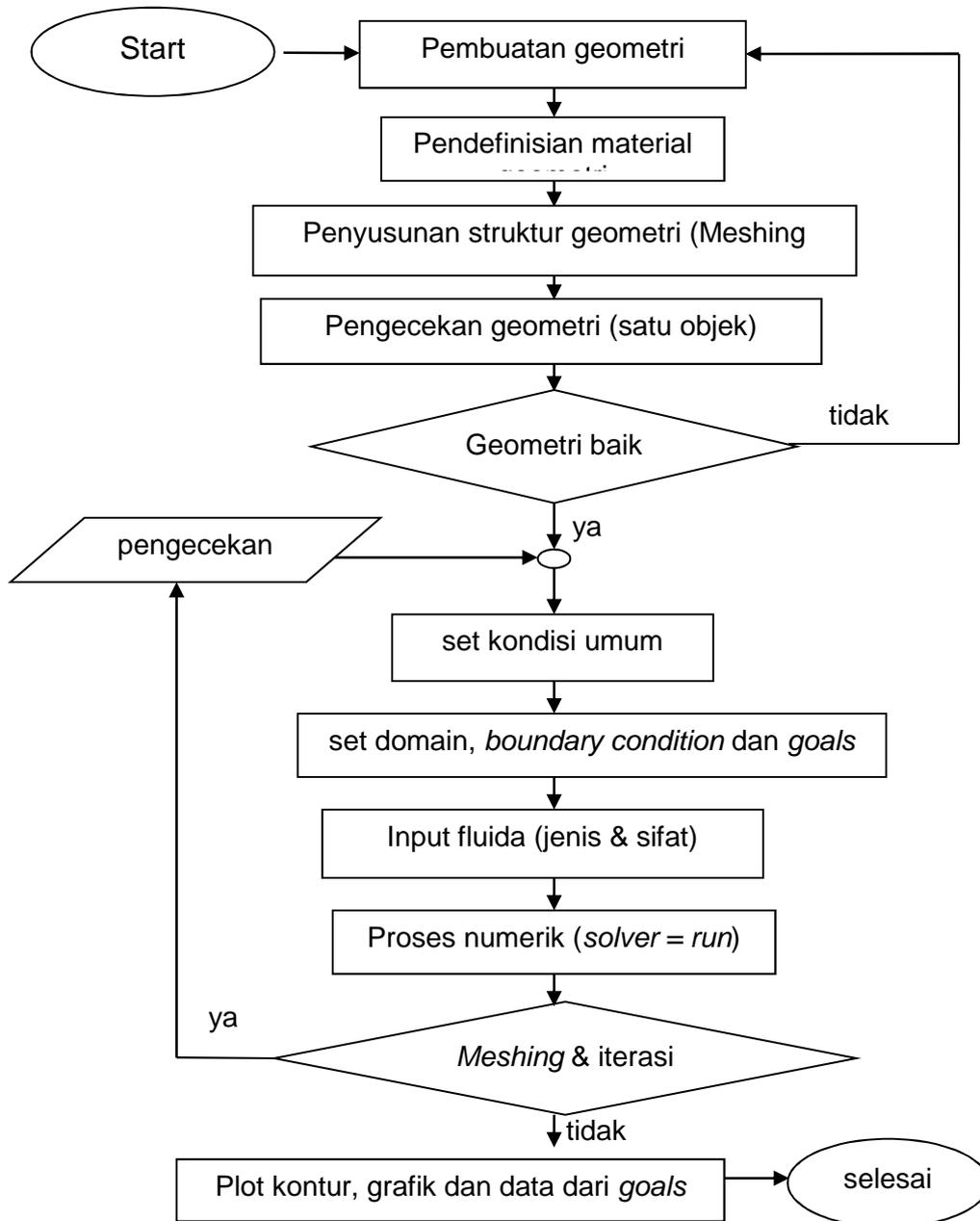
a) Prosedur Analisa Kadar Lignin

1. Kondisikan contoh uji dalam udara terbuka dekat timbangan tidak kurang dari 20 menit sebelum melakukan penimbangan.
2. Timbang 3 g atau 4 g contoh dengan ketelitian 0,001 g, masukkan ke dalam gelas piala. Tambahkan 500 mL air suling, kemudian diuraikan dengan disintegrator atau blender sampai serat-serat terurai. Banyaknya contoh kira-kira akan memakai 50 % larutan kalium permanganat. Pemakaian kalium permanganat harus diantara 30 % dan 70 %.
3. Pindahkan contoh yang telah terurai ke dalam gelas piala 2000 mL dan bilas gelas piala dengan air suling secukupnya sampai mencapai jumlah 795 mL. Suhu air suling harus $(25,0 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$.
4. Letakkan gelas piala dalam penangas air bersuhu $(25,0 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$ dan aduk perlahan menggunakan *magnetic stirrer* selama berlangsungnya reaksi.
5. Pipet $(100,0 \pm 0,1)$ mL larutan kalium permanganat $(0,1000 \pm 0,0005)$ N dan 100 mL larutan asam sulfat 4,0 N masukkan ke dalam gelas piala 250 mL. Letakkan gelas piala dalam penangas air $25 ^\circ\text{C}$.
6. Tambahkan campuran larutan kalium permanganat dan asam sulfat ke dalam gelas piala yang berisi contoh. Bilas gelas piala dengan air suling jangan lebih dari 5 mL, masukkan air pembilas ke dalam gelas piala. Jumlah volume harus (1000 ± 5) mL. Biarkan reaksi berlangsung selama 10 menit.
7. Setelah 10 menit, tambahkan larutan kalium iodida 1,0 N sebanyak 20 mL.
8. Lakukan titrasi dengan larutan natrium thiosulfat 0,2 N setelah terbentuk iodium bebas (timbul warna kuning). Sebagai indikator tambahkan beberapa tetes larutan amilum, sampai timbul warna biru, lanjutkan titrasi sampai warna biru hilang. Catat pemakaian larutan natrium thiosulfat sebagai a ml.
9. Kerjakan blanko seperti pada nomor 2 sampai dengan nomor 8 tanpa menggunakan sekam padi. Catat pemakaian larutan natrium thiosulfat dalam titrasi blanko sebagai b ml.

5.4.2.2 Analisa Kadar Selulosa dan Hemiselulosa Bahan Baku

1. Sebanyak 1 gram sekam padi (a) dimasukkan dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambah *aquadest* 150 ml kemudian di reflux selama 1 jam.
2. Saring dan cuci dengan *aquadest*, kemudian residu dikeringkan hingga beratnya konstan (b).
3. Residu kering (b) dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml ditambah 150 ml H₂SO₄ 1N, kemudian di reflux selama 1 jam.
4. Lakukan penyaringan dan residu dicuci dengan *aquadest* sampai netral kemudian residu dikeringkan hingga beratnya konstan dan ditimbang (c).
5. Selanjutnya residu kering (c) dimasukkan lagi ke dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 10 ml H₂SO₄ 72%. Direndam, selama 4 jam pada suhu kamar kemudian ditambahkan 150 ml H₂SO₄ 1 N dan di reflux selama 1 jam.
6. Residu kemudian dicuci dengan *aquadest* hingga netral dan dikeringkan pada oven bersuhu 105°C lalu ditimbang (d).

5.4.3 Pemodelan CFD Menggunakan ANSYS FLUENT 16



Gambar 5.1. Diagram alir tahapan dalam penggunaan CFD.

BAB VI
PEMBIAYAAN

I. BUDGETING FOR YEAR 2017						

A. Material, supporting instruments and analysis

No	Material	Information	Unit	Amount	Unit Price (IDR)	Total Price (IDR)
1	H2SO4	Acid pretreatment	Liter	0.5	6,006,000	3,003,000
2	Aquadest	Pretreatment	Liter	100	5,000	500,000
3	NaOH	Alkaline Pretreatment	Liter	2	780,000	1,560,000
4	Potassium Iodide	Determination of Kappa Number	Kg	1	5,520,000	5,520,000
5	KOH	Determination of glucose levels	Kg	1	1,022,400	1,022,400
6	Filter paper Whatman 42	To filter	Box	2	300,000	600,000
7	Acetone	Reactor washer	Liter	10	180,000	1,800,000
8	Papers	Preparing reports and publications manuscript	Rim	2	45,600	91,200
9	Printer ink	Preparing reports and publications manuscript	Box	1	204,000	204,000
10	SEM	Analysis of lignin	Sample	25	300,000	7,500,000
11	CFD (ANSYS FLUENT 16) License	CFD Modeling	License	1	36,000,000	36,000,000
	Total A					57,800,600

B. Transportation

No	City/place of destination	Volume	Cost per Unit (IDR)	Total Price (IDR)
1	Within Palembang Transportation	10	100,000	1,000,000
2	Palembang-Jakarta	2	500,000	1,000,000
3	Accomodation	3	450,000	1,350,000
4	Lumpsum	3	450,000	1,350,000
5	Registrasi Seminar	1	3,500,000	3,500,000
6	Biaya Sampling Data	2	500,000	1,000,000
	Total B			9,200,000

C. PUBLICATION, ETC				
No	Activities	Volume	Cost per Unit (IDR)	Total Price (IDR)
1	International Journal	1	8,000,000	8,000,000
	Total C			8,000,000
Total Biaya penelitian: IDR		75,000,600		
(Tujuh Puluh Lima Juta Enam Ratus Rupiahs)				

BAB VII

HASIL DAN PEMBAHASAN

7.1. Data Hasil Penelitian

Tabel 7.1. Data Hasil 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>					
	a. 1 % (v/v)	1.0004	0.9096	0.7340	0.2398	0.0596
	b. 2 % (v/v)	1.0003	0.8900	0.7561	0.2091	0.0626
	c. 3 % (v/v)	1.0003	0.9058	0.8092	0.1934	0.0848
	d. 4 % (v/v)	1.0004	0.9079	0.8150	0.2001	0.0902
	e. 5 % (v/v)	1.0004	0.9081	0.8192	0.2187	0.1113
2.	<i>Alkaline Pretreatment</i>					
	a. 1 % (w/v)	1.0003	0.9097	0.7156	0.2079	0.0513
	b. 2 % (w/v)	1.0004	0.9103	0.7206	0.1960	0.0702
	c. 3 % (w/v)	1.0004	0.9130	0.7875	0.1677	0.0702
	d. 4 % (w/v)	1.0004	0.9223	0.8033	0.1396	0.0900
	e. 5 % (w/v)	1.0003	0.9269	0.8114	0.1355	0.0920
3.	Kombinasi (<i>Alkaline-Acid Pretreatment</i>) 5% NaOH + 5% H ₂ SO ₄	1.0004	0.9033	0.8074	0.1501	0.0738
4.	Kombinasi (<i>Acid-Alkaline Pretreatment</i>) 5% H ₂ SO ₄ + 5% NaOH	1.0003	0.8964	0.8037	0.1360	0.0751

Keterangan:

a = Berat sampel sekam padi (± 1 gram).

b = Berat kering residu sampel direfluk dengan air panas.

c = Berat kering residu sampel setelah direfluk dengan 0,5 M H₂SO₄.

d = Berat kering residu sampel setelah diperlakukan dengan 72% v/v H₂SO₄.

e = Berat abu dari residu sampel.

