

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN UNGGULAN KOMPETITIF  
UNIVESITAS SRIWIJAYA**

**PRODUKSI BIOETANOL DARI SEKAM PADI MENGGUNAKAN  
PRAPERLAKUAN AQUEOUS AMMONIA - DILUTE ACID DAN  
HIDROLISIS ENZIMATIK FERMENTASI (EXPERIMENTAL-CFD  
MODELING)**



Novia, ST, MT, PhD

Prof. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc, Ph.D  
Asyeni Miftahul Jannah, ST, MSi

NIDN. 0005117301

NIDN. 0012086103  
NIDN. 0018068601

Dibiayai oleh:

Anggaran DIPA Badan Layanan Umum  
Universitas Sriwijaya tahun anggaran 2019

No. SP DIPA-042.01.2.400953/2019, tanggal 05 Desember 2018  
Sesuai dengan SK Rektor Penelitian Unggulan Kompetitif  
Nomor: 0015/UN9/SK.LP2M.PT/2019  
Tanggal 21 Juni 2019

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
NOVEMBER 2019

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian

: PRODUKSI BIOETANOL DARI SEKAM PADI MENGGUNAKAN PRAPERLAKUAN AQUEOUS AMMONIA - DILUTE ACID DAN HIDROLISIS ENZIMATIK FERMENTASI (EXPERIMENTAL-CFD MODELING)

2. Bidang Penelitian

Energi Baru dan Terbarukan

3. Ketua Peneliti

: Novia

: Perempuan

: 197311052000032003

: Pembina / IV-a

:

: Lektor Kepala

: Univeristas Sriwijaya

: Teknik/Teknik Kimia

: Jl. Raya Prabumulih KM 32 Inderalaya Ogan Ilir Sumsel

: 0711-580303

: Jl. Poltek Lrg. Padang Kapas 1 no.17 Rt. 44 Rw. 03 Kel. Bukit Lama–Ilir Barat I Palembang. 30139

j. Telepon/Faks

: 081368632611/novia@ft.unsri.ac.id

4. Jangka Waktu Penelitian

: 2 (dua) tahun

5. Jumlah yang diajukan tahun 1

: Rp. 75.000.000,-

Inderalaya , 27 November 2019



Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS, PhD  
NIP. 19600909 198703 1 004

Peneliti,

Novia, ST, MT, PhD  
NIP. 197311052000032003

Menyetujui  
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat

Prof. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc, Ph.D  
NIP. 196108121987031003

## I. IDENTITAS PENELITIAN

A. Judul Penelitian : PRODUKSI BIOETANOL DARI SEKAM PADI MENGGUNAKAN PRAPERLAKUAN AQUEOUS AMMONIA - DILUTE ACID DAN HIDROLISIS ENZIMATIK FERMENTASI (EXPERIMENTAL-CFD MODELING)

### B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus Riset	Tema	Topik	Rumpun Bidang Ilmu
Energi - Energi Baru dan Tebarukan	Pengembangan Biofuel	Pengembangan Biofuel	Teknik Kimia

### C.SKEMA, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Skema Penelitian	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Unggulan Kompetitif	Validasi komponen/subsistem dalam lingkungan laboratorium	2

## IDENTITAS PENGUSUL

Nama Ketua, Anggota, dan Peran	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
Novia, ST, MT, Ph.D (Ketua)	Teknik Kimia	Bertanggung jawab dalam semua tugas dan tahapan penelitian	6059009	3
Prof. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc, Ph.D (Anggota)	Ilmu Teknik	Praperlakuan <i>Aqueous Ammonia-Dilute Acid</i> baik secara modeling maupun eksperimental	6042598	2
Asyeni Miftahul Jannah, S.T, M.Si (Anggota)	Teknik Kimia	Bertanggung jawab dalam tahapan hidrolisis enzimatik – fermentasi dan distilasi (eksperimental)	6084721	0

## MITRA KERJASAMA PENELITIAN

Tidak ada

## LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

### Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status Target Capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
2019	Jurnal Internasional bereputasi terindeks Scopus Q4 “ <b>Biocatalysis and Agricultural Biotechnology</b> ”	Submitted	-
2020	Jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus Q4 “ <b>Chemical and Biochemical engineering Quarterly</b> ”	Submitted	

### Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status Target Capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
2019	Paten sederhana	Draft	
2020	Buku Ajar, penerbit Universitas Sriwijaya	Draft	

## II. RINGKASAN

Program utilisasi energi yang dicanangkan oleh pemerintah harus didukung dengan mencari energi alternatif yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang sangat menjanjikan. Bahan baku bioetanol generasi kedua tersedia melimpah, mudah diperoleh dan tidak mengganggu penyediaan bahan pangan. Produksi padi Indonesia tahun 2018 adalah sebesar 56,54 juta ton Gabah Kering Giling (GKG). Diperkirakan terdapat limbah sekam padi sekitar 11 juta ton. Selama ini biomassa berupa limbah sekam padi belum dimanfaatkan secara optimal oleh petani. Limbah sekam padi hanya dibakar dan ditumpuk di lahan terbuka. Hal ini akan menimbulkan masalah pada lingkungan. Padahal biomassa ini mengandung selulosa yang cukup tinggi, apabila dihidrolisa akan menghasilkan glukosa dan difermentasi menjadi bioetanol. Pembuatan bioetanol generasi kedua terkendala oleh proses yang lebih panjang karena lignin yang terkandung pada biomassa harus dihilangkan terlebih dahulu melalui proses *pretreatment*. Tujuan penelitian ini adalah memproduksi bioetanol dari sekam padi yang diberi perlakuan *Aqueous Ammonia-Dilute Acid Pretreatment* dan hidrolisis enzimatik – fermentasi. Praperlakuan yang dipilih pada penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah menggunakan Aqueous Ammonia pada berbagai variabel penelitian: konsentrasi ammonia 5%, 10%, 15%, 20%, 25% % (v/v) dengan temperatur pretreatment 60°C – 100°C. Tahap kedua adalah Dilute Acid *pretreatment* dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 2% (v/v) pada suhu 85°C selama 75 menit. Selulosa yang diperoleh lalu dihidrolisa secara enzimatik menggunakan enzim selulase yang diproduksi dari *Aspergillus Niger*. Adapun variasi konsentrasi enzim yang digunakan adalah 2% - 10% total fraksi enzim (10% artinya 5 mL enzim per 50 gram biomassa kering). Gula hasil hidrolisa enzimatik difermentasi lebih lanjut menjadi bioetanol. Variabel waktu fermentasi yang diteliti yaitu 3 – 7 hari, sedangkan perlakuan terhadap konsentrasi ragi *saccharomyces cereviseae* yaitu 10% - 40%. Selanjutnya, bioetanol yang dihasilkan, dimurnikan dengan proses distilasi untuk mendapatkan bioetanol dengan grade dan spesifikasi tertentu. Untuk mendapatkan kondisi operasi yang optimum pada masing-masing proses, digunakan permodelan matematis dengan bantuan *Computational Fluid Dynamics/CFD* (ANSYS FLUENT 19). Hasil modeling ini divalidasi dengan data eksperimen. Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah publikasi hasil penelitian pada seminar maupun jurnal internasional, paten, buku ajar dan teknologi tepat guna. Tahun pertama penelitian difokuskan

pada optimasi *Ammonia Aqueous pretreatment* melalui CFD Modeling dan eksperimental, lalu dilanjutkan dengan *dilute acid pretreatment*. Setelah itu dilakukan proses hidrolisis enzimatik dan fermentasi baik dengan pemodelan CFD maupun eksperimental. Tahun kedua melakukan *dilute acid pretreatment*, yang dilanjutkan dengan optimasi *Ammonia Aqueous pretreatment* baik dengan pemodelan CFD maupun eksperimental. Selanjutnya dilakukan proses hidrolisis enzimatik dan fermentasi melalui pemodelan CFD maupun eksperimental. Peneliti utama dan anggota telah memiliki pengalaman dalam bidang yang diteliti. Diharapkan usulan penelitian ini menghasilkan luaran berupa: artikel ilmiah yang dimuat di jurnal internasional bereputasi terindeks scopus (Q4), paten, prosiding internasional dan buku ajar. Pengukuran TKT penelitian yang diajukan ini berada di level 4.