7.2. Data Hasil Analisa

Bubuk sekam padi yang telah dihaluskan kemudian ditimbang seberat 1 gram dan dianalisa kadar HWS (*Hot Water Soluble*), hemiselulosa, selulosa, lignin, dan abu dengan metode Chesson-Datta. Adapun hasil dari analisa menggunakan metode Chesson-Datta ditampilkan pada tabel 7.1.

Tabel 7.2. Data Hasil Analisa Sampel Penelitian

Hasil Analisa						
No	Sampel	% Lignin	% Selulos a	% Hemi Seulosa	% Abu	% HWS
1.	Sekam Padi Tanpa <i>Pretreatment</i> (Kontrol)	21,17	41.37	24.86	3.45	9.15
2.	<i>Acid Pretreatment</i>					
	a. 1 %(v/v)					
	b. 2 %(v/v)	18,01	49,40	17,55	5.96	9,08
	c. 3 %(v/v)	14,65	54,68	13,39	6.26	11.03
	d. 4 %(v/v)					
	e. 5 %(v/v)	10,86	61,56	9,66	8.48	9,45
		10,99	61,47	9,29	9,02	9,25
		10,74	60,03	8,89	11,13	9,23
3.	<i>Alkaline Pretreatment</i>					
	a. 1 %(w/v)	15,66	50,75	19,40	5.13	9.06
	b. 2 %(w/v)					
	c. 3 %(w/v)	12,57	52,44	18,96	7,02	9,01
	d. 4 %(w/v)	9,75	61,96	12,54	7,02	8,74
	e. 5 %(w/v)					
		4,96	66,34	11,90	9,00	7,81
		4,35	67,57	11,55	9,20	7,34
4.	<i>Alkaline-Acid Pretreatment</i>					
	5% NaOH + 5% H ₂ SO ₄	7,63	65,70	9,59	7,38	9,71

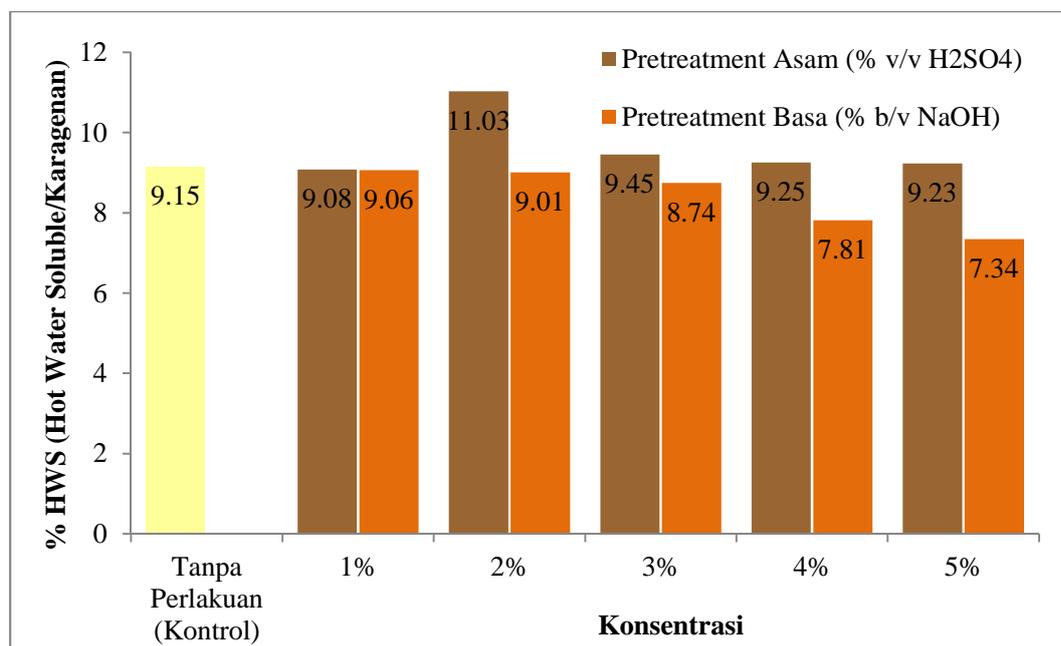
5. *Acid-Alkaline Pretreatment*

5% H₂SO₄ + 5% NaOH

6,09 66,75 9,27 7,51 10,39

7.3. **Pembahasan Hasil Eksperimental**

7.3.1. **Pengaruh Pretreatment Terhadap Kadar HWS Sekam Padi**



Gambar 7.1. Pengaruh *Pretreatment* Asam (H₂SO₄) dan *Pretreatment* Basa (NaOH) pada masing-masing konsentrasi 1-5% terhadap Kadar HWS Sekam Padi

Kandungan HWS (*Hot Water Soluble*) menunjukkan banyaknya polisakarida yang diekstraksi dari sekam padi seperti pektin dan oligosakarida. Apabila senyawa ini banyak terkandung dalam sekam padi, maka ketika dilakukan hidrolisis pada sekam padi akan bereaksi membentuk senyawa lain yang dapat mejadi inhibitor untuk proses produksi selanjutnya (seperti dalam produksi bioethanol). Dari grafik diketahui bahwa kadar HWS pada sekam padi tanpa *pretreatment* sebesar 9,15%.

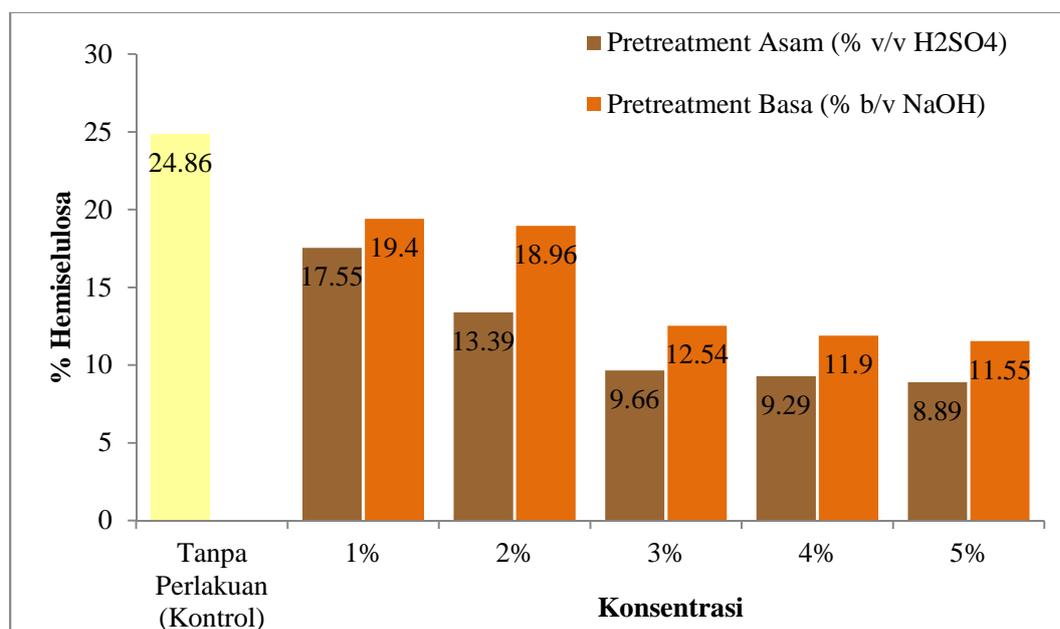
Pretreatment asam (H₂SO₄) memiliki rata-rata kadar HWS lebih tinggi sebesar 9,61% dibandingkan *pretreatment* basa (NaOH) hanya sebesar 8,39%. Hal ini mengindikasikan bahwa *pretreatment* dengan NaOH menghasilkan senyawa inhibitor yang lebih tinggi dibandingkan *pretreatment* H₂SO₄, karena NaOH lebih reaktif (cenderung bereaksi) dengan oligosakarida. Oleh karena itu ketika dianalisa dengan *hot water*, banyak

pektin dan oligosakarida teremulsi (tidak terekstraksi), sementara ketika dengan H_2SO_4 cenderung melarut (terekstraksi).

Pada *pretreatment* asam, kadar HWS tertinggi pada konsentrasi 2% (v/v). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 2% adalah kondisi terbaik untuk mengekstrak pektin dan oligosakarida sehingga pembentukan inhibitor paling minimum. Namun, pada konsentrasi asam sulfat lebih tinggi (3-5%), kadar HWS menurun seiring bertambahnya konsentrasi. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 3-5% terjadi penurunan ekstraksi pektin dan oligosakarida. Penurunan ini dikarenakan H_2SO_4 bereaksi dengan senyawa polisakarida membentuk emulsi, artinya asam sulfat pada konsentrasi yang cukup tinggi (3-5%) akan cenderung membentuk inhibitor yang tinggi dibandingkan asam sulfat encer (1-2%).

Berbeda dengan *pretreatment* basa dengan NaOH, semakin tinggi konsentrasi maka kadar HWS semakin rendah (menurun). Konsentrasi terbaik menghasilkan kadar HWS terbesar adalah pada konsentrasi 1% (w/v) sebesar 9,06%. Hal ini menunjukkan pada konsentrasi 1-5% (w/v) *pretreatment* dengan NaOH mampu mengekstrak senyawa dalam jumlah kecil.

7.3.2. Pengaruh *Pretreatment* Terhadap Kadar Hemiselulosa Sekam Padi



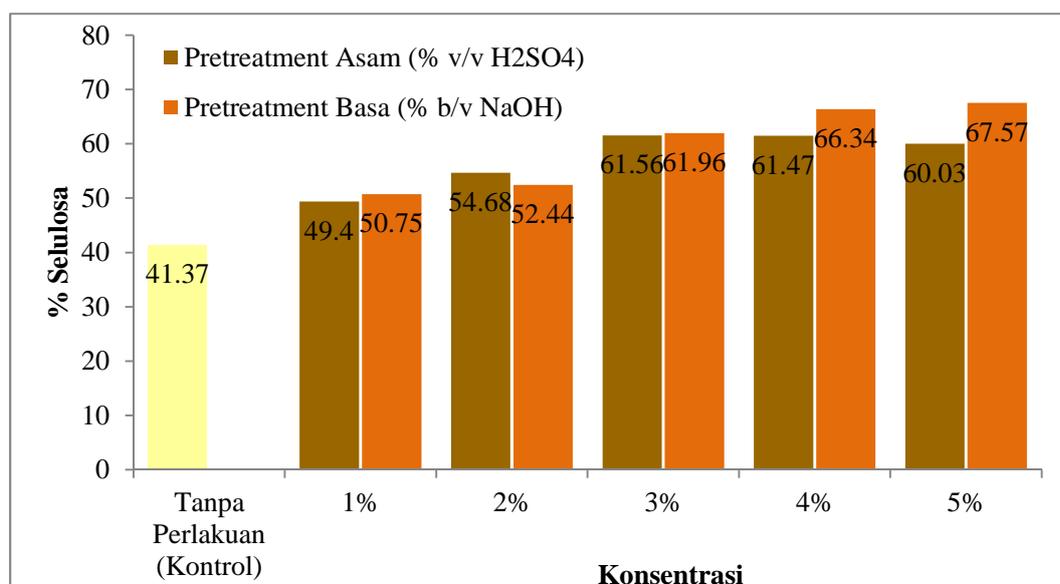
Gambar 7.2. Pengaruh *Pretreatment* Asam (H_2SO_4) dan *Pretreatment* Basa (NaOH) pada masing-masing konsentrasi 1-5% terhadap Kadar Hemiselulosa Sekam Padi

Terlihat dari gambar 7.2., bahwa kedua jenis metode *pretreatment* H_2SO_4 dan NaOH telah memberikan efek terhadap degradasi hemiselulosa. *Pretreatment* dengan H_2SO_4 memberikan efek lebih besar (efek utama) terhadap degradasi hemiselulosa dengan rata-rata penurunan hemiselulosa sebesar 52,73%. Sementara *pretreatment* dengan NaOH

memberikan efek lebih rendah (efek minor) dengan rata-rata penurunan hemiselulosa sebesar 40,19%. Hal ini disebabkan oleh perusakan struktur hemiselulosa yang disebabkan oleh H_2SO_4 lebih besar daripada NaOH. H_2SO_4 menyediakan H^+ yang cenderung memutus ikatan hidrogen intramolekul hemiselulosa, sedangkan NaOH menyediakan OH^- yang cenderung merusak ikatan hidrogen antarmolekul, sehingga H_2SO_4 menyebabkan depolimerisasi struktur hemiselulosa lebih tinggi (degradasi meningkat).

Dari gambar 7.2. tersebut juga dapat disimpulkan bahwa *pretreatment* dengan kenaikan konsentrasi H_2SO_4 maupun NaOH, akan menambah kemampuan degradasi hemiselulosa pada dinding sekam padi. Penurunan terbesar pada NaOH terjadi pada konsentrasi 5% sebesar 53,56% (kadar awal 24,86% hingga penurunan 11,55%), sedangkan penurunan terbesar pada H_2SO_4 juga pada konsentrasi 5% lebih tinggi sebesar 61,36%. Kadar Hemiselulosa yang tinggi dapat menghambat akses selulosa sebagai bahan baku produksi. Kandungan hemiselulosa diharapkan rendah setelah *pretreatment*. Kenaikan konsentrasi menambah kemampuan efek depolimerisasi pada hemiselulosa sehingga hemiselulosa terdegradasi lebih banyak. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding sebelumnya (Novia, Pareek & Agustina, 2017) yang melaporkan bahwa kandungan hemiselulosa sekam padi dengan *pretreatment* NaOH 5% sebesar 12,11% dan *pretreatment* H_2SO_4 3% sebesar 8,20% dari komposisi tanpa *pretreatment* sebesar 14,50% selama 60 menit.

7.3.3. Pengaruh *Pretreatment* Terhadap Kadar Selulosa Sekam Padi

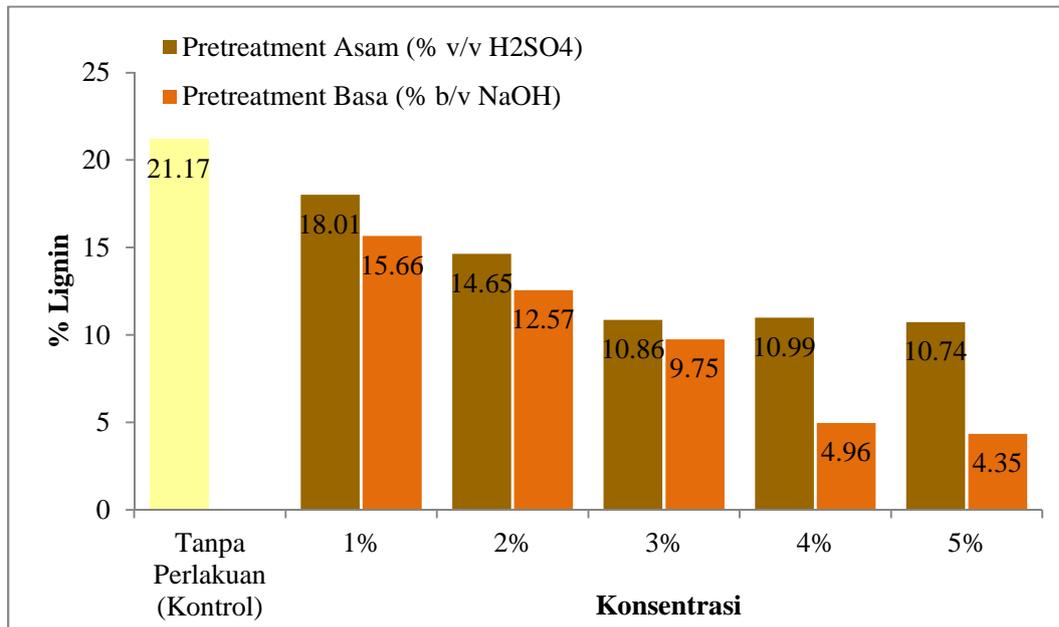


Gambar 7.3. Pengaruh *Pretreatment* Asam (H_2SO_4) dan *Pretreatment* Basa (NaOH) pada masing-masing konsentrasi 1-5% terhadap Kadar Selulosa Sekam Padi

Selulosa adalah 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 gambar 7.3., terlihat bahwa kadar selulosa awal sekam padi tanpa *pretreatment* sebesar 41,37% berat kering, besar peningkatan (pelepasan) rata-rata *pretreatment* dengan NaOH sebesar 44,59% (dari kadar selulosa awal 41,37% meningkat menjadi 63,34%) lebih tinggi daripada peningkatan rata-rata H₂SO₄ sebesar 38,82%. Hal ini dikarenakan sifat selulosa yang dapat terdegradasi parsial oleh H₂SO₄, sehingga perlakuan dengan asam sulfat (H₂SO₄) rata-rata pelepasan selulosa lebih rendah dibanding perlakuan dengan natrium hidroksida (NaOH).

Dari gambar 7.3. tersebut juga dapat disimpulkan bahwa, konsentrasi NaOH tertinggi dalam meningkatkan pelepasan selulosa pada konsentrasi 5% sebesar 67,57%, sementara H₂SO₄ pada konsentrasi 3% sebesar 61,96%. Pada *pretreatment* NaOH, semakin meningkat konsentrasi, semakin meningkat pula pelepasan selulosa. Sedangkan pada *pretreatment* H₂SO₄ pelepasan selulosa naik hingga konsentrasi 3%, kemudian turun hingga 5%. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi yang cukup tinggi (4-5%) menyebabkan lebih banyak selulosa terdegradasi sehingga kadar selulosa menurun. Pada penelitian terdahulu (Kartika & Mariana, 2013), *pretreatment* NaOH 1% pada ampas tebu peningkatan selulosa 19,5% dari kadar awal 48,26% menjadi 57,79%. Peneliti lain (Dussán, et al., 2014) juga menemukan bahwa *pretreatment* H₂SO₄ 1% dapat meningkatkan selulosa menjadi 50,15%, tanpa pengujian kadar awal.

7.3.4. Pengaruh *Pretreatment* Terhadap Kadar Lignin Sekam Padi



Gambar 7.4. Pengaruh *Pretreatment* Asam (H₂SO₄) dan *Pretreatment* Basa (NaOH) pada masing-masing konsentrasi 1-5% terhadap Kadar Lignin Sekam Padi

Lignin merupakan masalah utama dalam pemanfaatan biomassa generasi kedua. Dinding lignoselulosa menghambat aksesibilitas selulosa untuk dimanfaatkan. Penurunan lignin harus sekecil mungkin (delignifikasi yang tinggi). Berdasarkan gambar 7.4., terdapat perbedaan besar kemampuan degradasi lignin oleh H₂SO₄ dan NaOH dimana *pretreatment* dengan H₂SO₄ dapat menurunkan lignin rata-rata sebesar 38,38%. Sementara pada *pretreatment* NaOH dapat menurunkan lebih besar dengan rata-rata sebesar 55,34%. Hal ini menunjukkan bahwa *pretreatment* H₂SO₄ memberikan efek minor pada tingkat degradasi lignin sementara *pretreatment* NaOH memberikan efek major terhadap delignifikasi.

Dari gambar 7.4. tersebut diketahui bahwa semakin meningkat konsentrasi (baik *pretreatment* H₂SO₄ maupun NaOH), maka juga meningkatkan degradasi lignin pada sekam padi. Kandungan lignin awal tanpa *pretreatment* dari sekam padi sebesar 21,17%. Konsentrasi pada *pretreatment* H₂SO₄ dan NaOH terbaik pada konsentrasi 5% dengan kandungan lignin tersisa sebesar 10,74% dan 4,35%.