Kata Kunci: *Aqueous Ammonia*, Bioetanol, CFD, *Dilute Acid*, Hidrolisis Enzimatik, Fermentasi

### III. LATAR BELAKANG

Biomassa lignoselulosa merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, tersedia melimpah dan berpotensi untuk pengembangan bioetanol. Produksi tanaman dunia mencapai 200 Milyar ton per tahun, 90% diantaranya adalah limbah biomassa lignoselulosa [1]. Indonesia memiliki potensi limbah sekam padi yang sangat besar. Menurut data Badan Pusat Statistik, produksi padi Indonesia tahun 2018 adalah sebesar 56,54 juta ton Gabah Kering Giling (GKG). Diperkirakan terdapat limbah sekam padi sekitar 11 juta ton (kandungan sekam padi  $\pm$  20% GBK). Selama ini sekam padi belum dimanfaatkan secara optimal, petani hanya menumpuk dan membakarnya. Hal ini dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Sekam padi memiliki kandungan selulosa 37,48 %, hemiselulosa 10,4% dan lignin 16,71% [2]. Selulosa dan hemiselulosa dalam biomassa sekam padi dihidrolisa menghasilkan glukosa dan difermentasi dengan bantuan mikroorganisme membentuk alkohol, metana, furfural dan asam organik [3]. Selulosa dan hemiselulosa yang dalam dinding sel terikat kuat oleh lignin, sehingga *pretreatment* yang efektif untuk memisahkan selulosa dan hemiselulosa dari biomassa dengan mudah dan biaya rendah merupakan tujuan yang paling utama [4]. Sampai saat ini penelitian yang menggunakan metode yang efektif dan ekonomi masih perlu dikembangkan.

Berbagai metode pretreatment telah dikembangkan untuk memperbaiki proses hidrolisa lignoselulosa, diantaranya: menggunakan asam encer [5], [6], ammonia fiber explosion (AFEX) [7], [8], soaking in aqueous ammonia (SAA) [3], [9] dan alkaline pretreatment [10]–[12]. Namun beberapa dari teknologi ini masih menghasilkan yield gula yang rendah, kondisi suhu reaksi dan tekanan yang tinggi, biaya investasi dan pemrosesan yang tinggi dan risiko investasi yang besar. Sangat sedikit sekali literatur mengenai pretreatment sekam padi yang tersedia.

Penghilangan lignin dan swelling selulosa dengan aqueous ammonia dapat secara efektif menambah kemampuan enzim mengakses permukaan karbohidrat (selulosa dan hemiselulosa). Hal ini juga dapat meningkatkan konversi karbohidrat menjadi gula yang dapat difermentasi. Hanya sedikit publikasi yang fokus pada *Aqueous Ammonia Pretreatment* sekam padi. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode *Aqueous Ammonia* (AA), karena memiliki keuntungan diantaranya: menggunakan temperatur rendah, laju pengurangan lignin yang tinggi

[13], telah diaplikasikan pada jenis biomassa yang lain seperti tongkol jagung, jerami padi dan sorghum [8], [14]–[16].

Pretreatment dengan larutan asam encer bertujuan untuk menghilangkan kandungan hemiselulosa yang ada dalam biomassa lignoselulosa. Hemiselulosa yang telah larut, dapat dikonversikan menjadi xylosa dalam media asam dan bisa didegradasi lanjut dalam lingkungan asam kuat [5].

Setelah biomassa lignoselulosa diberi perlakuan (pretreatment), fraksi padat disakarifikasi oleh enzim dan glukosa difermentasi menjadi bioethanol. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk memproduksi bioethanol dari sekam padi dengan metode aqueous ammonia - dilute acid pretreatment dan hidrolisis enzimatik – fermentasi. Optimasi proses dilakukan dengan pemodelan CFD dan secara eksperimental.

### **Tujuan Khusus**

Penelitian ini memiliki tujuan khusus sebagai berikut: untuk memproduksi bioetanol berbahan baku sekam padi dengan praperlakuan *Aqueous Ammonia - Dilute Acid* dan hidrolisis enzimatik fermentasi serta mengoptimasi proses dengan pemodelan CFD. Untuk merealisasikan tujuan itu dilakukan usaha-usaha sebagai berikut:

1. Melakukan pretreatment lignoselulosa dengan *Aqueous Ammonia* dan larutan  $H_2SO_4$  encer untuk mendegradasi lignin yang terkandung dalam lignoselulosa
2. Melakukan proses hidrolisis enzimatik fermentasi
3. Memisahkan produk bioetanol dari kandungan air dengan proses distilasi
4. Merumuskan korelasi antara variabel kondisi pretreatment (konsentrasi *Aqueous Ammonia* dan  $H_2SO_4$  encer) dengan proses hidrolisis enzimatik fermentasi
5. Optimasi praperlakuan *Aqueous Ammonia - Dilute Acid* dan hidrolisis enzimatik fermentasi menggunakan CFD Modeling dengan software CFD ANSYS FLUENT 19
6. 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**

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, laju pertumbuhan ekonomi, dan perkembangan industrialisasi yang semakin pesat maka kebutuhan energi juga semakin meningkat. Akibatnya ketersediaan sumber energi utama dalam negeri akan semakin menipis. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pencarian bahan bakar pengganti minyak bumi dari sumber daya energi yang tersedia.

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 juga merupakan bahan pangan. Hal ini akan miliki dampak buruk bagi ketersediaan pangan. Jika BBN terus menerus diproduksi dari bahan pangan, maka akan terjadi kompetisi 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 produk yang berdaya guna. Sementara sekam padi memiliki rpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan baku bioetanol generasi kedua. Sekam padi memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang dapat dihirolisis menjadi glukosa yang selanjutnya dapat diperlakukan menjadi bioetanol.

Memproduksi bioetanol dari biomassa lignoselulosa lebih sulit dari pada yang berasal dari gula atau pati-pati. 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 diantaranya adalah *Aqueous Ammonia - Dilute Acid*. Lalu dilanjutkan dengan hidrolisis enzimatik fermentasi.