Pretreatment NaOH berfungsi untuk memecah ikatan lignin dan ikatan glikosidik pada polisakarida sehingga dapat menurunkan derajat kristalinitas (Shindu et al., 2015), sedangkan reaksi *pretreatment* asam mengakibatkan penurunan pH pada sampel. pH adalah salah satu faktor yang mempengaruhi daya larut lignin, pH akan membuat gugus hidroksil fenolat terprotonasi, berkondensasi dan mengendap dalam pelarut polar sehingga efek delignifikasi menurun (Permatasari, et al., 2014). Pada penelitian sebelumnya (Novia,

Pareek & Agustina, 2017) diketahui kemampuan NaOH dalam mendegradasi lignin sekam padi dari kadar awal 28,25 menjadi 8,92% pada NaOH 2%, 7,43% NaOH pada 4%, 6,71% pada NaOH 6% (Wang, 2016). Sementara itu, kemampuan degradasi lignin H₂SO₄ 1-3% berada pada *range* 47,46% sampai 79,29%.

7.3.5. Pengaruh *Pretreatment* Terhadap Kadar Abu Sekam Padi

Abu yang terbentuk tidak dapat dijadikan landasan kuantitatif dari keberhasilan *pretreatment*, karena abu yang terbentuk bergantung pada banyak faktor seperti residu mineral, kandungan air, dan residu larutan *pretreatment* karena pencucian yang kurang sempurna. Berdasarkan tabel 7.3., kadar abu meningkat seiring bertambahnya konsentrasi dibandingkan abu sekam padi tanpa *pretreatment*. Hal ini menandakan masih banyak larutan *pretreatment* terkandung dalam sekam padi karena proses pencucian sampel kurang optimal.

Tabel 7.3. Kadar dan Warna Abu pada Berbagai Konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH

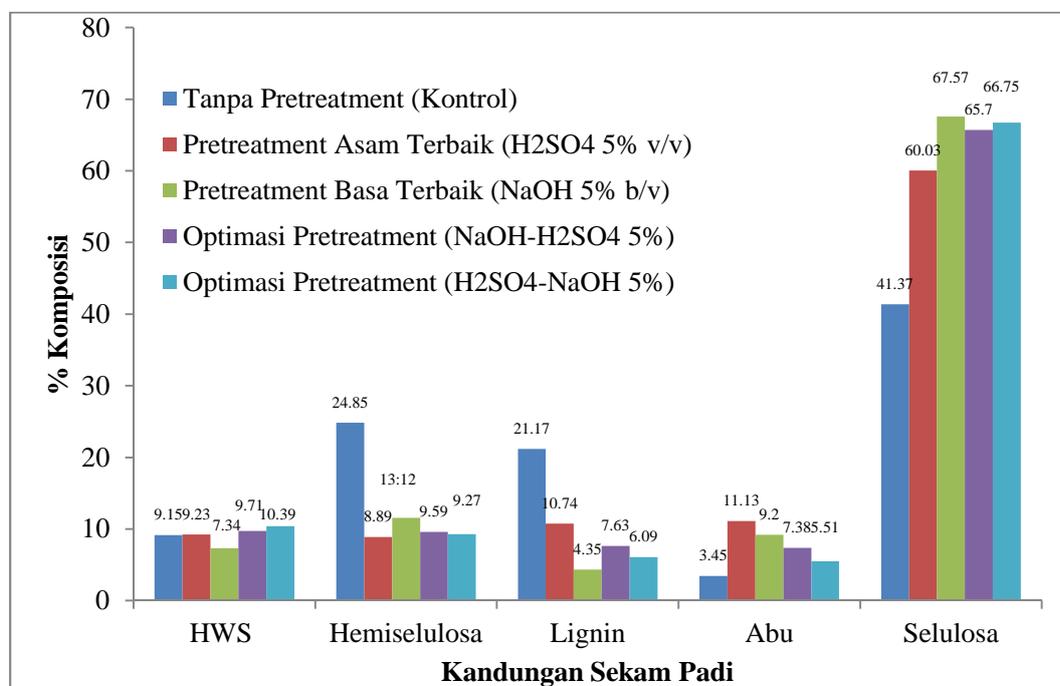
No.	Perlakuan	Kadar Abu (%)	Warna Abu
1.	Sekam Padi Tanpa Perlakuan (Kontrol)	3,45	Abu-abu gelap
2.	<i>Acid Pretreatment</i>		
	a. 1 %(v/v)	5,96	Abu-abu pudar
	b. 2 %(v/v)	6,26	Abu-abu pudar
	c. 3 %(v/v)	8,43	Putih pudar
	d. 4 %(v/v)	9,02	Putih
	e. 5 %(v/v)	11,13	Putih
3.	<i>Alkaline Pretreatment</i>		
	a. 1 %(w/v)	5,13	Putih pudar
	b. 2 %(w/v)	7,02	Putih pudar
	c. 3 %(w/v)	7,02	Putih
	d. 4 %(w/v)	9,00	Putih
	e. 5 %(w/v)	9,02	Putih
4.	<i>Alkaline-Acid Pretreatment</i> 5% NaOH + 5% H ₂ SO ₄	7,38	Putih
5.	<i>Acid-Alkaline Pretreatment</i> 5% H ₂ SO ₄ + 5% NaOH	7,51	Putih

Namun landasan kualitatif (warna abu) hasil *furnace* selama 60 menit yang terbentuk dapat mengindikasikan bahwa selulosa telah dapat diakses dan ikatan lignoselulosa telah rusak. Semakin putih warna abu maka semakin banyak selulosa yang ada dengan lignin yang rendah, namun jika terdapat abu kotor (gelap) artinya masih banyak

sisia lignin dan hemiselulosa pada sekam padi hasil *pretreatment* yang menandakan *pretreatment* belum optimal.

7.3.6 Optimasi Proses *Pretreatment*

Pretreatment H₂SO₄ terbaik memberikan hasil optimal terhadap degradasi hemiselulosa, namun memiliki kekurangan dalam pelepasan selulosa dan degradasi lignin. Sementara itu, *pretreatment* NaOH terbaik memberikan hasil optimal pada degradasi lignin dan pembentukan selulosa, tetapi tidak optimal pada degradasi hemiselulosa dan kadar HWS rendah. Berlandaskan uraian tersebut, pada penelitian dilakukan optimasi dengan variasi kombinasi H₂SO₄ dilanjutkan NaOH dan NaOH dilanjutkan H₂SO₄ pada selang waktu 60 menit dengan total volume 300 mL. Kombinasi ini bertujuan agar megoptimalkan kekurangan yang dimiliki salah satu reagen H₂SO₄ atau NaOH (optimalisasi).



Gambar 7.5. Perbandingan Proses Optimasi terhadap Komposisi Sekam Padi

7.3.6.1. Pengaruh Proses Optimasi terhadap Kadar HWS

Kekurangan *performance* NaOH 5% (w/v) terhadap kadar HWS yang rendah sebesar 7,34% dapat ditingkatkan dengan optimasi NaOH-H₂SO₄ menjadi 9,71% dan H₂SO₄-NaOH menjadi 10,39% dan kadar HWS optimasi bahkan lebih tinggi daripada *pretreatment* H₂SO₄ (inhibitor minimum),. Hal ini dikarenakan pada *pretreatment* H₂SO₄ 5% kadar HWS menurun karena H₂SO₄ membentuk emulsi, sedangkan pada proses optimasi, sebelum H₂SO₄ lebih banyak membentuk emulsi larutan dilanjutkan dengan NaOH yang akan berikatan dengan H₂SO₄ membentuk garam NaSO₄ mudah larut dalam *hot water*.

7.3.6.2. Pengaruh Proses Optimasi terhadap Degradasi Hemiselulosa

Berdasarkan gambar 7.5, hasil menunjukkan kedua optimasi mampu mendegradasi hemiselulosa hingga 9,59% (NaOH-H₂SO₄) dan 9,27% (H₂SO₄-NaOH). Hal ini juga mengoptimalkan *performance* 5% NaOH yang kurang dalam mendegradasi hemiselulosa hanya pada 13,12%. Walaupun nilai ini belum mencapai optimal pada 5% H₂SO₄ yang mampu mendegradasi hingga kadar 8,89%, akan tetapi proses ini dinilai cukup baik karena mampu mendegradasi hemiselulosa sebesar 61,44% (H₂SO₄-NaOH) dan 62,73% (NaOH- H₂SO₄) dari kadar awal hemiselulosa sekam padi.

7.3.6.3. Pengaruh Proses Optimasi terhadap Pelepasan Selulosa

Berdasarkan gambar 7.5., kemampuan pelepasan selulosa telah dapat mengoptimalkan kekurangan yang dimiliki *pretreatment* H₂SO₄ yang rendah sebesar 60,03%, menjadi 61,44% (H₂SO₄-NaOH) dan 62,73% (NaOH- H₂SO₄). Pelepasan selulosa pada proses optimasi ini hanya selisih sekitar 1% lebih rendah dibandingkan pada proses *pretreatment* NaOH terbaik.

7.3.6.4. Pengaruh Proses Optimasi terhadap Degradasi Lignin

Berdasarkan gambar 7.5 menunjukkan bahwa kemampuan degradasi lignin telah dapat mengoptimalkan kekurangan yang dimiliki *pretreatment* H₂SO₄ yang rendah pada kadar 10,74%, menjadi lebih tinggi dalam mendegradasi hingga 7,63% (H₂SO₄-NaOH) dan 6,09% (NaOH- H₂SO₄).

Berdasarkan uraian dan gambar 7.5. diatas, dapat disimpulkan bahwa baik proses optimasi H₂SO₄-NaOH dan NaOH- H₂SO₄ memiliki kemampuan yang sama baik dalam peningkatan kadar HWS, degradasi hemiselulosa, pelepasan selulosa, dan degradasi lignin. Hal ini dapat dilihat pada setiap komposisi hasil optimasi hanya memiliki selisih kadar sebesar ±1%. Namun, secara keseluruhan optimasi H₂SO₄-NaOH lebih baik dibandingkan proses optimasi NaOH- H₂SO₄.

7.3.6.5 Keberhasilan dan Rekomendasi Proses *Pretreatment*

Berdasarkan Tabel 7.3., proses optimasi H₂SO₄ dilanjutkan NaOH sangat direkomendasikan dalam proses *pretreatment* biomassa berlignoselulosa. Pada proses produksi *biofuel* dan produksi pulp dan kertas, parameter utama dalam pemilihan proses adalah keekonomisan, degradasi lignin, degradasi hemiselulosa dan pelepasan selulosa, sehingga teknologi *pretreatment* yang cocok adalah **metode kombinasi H₂SO₄ dilanjutkan NaOH**. Pada optimasi H₂SO₄-NaOH, degradasi lignin tinggi, namun tetap dengan pelepasan selulosa yang tinggi dan ekonomis, jika dibandingkan dengan H₂SO₄ yang memiliki kekurangan dalam degradasi lignin dan pelepasan selulosa ataupun NaOH yang memiliki kekurangan dalam degradasi hemiselulosa, HWS (inhibitor), dan kurang ekonomis.

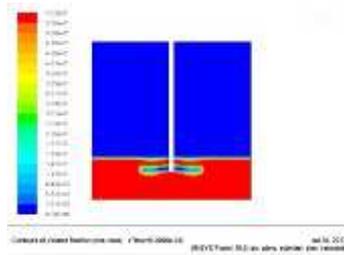
Tabel 7.4. Keberhasilan Optimasi Proses *Pretreatment*

Pre treatment	Aspek Pemilihan			Cost* (IDR)
	% Degradasi Lignin	% Degradasi Hemiselulosa	% Pelepasan Selulosa	
NaOH 1% w/v	26,06	21,95	22,69	18.000
NaOH 2% w/v	40,61	23,73	26,76	33.000
NaOH 3% w/v	53,97	49,54	49,77	48.000
NaOH 4% w/v	76,58	52,16	60,38	63.000
NaOH 5% w/v	79,46	53,56	63,34	75.000
H ₂ SO ₄ 1% v/v	14,93	29,40	19,42	4.500
H ₂ SO ₄ 2% v/v	30,83	46,16	32,19	6.000
H ₂ SO ₄ 3% v/v	48,73	61,16	48,82	7.600
H ₂ SO ₄ 4% v/v	48,12	62,65	48,58	9.200
H ₂ SO ₄ 5% v/v	49,30	64,26	45,10	10.700
NaOH 5% w/v + H ₂ SO ₄ 5% v/v	63,98	61,44	58,83	34.300
H₂SO₄ 5% v/v + NaOH 5% w/v	71,25	62,73	61,36	34.300

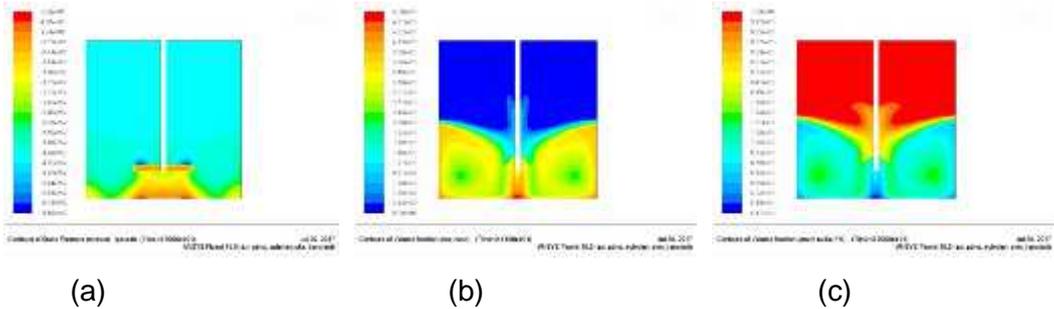
* Biaya merupakan total dari penggunaan reagen *pro analisis* (PA)

7.3. Pembahasan Hasil Pemodelan dengan CFD (Ansys Fluent 16)

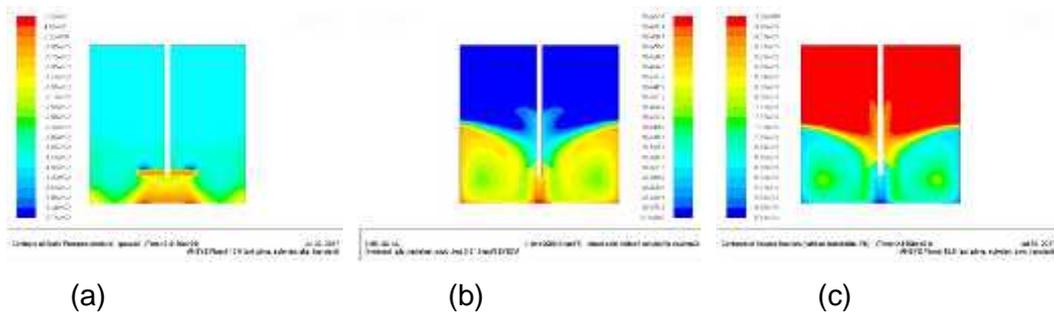
Hasil pemodelan dengan CFD (Ansys FLUENT 16) untuk hidrodinamika masing-masing pretreatment ditunjukkan pada gambar berikut:



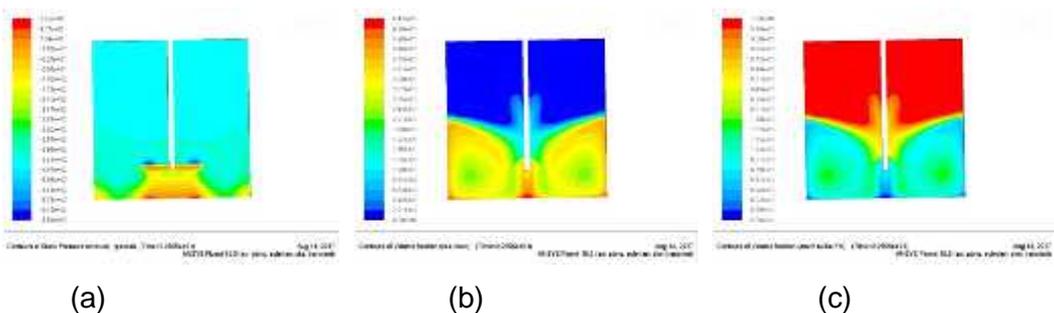
Gambar 7.6. Volume Fraksi Awal Sekam Padi



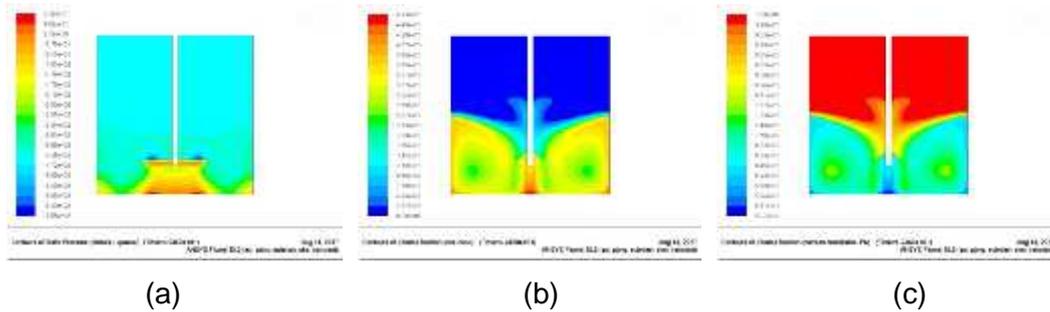
Gambar 7.7. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen H_2SO_4 1 %v/v 60 menit



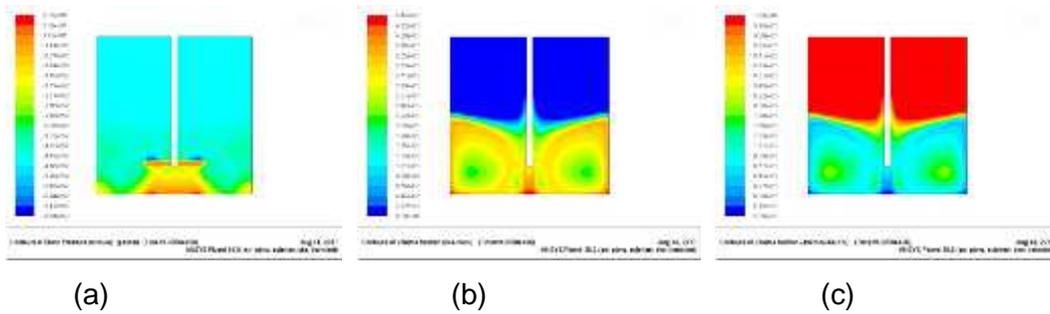
Gambar 7.8. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen NaOH 1 %w/v 60 menit



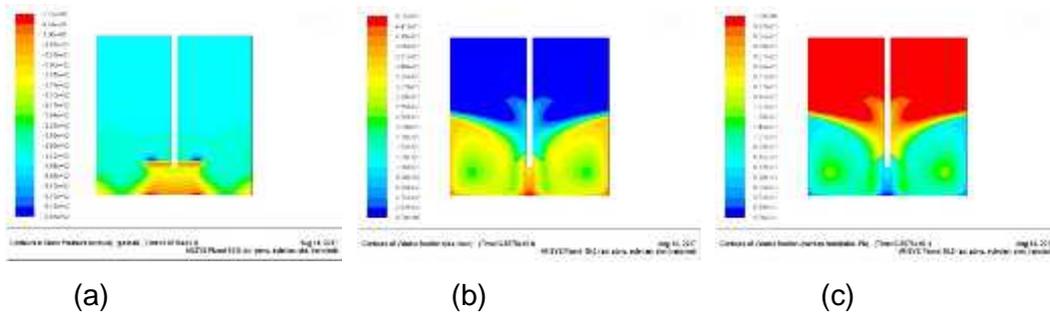
Gambar 7.9. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen H_2SO_4 2 %v/v 60 menit



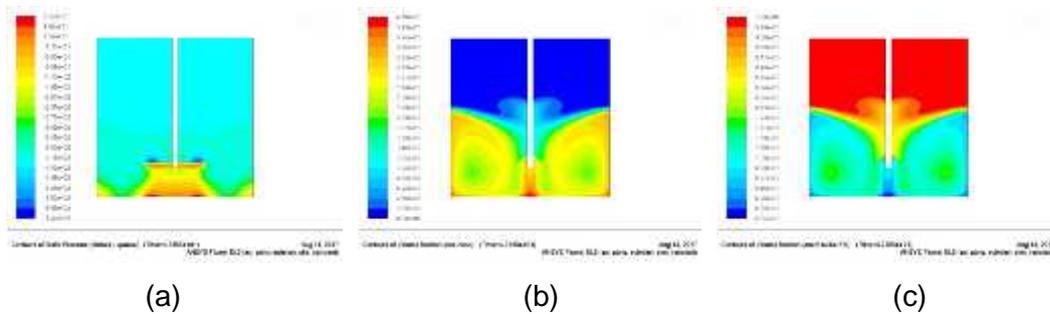
Gambar 7.10. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen NaOH 2 %w/v 60 menit