Penelitian ini fokus pada penggunaan aqueous ammonia sebagai agen aktif untuk menurunkan kadar lignin pada biomassa. Pretreatment ammonia dengan atau tanpa panas telah menunjukkan keberhasilan dalam mengurangi kadar lignin dalam biomassa lignoselulosa [13]. Ammonia

merupakan reagen yang selektif, non korosif dan harganya murah merupakan salah satu metode pretreatment pilihan yang tepat [5]. Peneliti lain [19] telah melaporkan bahwa 85 % lignin dan 71,7% hemiselulosa dalam jerami padi dapat dihilangkan dengan aqueous ammonia pada suhu 190°C selama 20 menit perlakuan.

Pretreatment kimia dengan larutan asam sulfat encer yang dikombinasikan dengan hidrolisis enzimatik dipertimbangkan sebagai metode produk bioethanol dari lignoselulosa yang menjanjikan [20]. Pretreatment jenis ini dapat menghasilkan hidrolisis hemiselulosa dan sebagian selulosa yang menghasilkan recoveri hemiselulosa yang tinggi dalam fraksi filtrat dan kandungan selulosa yang tinggi pada fraksi substrat [21]. Pretreatment ini telah berhasil dikembangkan untuk biomassa lignoselulosa. Metode ini memberikan laju reaksi yang tinggi dan memperbaiki hidrolisis selulosa [22].

Pada penelitian ini, software CFD FLUENT ANSYS 19 yang merupakan paket CFD, digunakan untuk menggambarkan pola alir multifasa dan mensimulasi kondisi operasi di dalam reaktor. Dari pemodelan pencampuran aliran multifasa, akan dikembangkan suatu model yang melibatkan reaksi hidrolisis dan fermentasi, sehingga didapatkan kondisi operasi yang optimum. Berdasarkan uraian di atas, maka diteliti tentang praperlakuan *Aqueous Ammonia - Dilute Acid* yang dilanjutkan dengan hidrolisis enzimatik fermentasi untuk memproduksi bioetanol berbahan baku sekam padi: optimasi proses dengan pemodelan CFD.

#### IV. TINJAUAN PUSTAKA

Pretreatment biomassa lignoselulosa merupakan tahapan yang paling penting untuk menghasilkan hidrolisis enzim yang efisien. Proses pretreatment membutuhkan biaya operasi yang tinggi dan dapat mempengaruhi biaya produksi etanol. Lignin, hemiselulosa dan acetil merupakan penghalang (inhibitor) enzim untuk mengakses substrat selulosa [3]. Sakarifikasi tanpa pretreatment menghasilkan yield 20%, sedangkan proses sakarifikasi dengan adanya pretreatment awal menghasilkan yield sekitar 90% [17]. Penghilangan hemiselulosa dan lignin dari biomassa merupakan tahapan yang sangat penting dalam memproduksi bioethanol dari selulosa.

*Alkaline pretreatment* menyebabkan rusaknya struktur lignin dan memecah ikatan antara lignin dan fraksi karbohidrat di dalam biomassa lignoselulosa yang membuat karbohidrat lebih mudah diakses oleh enzim saat sakarifikasi. Reaktifitas polisakarida sisa dapat meningkatkan jumlah lignin yang terbuang [4]. Metode *Alkaline pretreatment* ini juga dapat menghilangkan senyawa asetil dan senyawa lain pada hemiselulosa sehingga menambah aksesibilitas enzim ke permukaan selulosa [18].

Penggunaan ammonia untuk pretreatment biomassa lignoselulosa dapat menghasilkan swelling dan menambah porositas biomassa, mengurangi derajat polimerisasi, meningkatkan kristalinitas selulosa dan menghasilkan proses delignifikasi yang efektif [16]. Metode pretreatment yang efektif dan ekonomis, menggunakan temperatur rendah, lebih cocok untuk reaktor yang tidak memerlukan panas berlebih. Pretreatment dengan temperature rendah juga bisa memaksimalkan recovery karbohidrat dengan pembentukan inhibitor fermentasi yang rendah. Penelitian ini fokus pada penggunaan aqueous ammonia sebagai agen aktif untuk menurunkan kadar lignin pada biomassa. Pretreatment ammonia dengan atau tanpa panas telah menunjukkan keberhasilan dalam mengurangi kadar lignin dalam biomassa lignoselulosa [13]. Ammonia merupakan reagen yang selektif, non korosif dan harganya murah merupakan salah satu metode pretreatment pilihan yang tepat [5]. Peneliti lain [19] telah melaporkan bahwa 85 % lignin dan 71,7% hemiselulosa dalam jerami padi dapat dihilangkan dengan aqueous ammonia pada suhu 190°C selama 20 menit perlakuan.

Pretreatment kimia dengan larutan asam sulfat encer yang dikombinasikan dengan hidrolisis enzimatik dipertimbangkan sebagai metode produk bioethanol dari lignoselulosa yang menjanjikan [20]. Pretreatment jenis ini dapat menghasilkan hidrolisis hemiselulosa dan sebagian selulosa yang menghasilkan recoveri hemiselulosa yang tinggi dalam fraksi filtrat dan kandungan selulosa yang tinggi pada fraksi substrat [21]. Pretreatment ini telah berhasil dikembangkan untuk biomassa lignoselulosa. Metode ini memberikan laju reaksi yang tinggi dan memperbaiki hidrolisis selulosa [22].

Karena suhu pretreatment tinggi dan kondisi asam, maka gula dapat dihasilkan melalui hidrolisis didegradasi menghasilkan dua komponen: furfural (degradasi pentosa menjadi xilosa dan arabinosa) dan 5-hidroksimetilfurufural (degradasi heksosa menjadi glukosa, mannosa dan galaktosa). Degradasi ini dapat mengurangi total yield monomer gula dan senyawa ini merupakan inhibitor untuk proses fermentasi berikutnya [6]. Peneliti terdahulu [6] melakukan optimasi proses pretreatment sekam padi menggunakan asam untuk memperoleh gula yang dapat difermentasi menjadi bioethanol. Kondisi optimum dicapai pada saat konsentrasi asam sulfat 0.3 % (w/v) dan waktu pretreatment 33 menit. Sekam padi yang telah diberi perlakuan, dihidrolisis secara enzimatik menghasilkan 50% produk dengan 25% merupakan gula total selama 48 jam reaksi. Konversi gula ke bioethanol diperoleh sebesar 84%.

Berdasarkan pertimbangan diatas, penelitian ini menggunakan pretreatment *Aqueous Ammonia* diikuti dengan pretreatment menggunakan larutan asam sulfat encer, untuk menghilangkan kandungan lignin dan mendapatkan sarkifikasi yang efisien. Sekam padi diberi perlakuan *Aqueous Ammonia* bertujuan untuk menghilangkan kandungan lignin. Sementara perlakuan asam sulfat dilakukan untuk menghilangkan hemiselulosa.