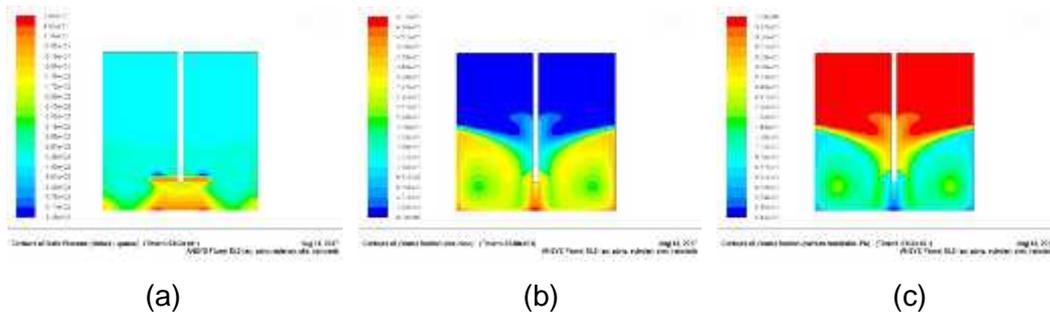
Gambar 7.11. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen H_2SO_4 3 %v/v 60 menit



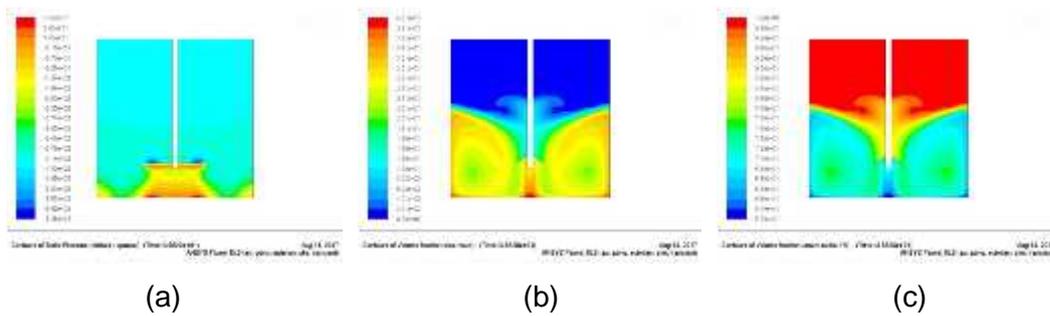
Gambar 7.12. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen NaOH 3 %w/v 60 menit



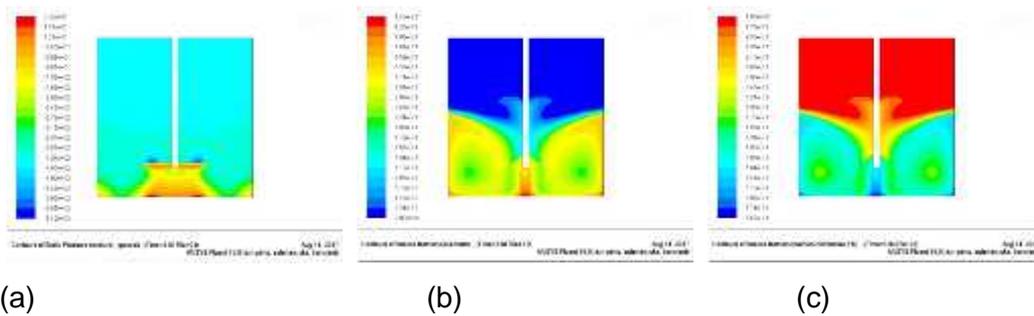
Gambar 7.13. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen H_2SO_4 4 %v/v 60 menit



Gambar 7.14. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen NaOH 4 %w/v 60 menit



Gambar 7.15. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen H₂SO₄ 5 %v/v 60 menit



Gambar 7.16. Kontur (a) Tekanan Campuran (b) Fraksi Volume Sekam Padi (c) Fraksi Volume Reagen NaOH 5 %w/v 60 menit

7.4.1. Analisa Hidrodinamika Tekanan Campuran pada Proses *Pretreatment*

Gambar (a) menunjukkan distribusi tekanan setelah 60 menit *pretreatment*. Bidang tekanan warna biru muda mewakili tekanan hidrostatis fluida normal, penyimpangan warna menunjukkan tekanan semakin meningkat (hijau hingga merah), peningkatan tekanan menyebabkan peningkatan turbulensi energi kinetik yang bagus dalam proses pencampuran sekam padi dengan reagen. Secara keseluruhan pemodelan untuk tekanan campuran hampir sama, hal ini menunjukkan *pretreatment* asam dan basa untuk seluruh konsentrasi terjadi proses pencampuran yang berlangsung baik jika ditinjau dari tekanan hidrostatisnya.

Tekanan pada *pretreatment* dengan asam maupun dengan basa untuk konsentrasi 1-5 % telah berlangsung baik juga ditandai dengan sedikitnya area biru diatas *impeller*. Area tersebut memiliki nilai tekanan minimum (biru) -6250 Pa yang merupakan vorteks yang menyebabkan pencampuran tidak terjadi. Tekanan maksimum 836-918 Pa (merah) dimana pencampuran terjadi maksimal antara reagen dan sekam padi (*rice husk*) dan memiliki proporsi warna lebih banyak.

7.4.2. Analisa Hidrodinamika Fraksi Volume Sekam Padi dan Reagen pada Proses *Pretreatment*

Dari Pemodelan diatas terlihat bahwa Gambar (b) dan (c) pada masing-masing grafik menunjukkan bahwa aksi *impeller* menyebabkan cairan reagen tertarik (biru pekat) dan bercampur dengan sekam padi (merah). Sehingga sekam padi yang berada dibawah terangkat keatas dan cairan reagen mengisi semua sisi. Volume fraksi sekam padi akan mengalami penurunan akibat pencampuran sekam padi dan air. Berdasarkan gambar 7.11. (b) dan (c), dapat menjadi landasan hasil *experimental research* dimana *pretreatment* H_2SO_4 3 %w/v memiliki kadar selulosa yang tinggi pada *pretreatment* asam. Hal ini terlihat pada gambar bahwa pencampuran berlangsung kurang efektif dibandingkan pada konsentrasi lain. Hal ini justru memberikan efek positif terhadap pelepasan selulosa. Pada penelitian eksperimental telah dijelaskan bahwa asam sulfat mampu mendegradasi selulosa sehingga kadar selulosa menurun pada konsentrasi 4-5% v/v. Karena pencampuran kurang efektif menyebabkan kadar selulosa yang terdegradasi karena pencampuran berada pada kemampuan minimum, sehingga pelepasan selulosa tetap tinggi.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa:

1. Semakin tinggi konsentrasi H_2SO_4 , maka semakin tinggi degradasi hemiselulosa dan kadar abu, namun terdapat fluktuasi pada kadar HWS, degradasi lignin dan pelepasan selulosa.
2. Semakin tinggi konsentrasi NaOH, maka semakin tinggi degradasi lignin, pelepasan selulosa, degradasi hemiselulosa dan kadar abu, namun terjadi penurunan kadar HWS.
3. Interaksi H_2SO_4 - NaOH lebih optimal dibandingkan interaksi NaOH - H_2SO_4 . Hal ini terlihat dari penurunan kadar lignin yang mencapai 66,75%, lebih tinggi dari pada *pretreatment* kombinasi NaOH - H_2SO_4 dengan penurunan lignin sebesar 65,70%.
4. Analisa hidrodinamika melalui simulasi CFD (*Ansys Fluent 16*) memperlihatkan proses *mixing* sekam padi dengan reagen NaOH lebih baik dibandingkan reagen H_2SO_4 .
5. *Pretreatment* H_2SO_4 terbaik (5% v/v) memberikan komposisi 9,23% HWS; 8,89 % Hemiselulosa; 60,03% Selulosa; 10,74% Lignin; dan 11,13% Abu, sedangkan *pretreatment* NaOH terbaik (5% w/v) memberikan komposisi 7,34% HWS; 11,55% Hemiselulosa; 67,57% Selulosa; 4,35% Lignin; dan 9,20% Abu.

8.2. Saran

1. Perlu penambahan variasi konsentrasi reagen yang lebih tinggi (6-10%),
2. Proses analisa lebih teliti saat penimbangan dan keberadaan ekstraktif harus sekecil mungkin agar tidak memberikan *error* pada analisa sampel.

DAFTAR PUSTAKA

ANSYS. 2008. *Fluent 6.3 Documentation*.

Banerjee, Saumita, Ramkrishna Sen, R. A. Pandey, Tapan Chakrabarti, Dewanand Satpute, Balendu Shekher Giri, and Sandeep Mudliar. 2009. "Evaluation of Wet Air Oxidation as a Pretreatment Strategy for Bioethanol Production from Rice Husk and Process Optimization." *Biomass and Bioenergy* 33 (12). Elsevier Ltd: 1680–86. doi:10.1016/j.biombioe.2009.09.001.

Haagensen, Frank, Ioannis V. Skiadas, Hariklia N. Gavala, and Birgitte K. Ahring. 2009. "Pre-Treatment and Ethanol Fermentation Potential of Olive Pulp at Different Dry Matter Concentrations." *Biomass and Bioenergy* 33 (11). Elsevier Ltd: 1643–51. doi:10.1016/j.biombioe.2009.08.006.

Harmsen, P, W Huijgen, L Bermudez, and R Bakker. 2010. *Literature Review of Physical and Chemical Pretreatment Processes for Lignocellulosic Biomass*. *Energy*. <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10013.pdf%5Cnftp://130.112.2.101/pub/www/library/report/2010/e10013.pdf>.

Kumar, Parveen, Diane M. Barrett, Michael J. Delwiche, and Pieter Stroeve. 2009. "Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Efficient Hydrolysis and Biofuel Production." *Industrial and Engineering Chemistry Research* 48 (8): 3713–29. doi:10.1021/ie801542g.