Hidrolisis polisakarida biasanya dikatalisis dengan enzim hidrolitik, karena hidrolisis menghasilkan yield yang lebih baik daripada hidrolisis katalisa asam [23]. Kondisi optimum enzim selulase dalam hidrolisis enzimatik adalah pada kondisi pH 4,8 dan temperatur 45-50°C. Selulase merupakan campuran setidaknya 3 enzim yang berbeda [24]: endoglucanase (EG, endo-1,4-d-glucanohydrolase, atau EC 3.2.1.4) yang menyerang bagian kristanilitas rendah di dalam fiber selulosa, menghasilkan rantai-ujung bebas; exoglucanase atau cellobiohydrolasa (CBH, 1,4-

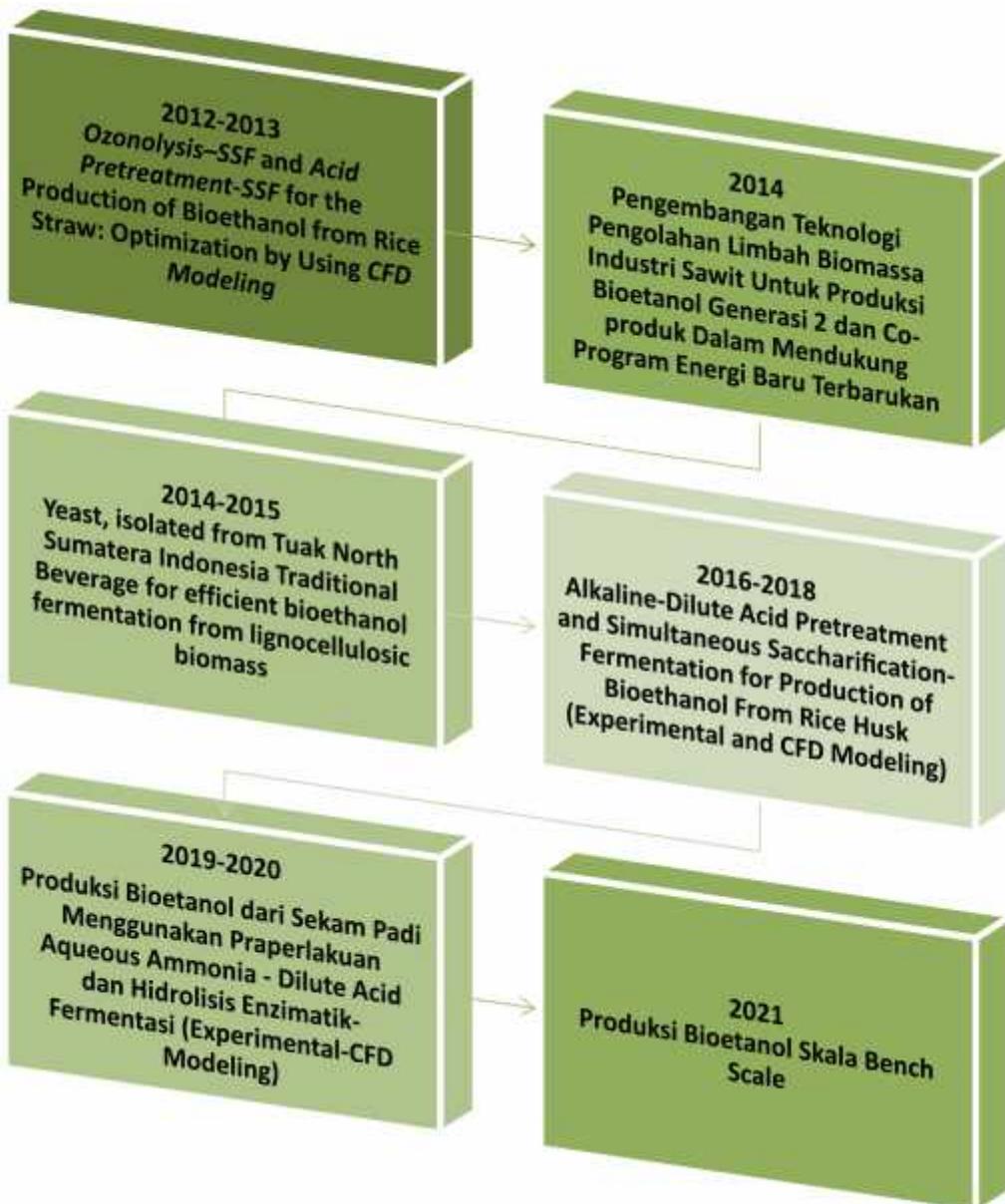
b-d-glucan cellobiohydrolase, atau EC 3.2.1.91) yang mendegradasi molekul lanjut melalui penghilangan unit cellobiose dari rantai-ujung bebas; dan -glucosadase (EC 3.2.1.21) yang menghidrolisa selobiosa menghasilkan glukosa. Glukosa dan xylosa merupakan 2 gula dominan dalam hidrolisat lignoselulosa setelah disakarifikasi. Keduanya perlu difermentasi lanjut, namun sampai saat ini belum ada mikroorganisme yang bisa mengkonversi semua gula ke etanol dengan yield yang tinggi [25]. Beberapa faktor yang mempengaruhi hidrolisis selulosa diantaranya [26]: karakteristik enzim (adsorpsi, inhibisi, sinergisitas, aktivitas) dan karakteristik substrat (derajat polimerisasi, kristalinitas, area permukaan yang bisa diakses, kandungan lignin). Studi kali ini meneliti hidrolisis enzimatik sekam padi yang telah diberi perlakuan *Aqueous Ammonia* (AA) dan *dilute acid* (DA) dengan bantuan crude enzim yang diproduksi dari *Aspergillus Niger* dan *Trichoderman Reesei*. Selanjutnya difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* untuk memproduksi bioethanol.

Setelah pretreatment, produksi bioetanol dari biomass lignoselulosa memiliki dua tahap proses, yaitu konversi enzimatik selulosa menjadi gula yang bisa di fermentasi (Sakarifikasi atau Hidrolisis) dan konversi gula menjadi bioethanol melalui fermentasi. Hidrolisis dan fermentasi dapat dilakukan secara terpisah yang dikenal dengan *Separate Hydrolysis and Fermentation* (SHF) atau secara simultan yang dikenal dengan *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF).

Dalam SHF, biomasssa yang telah diberi perlakuan dihidrolisis menjadi glukosa dan difermentasi lanjut menjadi bioetanol di dalam reaktor terpisah. Hidrolisis dan fermentasi dilakukan pada temperatur optimum yaitu 50°C untuk hidrolisis dan 37°C untuk fermentasi menggunakan yeast. Kekurangan proses ini adalah adanya akumulasi produk hidrolisis dalam reactor enzimatik yang menyebabkan penghalang balik sistem enzim sellulotik. Aktifitas enzim dihalangi oleh gula yang dihasilkan terutama selobiosa dan glukosa. Kelemahan lain dari proses ini adalah terkontaminasinya mikroba karena waktu inkubasi dalam proses hidrolisis yang lebih lama.

SSF merupakan proses hidrolisis dan fermentasi yang dilakukan dalam satu reaktor. Pada proses ini, glukosa yang dihasilkan melalui hidrolisis enzimatik, difermentasi langsung oleh

mikroorganisme. Konsentrasi gula rendah dijaga dalam media, sehingga mengurangi inhibitor enzim selulase. Temperatur optimum SSF dijaga sekitar 38°C. *Trichoderma reesei* dan *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroorganisme yang sering digunakan dalam proses ini. Berikut kelebihan dari proses SSF [24]: (1) Meningkatnya laju hidrolisis karena kurangnya zat yang dapat menghambat kinerja enzim; (2) Pemakaian enzim lebih sedikit; (3) yield etanol yang dihasilkan lebih tinggi (4) Kondisi lebih steril; (5) waktu proses lebih singkat; (6) Mengurangi biaya untuk proses pemisahan setelah reaksi hidrolisis.