Mosier, Nathan, Charles Wyman, Bruce Dale, Richard Elander, Y. Y. Lee, Mark Holtzapple, and Michael Ladisch. 2005. "Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass." *Bioresource Technology* 96 (6): 673–86. doi:10.1016/j.biortech.2004.06.025.

Novia, Vishnu K Pareek, and Tuty Emilia Agustina. 2017. "Bioethanol Production from Sodium Hydroxide – Dilute Sulfuric Acid Pretreatment of Rice Husk via Simultaneous Saccharification and Fermentation" 2013.

Novia, Ika Utami, and Lia Windiyati. 2014. "Pembuatan Bioetanol Dari Sekam Padi Menggunakan Kombinasi Soaking in Aqueous Ammonia (Saa) Pretreatment – Acid Pretreatment – Hidrolisis – Fermentasi." *Jurnal Teknik Kimia* 20 (1): 46–53.

Novia, Astriana Windarti, and Rosmawati. 2014. "Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Padi Dengan Metode Ozonolisis – Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)." *Jurnal Teknik Kimia* 20 (3): 38–48.

Ohgren, Karin, Renata Bura, Jack Saddler, and Guido Zacchi. 2007. "Effect of Hemicellulose and Lignin Removal on Enzymatic Hydrolysis of Steam Pretreated Corn Stover." *Bioresource Technology* 98 (13): 2503–10. doi:10.1016/j.biortech.2006.09.003.

Palmqvist, Benny. 2014. *Processing Lignocellulosic Biomass into Ethanol -Implications of High Solid Loadings*.

Rabelo, Sarita C., Rubens Maclel Filho, and Aline Carvalho Costa. 2009. "Lime Pretreatment of Sugarcane Bagasse for Bioethanol Production." *Applied Biochemistry and Biotechnology* 153 (1–3): 139–50. doi:10.1007/s12010-008-8433-7.

Senthil Kumar, P., K. Ramakrishnan, S. Dinesh Kirupha, and S. Sivanesan. 2010.

“Thermodynamic and Kinetic Studies of Cadmium Adsorption from Aqueous Solution onto Rice Husk.” *Brazilian Journal of Chemical Engineering* 27 (2): 347–55. doi:10.1590/S0104-66322010000200013.

Sun, Ye, and Jiayang Cheng. 2002. “Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: A Review Q.” *Bioresource Technology* 83 (1): 1–11. doi:10.1016/S0960-8524(01)00212-7.

Thomsen, M. H., J. B. Holm-Nielsen, P. Oleskowicz-Popiel, and A. B. Thomsen. 2008. “Pretreatment of Whole-Crop Harvested, Ensiled Maize for Ethanol Production.” *Applied Biochemistry and Biotechnology* 148 (1–3): 23–33. doi:10.1007/s12010-008-8134-2.

Versteeg, H. K. and Malalasekera, W. 1995. *An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method*. Pearson Education Limited, U.K.

Identitas Ketua Peneliti

DATA PRIBADI

1. Nama Lengkap dan Gelar Akademik : Dr. Novia, ST. MT.
2. Tempat dan Tanggal Lahir : Jambi, 05 November 1973
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Fakultas/Jurusan/Program Studi : Teknik/Teknik Kimia
5. Pangkat/Golongan/Jabatan/NIP : Penata Tk.I/III-d/Lektor Kepala/
197311052000032003
6. Bidang Keahlian : - Computational Fluid Dynamics (CFD)
- Bioethanol
7. Alamat Rumah : Jl. Poltek Lrg. Padang Kapas 1 no.17
Rt. 44 Rw. 03 Kel. Bukit Lama–Ilir Barat I
Palembang. 30139
- Telepon/Faksimili : 081368632611 / (0711)320286
- e-mail: noviasumardi@yahoo.com / noviasumardi32@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN/PELATIHAN/WORKSHOP/SEMINAR/LPM

A. Pendidikan Formal Dalam dan Luar Negeri (Jenjang S-1 s/d S-3)

No	JENJANG PENDIDIKAN (NAMA & TEMPAT PENDIDIKAN)	BIDANG KEAHLIAN PROGRAM	TAHUN LULUS
01	Universitas Sriwijaya, Palembang	Teknik Kimia S1	1997

02	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	Teknik Kimia	S2	2002
03	Curtin University of Technology, Australia	Teknik Kimia	S3	2007

B. Karya Tulis Ilmiah / Publikasi/Jurnal Penelitian

No	JUDUL KARYA TULIS/ PUBLIKASI/JURNAL PENELITIAN	NAMA JURNAL/INSTITUSI PELAKSANA	SUMBER DANA	TAHUN
1	Pengaruh Laju Alir Oksigen Dan Waktu Kontak Terhadap Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Metode Ozonasi	Seminar Nasional Added Value of Energy Resources (AVoER-2012) Universitas Sriwijaya – Indonesia	FT Unsri	2012
2	Produksi Glukosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Yang Didelignifikasi Dengan Ozonolysis Pretreatment Melalui Metode Hidrolisis Enzimatik	Seminar Nasional Added Value of Energy Resources (AVoER-2012) Universitas Sriwijaya – Indonesia	FT Unsri	2012
3	Alkaline Pretreatment Dan Proses Simultan Sakarifikasi-Fermentasi (SSF) Untuk Memproduksi Bioetanol Berbahan Baku Jerami Padi	Seminar Nasional Added Value of Energy Resources (AVoER-2012) Universitas Sriwijaya – Indonesia	FT Unsri	2012
4	Analisis Pengaruh Tube Plugging Terhadap Karakteristik Perpindahan Panas Heat Exchanger Dengan Pemodelan CFD	Jurnal Rekayasa Sriwijaya No. 3 Vol. 21, November 2012. ISBN. 0852-5366	Private	2012
5	Pengaruh Volume Enzim Dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol (Bahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit	Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya Nomor 2, Volume 18, April 2012. ISSN 0853 - 0963	Private	2012

	Dengan Pretreatment Alkali)			
6	Produksi Bioetanol Generasi Ke-2 dari TKKS dengan Metode Alkaline Pretreatment - Hydrolisis Enzimatik – Fermentasi	Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia (SNTKI-2012), UI – Indonesia	Private	2012
7	The Alkaline-Ozonolysis Pretreatment and Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) for the Production of Bioethanol from Rice Straw	International Conference on Chemical Engineering Science and Application (ChESA 2013)	DIKTI (Strategis Nasional)	2013
8	Composition Variation Effect of Rice Straw and Coconut Shell to Biobriquette Characteristics as Alternative Fuel	International Conference on Chemical Engineering Science and Application (ChESA 2013)	Private	2013
9	Produksi Ozon Dengan Bahan Baku Oksigen Menggunakan Alat Ozon Generator	Jurnal Teknik Kimia No. 2, Vol. 19, April 2013	Private	2013
10	Effects of Palm Biodiesel Blends on Fuel Consumption in Fire Tube Boiler	<i>Applied Mechanics and Materials Vol. 391 (2013) pp 93-97</i>	Private	2013
11	Emission factors of biodiesel combustion in industrial boiler: A comparison to fossil fuel	Journal of Renewable and Sustainable Energy. 5, 052005 (2013); doi: 10.1063/1.4822036	Private	2013
12	Characteristics of Composite Rice Straw and Coconut Shell as Biomass Energy Resources (Briquette)(Case study: Muara Telang Village, Banyuasin of South Sumatra)	International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology. Vol.3 (2013) No. 3 ISSN: 2088-5334	Private	2013

13	Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida Saat Pretreatment Dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Daun Nanas	Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia (SNTKI-2015), UI – Indonesia	UNSRI	2015
14	Pengaruh Konsentrasi Asam Dan Waktu Hidrolisis Pada Pembentukan Bioetanol Dari Daun Nanas	Seminar Nasional Added Value of Energy Resources (AVoER-2015) Universitas Sriwijaya – Indonesia	FT Unsri	2015
15	Candida tropicalis Isolated from Tuak, a North Sumatera-Indonesian Beverage, for Bioethanol Production	Microbiol. Biotechnol. Lett. (2015), 43(3), 241-248. http://dx.doi.org/10.4014/mbl.1506.06002	Private	2015
16	Analysis Of Gases Emissions From Biodiesel Combustion In A Fire Tube Boiler By Using CFD Modeling	International Journal of Applied Engineering Research, ISSN 0973-4562 Vol. 10 No.95 (2015)	Unsri	2015
17	Bioethanol production from sodium hydroxide – dilute sulfuric acid pretreatment of rice husk via simultaneous saccharification and fermentation	MATEC Web of Conferences , 02013 (2017) DOI: 10.1051/matecconf/201710102013	Unsri	2017
18	Combustion of producer gas from gasification of south Sumatera lignite coal using CFD simulation	MATEC Web of Conferences , 02015 (2017) DOI: 10.1051/matecconf/201710102015	Unsri	2017
20	Optimization pretreatment condition of sweet sorghum bagasse for production of second generation bioethanol	AIP Conference Proceedings 1803 , 020015 (2017); doi: 10.1063/1.4973142	LIPI	2017

C. Pengalaman di Bidang Penelitian baik dalam maupun Luar Negeri

No	NAMA/JUDUL PENELITIAN	INSTITUSI PELAKSANA	SUMBER DANA	TAHUN
1	<i>Ozonolysis–SSF Dan Acid Pretreatment–SSF Untuk Memproduksi Bioetanol Berbahan Baku Jerami Padi: Optimasi Proses Dengan Pemodelan CFD (Ketua Peneliti)</i>	Hibah Strategis Nasional	DIKTI	2012
2	<i>Anaerobic ammonium oxidation for high nitrogen concentration removal (Anggota Peneliti)</i>	Kolaborasi Internasional	UNSRI	2014-2015
3	<i>Yeast, isolated from Tuak North Sumatera Indonesia Traditional Beverage for efficient bioethanol fermentation from lignocellulosic biomass (Anggota Peneliti)</i>	Kolaborasi Internasional	UNSRI	2014-2015
4	Analisis Konsentrasi Polutan Hasil Pembakaran Minyak Solar Dan Biodiesel Menggunakan Pemodelan CFD (Ketua Peneliti)	Hibah Kompetitif: Lingkungan	UNSRI	2015
5	Alkaline-Dilute Acid Pretreatment and Simultaneous Saccharification Fermentation for Production of Bioethanol From Rice Husk (Experimental and CFD Modeling) (Ketua Peneliti)	Kolaborasi Internasional	UNSRI	2016

D. Pengalaman dalam Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat

No	NAMA KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT	INSTITUSI PELAKSANA	SUMBER DANA	TAHUN
01	Penyuluhan Metode Pengolahan Air Sungai Menjadi Air Bersih dengan Teknologi Ultrafiltrasi untuk Penduduk di Desa Sukaraja Kecamatan Sirah Pulau Padang Kabupaten Ogan Komering Ilir	Unsri	Unsri	2014

02	Pemanfaatan Kotoran Ternak sapi Menjadi Biogas Sebagai Energi Alternatif di desa Cintamanis Baru Kabupaten Banyu Asin	Unsri	Unsri	2015
03	Pembuatan dan Pemanfaatan Alat pengolah sampah Organik Sebagai Penghasil Pupuk Kompos di Desa Ulak kerbau Baru Kbupaten Ogan Ilir	Unsri	Unsri	2016

Demikianlah Daftar Riwayat hidup ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat kekliruan maka akan saya perbaiki.

Palembang, 22 Oktober 2017

Pengisi,

(Dr.Novia, ST., MT.)

Anggota Peneliti 1

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP	197111191997021001
5	NIDN	0019117101
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 19 Nopember 1971
7	Email	hermansyah@unsri.ac.id
8	Nomor Hp	082182532570
9	Alamat Kantor	Jalan Raya Palembang Prabumulih KM 32
10	Nomor Telepon/Faks	0711-580269/ 0711-580056
11	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 27 orang ; S2 = 11 orang ; s3 = 0
12	Mata Kuliah yang Diampu	<ol style="list-style-type: none">1. Biokimia 12. Biokimia 23. Biokimia Lanjut4. Bioteknologi5. Bioteknologi Lingkungan6. Metodologi Penelitian7. Mikologi8. Kimia Dasar9. Biologi Molekular10. Biologi Sel

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sriwijaya	Institut Teknologi Bandung	Osaka University
Bidang Ilmu	Kimia	Kimia (Biokimia)	Bioteknologi
Tahun Masuk-Lulus	1991-1996	1999-2002	2006-2010
Judul Skripsi/	Analisis komposisi asam	Interaksi antara eRF1 dan eRF3 dalam	Functional redundancy of

Tesis/ Disertasi	lemak dala sekam dan dedak padi.	proses terminasi translasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	protein phosphatases, Ptp2p and Msg5p, for calcium stress response in <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Nama Pembimbing	Dra.Frida Oesman, MS. Apt. Dr.Bambang Yudono, M.Sc.	Prof. Dr.Akhmaloka Dr.Hadi Sutedja, MS. Apt.	Prof.Dr.Satoshi Harashima Prof.Dr.Yoshinobu Kaneko.

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 tahun terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml(Juta Rp)
1	2011	Skrining dan Isolasi Khamir dari Proses Pembuatan Minuman Tuak untuk Meningkatkan Hasil Bioetanol dari Biomasa Lignoselulosa	DIPA Unsri Hibah Kompetitif	31.667.000,-
2	2010	Use of the budding yeast <i>Saccharomyces cerevisiae</i> as anticancer drug discovery tool for identification and characterization of plants derived natural products with antiproliferative properties	Indonesia Toray Science Fondation (ITSF) Grant	43.932.000,-
3	2010-2012	Tandan Kosong Kelapa Sawit, Sumber energi terbarukan Generasi Kedua.	Rusnas UNSRI	
4	2012-2013	Ozonolysis- SSF dan acid pretreatment- SSF untuk memproduksi bioetanol berbahan baku jerami padi: optimasi proses dengan pemodelan	Penelitian strategis nasional	90.000.000
5	2013	Eksplorasi enzim xilanase termostabil : kloning gen penyandi xilanase dari bakteri termofilik	BOPTN Unsri, Hibah Bersaing	49.985.000
6	2014	Yeast Isolated from Tuak, A North Sumatera-Indonesia Traditional Beverage, for Efficient Bioethanol Fermentation from Lignocellulosic Biomass	Research Collaboration, UNSRI	150.000.000

D. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No	Tahun	Judul Pengabdian	Pendanaan	
			Sumber	Jml(Juta Rp)
1	2015	Deteksi Dini penyakit Diebetes Mellitus secara Cepat pada Masyarakat	DIPA UNSRI	Rp.7.000.000
2	2015	Pembuatan Manisan Pare sebagai anti Malaria.	DIPA UNSRI	Rp.4.000.000
3	2012	Dosen Pembimbing Lapangan (DPL) mahasiswa KKN di desa Sukamanah, desa Sukamerindu, desa Bukit Aman, dan desa Seri Mukti		
4	2011	Pembuatan Keju dari kedelai sebagai upaya pengembangan produk berbasis kedelai yang mempunyai cita rasa, nilai gizi, dan nilai jual yang tinggi	DIPA UNSRI	3.000.000,-
5	2010	Penyuluhan dan pelatihan penggunaan ekstrak tanaman sebagai bahan bioaktif antibakteri infeksi kulit di puskesmas pamulutan	DIPA UNSRI	3.000.000,-

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal 5 tahun terakhir

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor	Nama Jurnal
1	2013	Functionally redundant Protein Phosphatase genes PTP2 and MSG5 co-regulate the calcium signaling pathway in <i>Saccharomyces cerevisiae</i> upon exposure to high extracellular calcium concentration	Feb;115(2):138-46.	Journal of Biosci Bioeng.
2	2012	Perbandingan kecepatan pertumbuhan isolasi khamir dari tuak pada media galaktosa dan arabinosa sebagai uji awal produksi bioetanol dari biomasa lignoselulosa	Vol. XXI No.14	Majalah Ilmiah Sriwijaya,

- | | | | | | |
|---|------|---|---------------------------------|--------------------------------------|----|
| 3 | 2010 | Identification of protein kinase disruptions as suppressors of the calcium sensitivity of <i>S. cerevisiae</i> $\Delta ptp2\Delta msg5$ protein phosphatase double disruptant | 192: 157-165. | <i>Arch. Microbiol</i> | 22 |
| 4 | 2010 | Intracellular Ca^{2+} regulation in calcium sensitive phenotype of <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , | 17 No.1, March 201, 17 (1), 1-5 | <i>Hayati journal of Biosciences</i> | |
| 5 | 2009 | Yeast protein phosphatase Ptp2p and Msg5p are involved in G1-S transition, <i>CLN2</i> transcription, and vacuole morphogenesis | 191: 721-733 | <i>Arch. Microbiol</i> | |

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 tahun terakhir.

No	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan tempat
1	Asian Federation of Biotechnology Regional Symposium,	Screening, Isolation, and characterization of ethanol-producing yeast from Tuak, an Indonesia North Sumatera traditional beverage	17-19 January 2013, Chiangmai, Thailand
2	The 5th Indonesia Biotechnology Conference an International Forum.	Yeast <i>Saccharomyces cerevisiae</i> as a model to identify Mengkudu (<i>morinda citrifolia</i>) as an Anticancer Plant Candidates With Antiproliferative Properties	4-7 Juli 2012, Lombok
3	Seminar dan rapat tahunan BKS PTN MIPA Wilayah Barat ke 23.	Analisis profil ekspresi gen pada mutan dengan metode RNA microarray analysis dan Real Time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)	10 s.d 11 Mei 2010, Pakanbaru

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penelitian I Universitas Sriwijaya.

Palembang, 22 Oktober 2017
Pengusul

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

RIWAYAT HIDUP

ANGGOTA PENELITI 2

I. Identitas Diri

Nama Lengkap : Asyeni Miftahul Jannah, S.T., M.Si

Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

NIP : 19860629 2008 122002

Tempat/Tanggal Lahir: Palembang, 29 Juni 1986

Alamat Rumah : Jl. Sei Sahang no. 53 rt. 59 rw. 14 Palembang 30137

No. Hp : 0856.6463.7927

Jenis kelamin : Perempuan

Alamat Kantor : Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32
Inderalaya, OI

Email : chezy_45@yahoo.co.id

Mata Kuliah yang diampuh : 1. Matematika Teknik Kimia
2. Metode Numerik Teknik Kimia
3. Fenomena Perpindahan
4. Teknik Reaksi Kimia 2

II. Riwayat Pendidikan

Program	S1	S2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sriwijaya	Universitas Sriwijaya
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Pengelolaan Lingkungan
Tahun Masuk	2003	2011
Tahun Lulus	2008	2013

Judul Skripsi/Tesis	Pra rencana pembuatan pabrik Butadiena kapasitas 200.000 Kg	Proses Delignifikasi Dengan Metode <i>Alkaline-Acid Pretreatment</i> Pada Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Padi
----------------------------	---	---

III. Pengalaman Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan
			Sumber
1	2016	Proses Delignifikasi Dengan Metode Alkaline-Pretreatment Pada Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Sabut Kelapa	Sateks
2	2016	Pengembangan system Monitoring dan Deteksi Dini Real Time Kadar Baku Mutu Limbah Dikawasan Sungai Musi	Unggulan Kompetitif
3	2015	Penggunaan Metode <i>Alkaline Pretreatment-Acid Hydrolysis</i> Pada Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Sabut Kelapa	Sateks
4	2010	Performance Check Of Biodiesel Application In Boiler At Pilot Plant Unsri	RUSNAS

IV. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan
			Sumber
1	2015	Peluncuran Desa Binaan Universitas Sriwijaya Di Desa Ulak Kembahang 2, Kecamatan Pemulutan Barat, Ogan Ilir	BOPTN Unsri 2015
2	2011	Pelatihan Pembuatan Biobriket Dari Sekam Padi Di Pondok Pesantren Raudhatul Ulum Sakatiga, Inderalaya Ogan Ilir	DIPA UNSRI

V. Pengalaman Publikasi:

No	Tahun	Nama Artikel Ilmiah	Vol/No	Nama Jurnal
1	2010	Proses Fermentasi Hidrolisat Jerami Padi untuk Menghasilkan Bioetanol	Vol. 17/No 1	Jurnal Teknik Kimia
2	2013	Proses Delignifikasi Dengan Metode <i>Alkaline-Acid Pretreatment</i> pada Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Padi	Vol. 4	Jurnal Kinetika
3	2015	Bioethanol Production From Coconut Fiber using alkaline pretreatment and acid Hydrolysis Method	Vol. 5/No. 5	International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology Terindex Scopus

Inderalaya, 22 Oktober 2017

Asyeni Miftahul Jannah, S.T., M.Si

NIP. 19860629200812 2 2002