Gambar 4.1. Road Map Penelitian

## V. METODE

Proses pretreatment, hidrolisis enzimatik dan fermentasi dioptimasi terlebih dahulu dengan pemodelan CFD ANSYS FLUENT 19 sebelum dilakukan penelitian secara eksperimental,

### Pemodelan CFD Dan Prosedur Numeris

*ANSYS CFD Fluent 19* melibatkan penyelesaian numeris persamaan-persamaan differensial parsial yang menggambarkan hukum dasar fluida, perpindahan massa, perpindahan energi serta persamaan pendukung lainnya. Persamaan-persamaan yang diperlukan antara lain [30]:

Persamaan-persamaan Konservasi

*Persamaan kontinuitas fasa i (i = fluida, solid):*

$$\frac{\partial}{\partial t}(\dots_i v_i) + \nabla \cdot (\dots_i v_i \mathbf{U}_i) = S_m \quad (1)$$

dimana:  $v_f + v_s = 1$  (2)

dan  $S_m$  merupakan pertambahan massa karena adanya reaksi kimia

*Persamaan konservasi momentum fasa i (i = fluida, solid, k i)*

$$\frac{\partial}{\partial t}(\dots_i v_i \mathbf{U}_i) + \nabla \cdot (\dots_i v_i \mathbf{U}_i \mathbf{U}_i) = -v_i \nabla P - \nabla P_s + \nabla \cdot \mathbf{f}_i + \dots_i v_i \mathbf{g} - \mathbf{S}(\mathbf{U}_i - \mathbf{U}_k) \quad (3)$$

*Persamaan konservasi energi fasa i:*

$$\frac{\partial}{\partial t}(\dots_i v_i H_i) + \nabla \cdot (v_i \dots_i \mathbf{U}_i H_i) = -v_i \frac{\partial P_i}{\partial t} + \dots_i : \nabla \mathbf{U}_i - \nabla \cdot \mathbf{q}_i + S_i \quad (4)$$

dimana:  $H_i = \sum_i v_i \int_{T_{ref}}^T C_p_i dT$  (5)

*Koefisien pertukaran Fluida-Solid*

Untuk aliran multifasa Eulerian-eulerian, pertukaran momentum antar fasa didasarkan pada nilai koefisien pertukaran fluida-solid ( $S$ ). Untuk Syamlal-O'Brian Model:

$$S = \frac{3}{4} C_D \frac{\dots_f}{d_s} \frac{1}{v_{r,s}^2} |\mathbf{U}_s - \mathbf{U}_f| \quad (6)$$

*Drag coefficient* untuk Syamlal-O'Brian model,  $C_D$ :

$$C_D = \left( 0.63 + \frac{4.8}{\sqrt{\text{Re}_s / v_{r,s}}} \right)^2 \quad (7)$$

dimana:

$$\text{Re}_s = \frac{\rho_f d_s |\mathbf{U}_s - \mathbf{U}_f|}{\mu_f} \quad (8)$$

$$v_{r,s} = 0.5 \left( A - 0.06 \text{Re}_s + \sqrt{(0.06 \text{Re}_s)^2 + 0.12 \text{Re}_s (2B - A) + A^2} \right) \quad (9)$$

$$A = v_g^{4.14} \quad (10)$$

$$B = 0.8v_g^{1.28} \text{ untuk } v_g \leq 0.85 \text{ & } B = v_g^{2.65} \text{ untuk } v_g > 0.85 \quad (11)$$

*Tekanan Solid*

$$P_s = (1 + 2(1 + e_s) \gamma_s g_o) \gamma_s \Theta_s \quad (12)$$

$$= \gamma_s \Theta + 2g_o \gamma_s^2 \Theta (1 + e) \quad (13)$$

$\Theta$  adalah temperatur granular yang ada hubungannya dengan energi kinetik turbulensi gerakan partikel.  $e_s$  adalah koefisien restitusi partikel dan  $g_o$  adalah fungsi distribusi radial (Sinclair and Jackson, 1989):

$$g_o = \left[ 1 - \left( \frac{v_s}{v_{s,\max}} \right)^{\frac{1}{3}} \right]^{-1} \quad (14)$$

*Solids Shear Stress*

*Solid phase bulk viscosity*:

$$\sim_b = \frac{4}{3} v_s \cdot d_s g_o (1+e_s) \left( \frac{\Theta_s}{f} \right)^{1/2} \quad (15)$$

The solids phase shear viscosity:

$$\sim_s = \frac{2 \sim_{s,dil}}{(1+e_s) g_o} \left[ 1 + \frac{4}{5} (1+e_s) g_o v_s \right]^2 + \frac{4}{5} v_s \cdot d_s g_o (1+e_s) \left( \frac{\Theta_s}{f} \right)^{1/2} \quad (16)$$

Solid phase dilute viscosity:

$$\sim_{s,dil} = \frac{5}{16} v_s l_s \sqrt{2f \Theta_s} \quad (17)$$

$$\text{dimana } l_s = \frac{\sqrt{2}}{12} \frac{d_s}{v_s} \quad (18)$$

Temperatur Granular

$$\frac{3}{2} \frac{\partial}{\partial t} (\dots_s v_s \Theta_s) + \nabla \cdot (\dots_s v_s \mathbf{U}_s \Theta_s) = T_s : \nabla \mathbf{U}_s + \nabla \cdot (k_s \nabla \Theta_s) - \chi_s \quad (19)$$

Diffusion coefficient for granular energy,  $k_s$ :

$$k_s = \frac{2 k_{s,dil}}{(1+e_s) g_o} \left( 1 + \frac{6}{5} (1+e_s) g_o v_s \right)^2 + 2 v_s^2 \dots_s d_s g_o (1+e_s) \left( \frac{\Theta_s}{f} \right)^{1/2} \quad (20)$$

dimana:

$$k_{s,dil} = \frac{75}{64} v_s l_s \sqrt{2f \Theta_s} \quad (21)$$

The collisional energy dissipation,  $\chi_s$ :

$$\chi_s = 3(1-e_s^2) v_s^2 \dots_s g_o \Theta_s \left[ \frac{4}{d_s} \left( \frac{\Theta_s}{f} \right)^{1/2} - \nabla \mathbf{U}_s \right] \quad (22)$$

$k$ -È Turbulence Models

Diasumsi bahwa reaktor dibawah kondisi turbulen. Oleh karena itu, perlu menggunakan pemodelan turbulensi yang cocok untuk menggambarkan pengaruh fluktuasi turbulen kecepatan

dan variable lain.  $k-\epsilon$  model digunakan untuk menggambarkan gerakan turbulen dalam kedua fasa. Pada  $k-\epsilon$  model, viskositas turbulen didefinisikan sebagai sebagai:

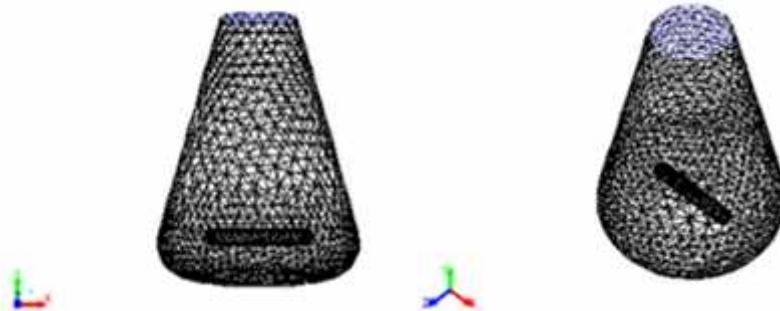
$$\tilde{\tau}_{t,i}^{(t)} = \nu_i C_\sim \frac{k^2}{\epsilon_i} \quad (23)$$

Energi kinetik turbulensi,  $k$ , dan laju dissipasi  $\epsilon$ , bisa dihitung dari persamaan perpindahan berikut:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\nu_i \nu_i k_i) + \nabla \cdot (\nu_i \nu_i k_i U_i) = \nabla \left( \nu_i \frac{\tilde{\tau}_t}{\tau_k} \nabla k_i \right) + (\nu_i G_k - \nu_i \epsilon_i) \quad (24)$$

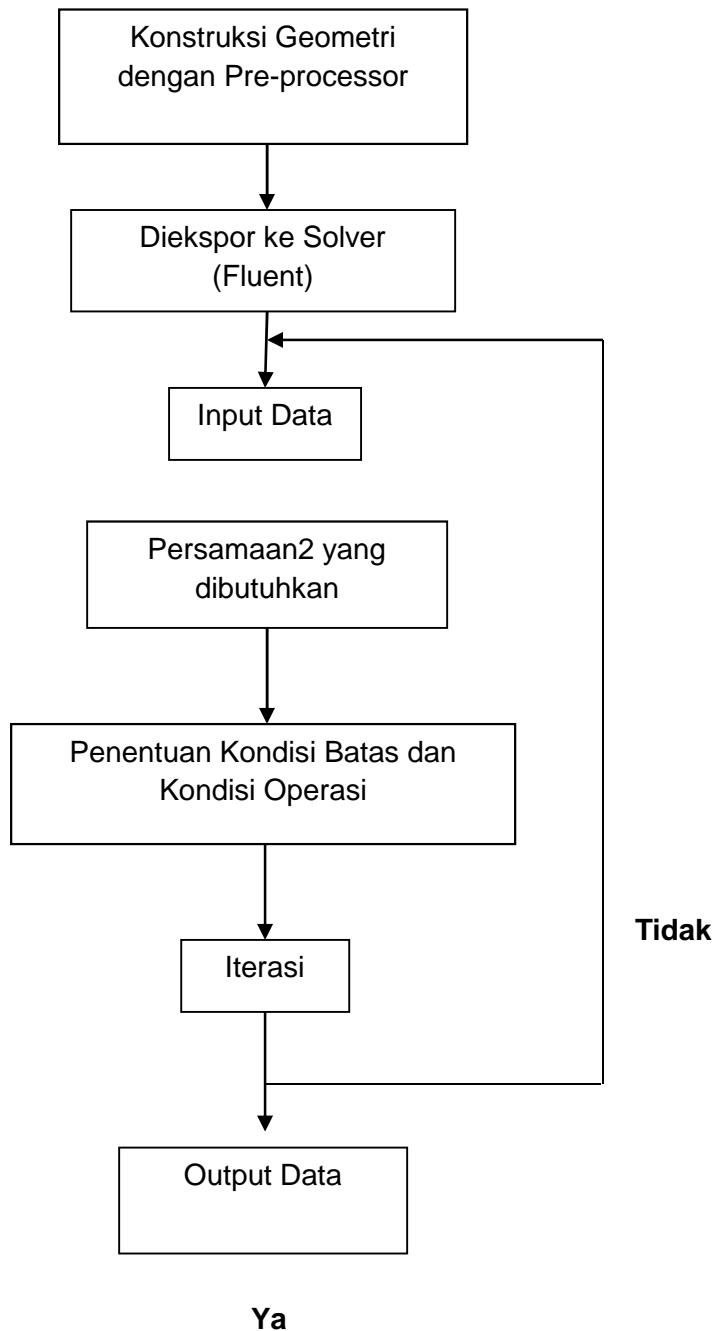
$$\frac{\partial}{\partial t} (\nu_i \epsilon_i) + \nabla \cdot (\nu_i \epsilon_i U_i) = \nabla \left( \nu_i \frac{\tilde{\tau}_t}{\tau_k} \nabla \epsilon_i \right) + \frac{\epsilon_i}{k} (C_{1\epsilon} \nu_i G_k - C_{2\epsilon} \nu_i \epsilon_i) \quad (25)$$

Geometri Reaktor yang dimodelkan:



Gambar 5.1. Geometri Reaktor

## Algoritma Pemodelan



Gambar 5.2. Algoritma Pemodelan

## **Pengadaan Bahan Baku**

Sekam padi diambil dari Sungai Lais Kabupaten Musi Banyuasin, lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1 hari. Selanjutnya sekam padi dihaluskan dengan *crusher* hingga menjadi serbuk dan diayak sampai berukuran 0.10 – 0.25 mm. Komposisi sekam padi (kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin) dianalisa dengan metode Chesson [27].

## ***Ammonia Aqueous dan Dilute Acid Pretreatment***

Serbuk sekam padi yang telah disiapkan, ditimbang sebanyak 50 gr dan dimasukkan kedalam erlenmeyer berukuran 1000 mL. Lalu larutan aqueous ammonia dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25% (v/v) ditambahkan ke dalam erlenmeyer. Rasio serbuk dan larutan aqueous ammonia adalah 1:10 (50 gr sekam padi dalam 500 mL larutan aqueous ammonia). Selanjutnya sampel dipanaskan pada variasi temperatur 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100°C dan tekanan 1 atm selama 5 jam. Tidak ada pengadukan selama pretreatment. Fase liquid (filtrat) dipisahkan dari fase padat (residu) dengan filter vakum, kemudian residu dicuci dengan air aquades. Lalu ditambahkan 250 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 2% v/v (terbaik), diaduk rata selama 1 menit. Kemudian slurry dipanaskan pada suhu 85°C selama 75 menit. Setelah itu, slurry didinginkan pada suhu kamar. Slurry dipisahkan dengan filter vakum. Lalu dilakukan analisa untuk kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin masing-masing perlakuan sesuai prosedur analisa dengan metode Chesson [27].

## **Hidrolisis Enzimatik**

100 gram sekam padi yang telah diberi praperlakuan sebelumnya, dimasukkan ke dalam erlenmeyer 1000 ml lalu ditambahkan larutan media (terdiri atas: ekstrak yeast 5 g/L; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 7,5g/L; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 3, 5 g/L; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0,75 g/L dan CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 1 g/L) dengan perbandingan 1 : 10 (b/v) dan mengatur pH ± 5. Kemudian disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121 °C selama 60 menit [28]. Setelah di *autoclave*, bubur sekam padi dibiarkan menjadi dingin dan selanjutnya ditambahkan enzim selulase dengan variasi kosentrasi 2% - 10% total fraksi enzim (10% artinya 10 mL enzim per 100 gram biomassa kering) dan menutup rapat erlenmeyer dengan gabus. Erlenmeyer ditempatkan di dalam water bath pada variasi suhu 50°C dan diaduk dengan pengaduk magnetik pada kecepatan 200 rpm. Setelah 24 jam, suhu diturunkan menjadi 30°C. Selanjutnya menganalisis kadar glukosa yang dihasilkan dengan

metode *Luff Schoorl* (Acuan prosedur SNI 3547-1-2008). Hasil hidrolisis kemudian langsung di fermentasi.

### **Persiapan Yeast *Sacharomicess Cerevisiae***

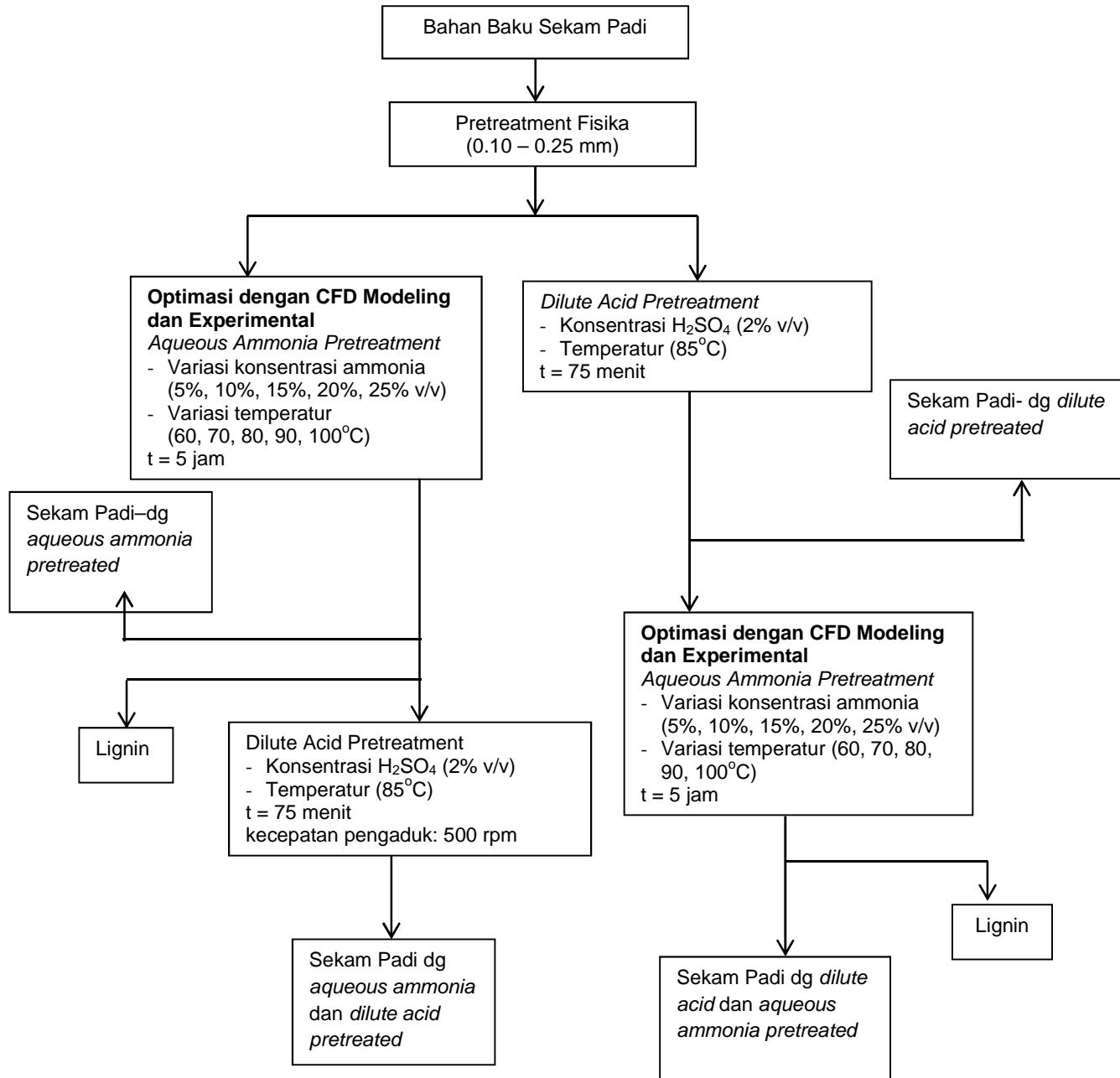
Pada penelitian ini mikroorganisme yang dipakai adalah *yeast sacharomicess cerevisiae*. Pre-kultur diinokulasi dengan satu loopfull yeast didalam 500 mL botol shake-flasks dengan 150 mL YPD-medium dan ditempatkan diatas infors HT Ecotron Rotary Shaker pada suhu 32 oC selama 24 jam. YPD-medium terdiri atas 10 gram ekstrak yeast, 20 gram pepton dan 20 gram glukosa.

### **Fermentasi**

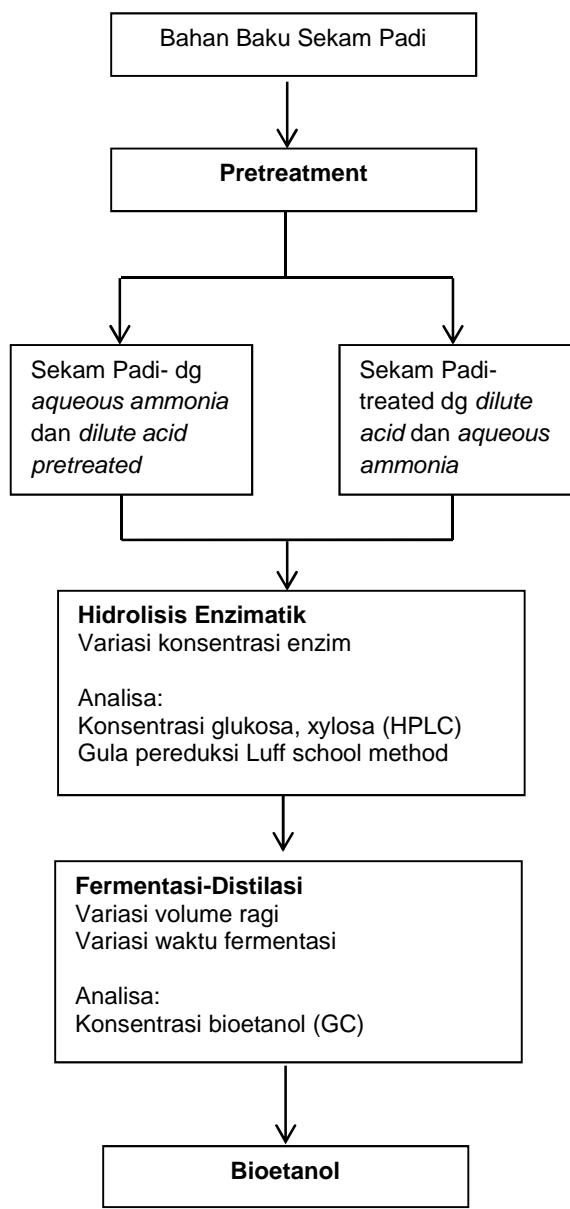
Mensterilkan alat-alat yang akan digunakan pada proses fermentasi dalam autoclave pada suhu 120 °C selama 20 menit. Kemudian mendinginkan alat-alat yang sudah disterilisasi. Fermentasi dimulai dengan menambahkan 1 mL pre-kultur (hasil isi total akhir 100 gram dan konsentrasi yeast *Saccharomyces Cerevisiae* awal 0,1 gram/liter) ke dalam Erlenmeyer yang berisi bubur dan diaduk pada 150 rpm pada 30°C sampai homogen. Variabel waktu fermentasi yang diteliti yaitu 3 – 7 hari, sedangkan perlakuan terhadap konsentrasi ragi *saccharomyces cereviseae* yaitu 10% - 40%. Konsentrasi ragi 10% yaitu penambahan ragi dengan 10% total fraksi ragi ( 10 ml ragi per 100 gram biomassa kering). Lalu erlenmeyer ditutup dengan karet penyumbat yang dilengkapi dengan dua cabang, satu untuk sampling dan satunya lagi untuk membuang CO<sub>2</sub>. Kemudian diletakkan pada *rotary shaker* 120 rpm selama variasi waktu fermentasi yang telah ditentukan. Selanjutnya memisahkan larutan dari residu dengan alat centrifuge sehingga diperoleh cairan alkohol + air. Etanol hasil fermentasi dianalisa dengan metode GC.

### **PURIFIKASI (DESTILASI)**

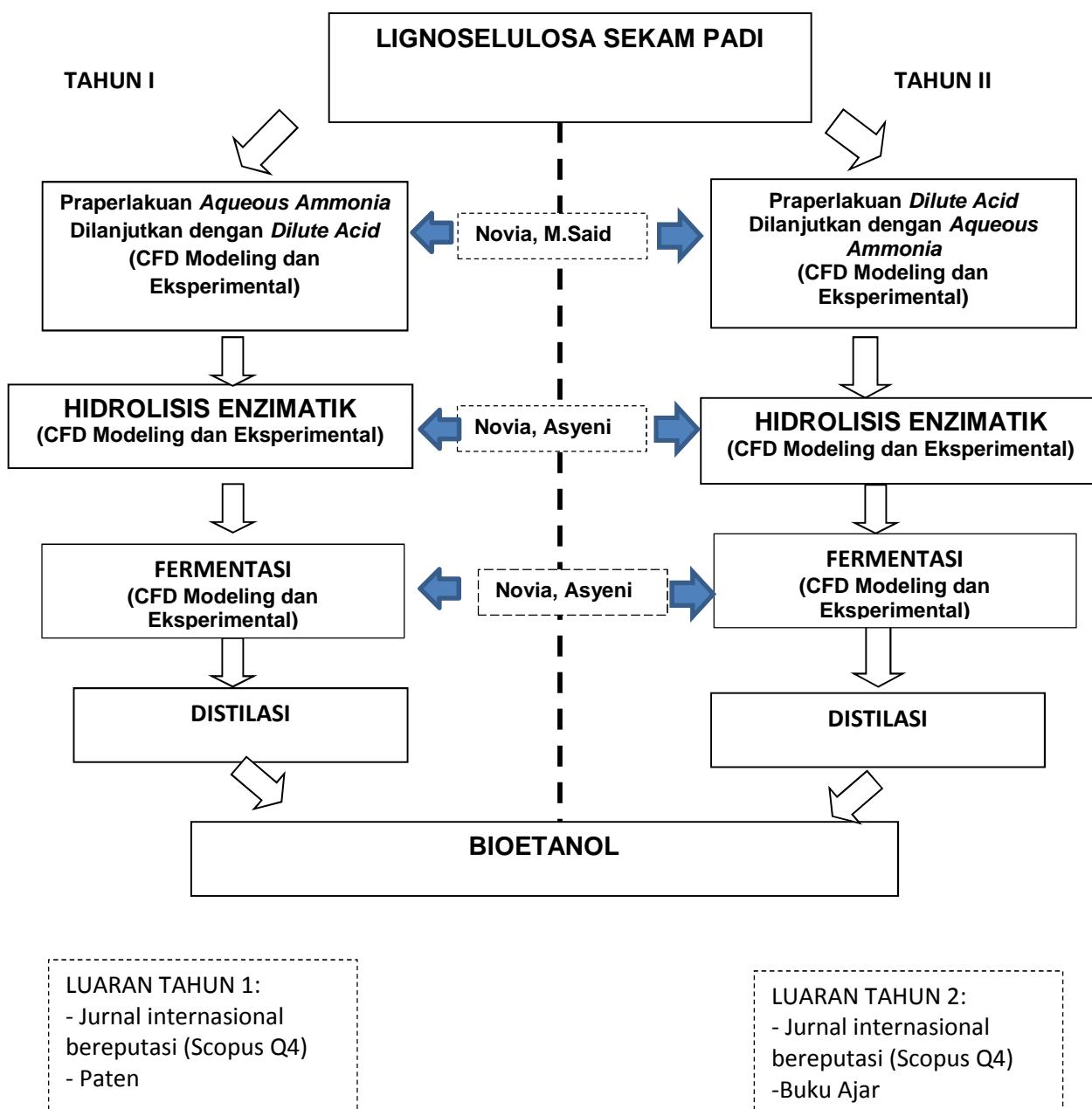
Cairan hasil fermentasi lalu dimasukkan kedalam labu destilasi. Temperatur pemanas dijaga pada suhu 80 °C. Proses destilasi dilakukan selama 1,5 – 2 jam sampai bioetanol tidak menetes lagi. Destilat (bioetanol) yang dihasilkan ditimbang dan dianalisa kadar bioetanolnya dengan metode GC.



Gambar 5.3. Diagram Alir Proses Pretreatment



Gambar 5.4. Diagram Alir Proses Hidrolisis Enzimatik & Fermentasi



Gambar 5.5. Tahapan Kegiatan Penelitian

## **VALIDASI HASIL MODELING DENGAN EKSPERIMENT**

Hasil CFD Modeling diverifikasi dengan hasil percobaan dan dianalisa.

### **Analisa Produk**

#### **Analisis Kadar Lignin dengan Metode Chesson [29]**

Untuk mengetahui kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin digunakan Metode Chesson Datta dengan prosedur pengujian:

Satu gram (a) sampel kering ditambahkan 150 ml H<sub>2</sub>O kemudian direfluks pada suhu 100 °C dengan water bath selama 1 jam. Hasil refluks disaring dan dicuci dengan air panas. Residu kemudian ditimbang (b). Residu ditambahkan 150 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N dan direfluks dengan water bath selama 1 jam pada suhu 100 °C. Hasil refluks disaring, dicuci dengan air sampai netral, dan dikeringkan (c). Pada residu kering ditambahkan 10 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam. Kemudian ditambahkan 150 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N dan direfluks dengan water bath selama 1 jam. Residu disaring dan dicuci dengan H<sub>2</sub>O sampai netral lalu dipanaskan dengan oven pada suhu 105 °C dan hasilnya ditimbang (d). Residu diabukan dan ditimbang (e). Selanjutnya kadar selulosa dan hemiselulosa (%) dalam sampel yang dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Kadar Selulosa} = (c-d)/a \times 100\%$$

$$\text{Kadar Hemiselulosa} = (b-c)/a \times 100\%$$

$$\text{Lignin (\%)} = (d-e)/a \times 100\%$$

#### Keterangan

a: ODW (Oven Dry Weight) awal sampel biomassa selulosa

b: ODW residu di refluks dengan air panas

c: ODW residu sampel setelah direfluks dengan 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

d: ODW residu sampel setelah diperlakukan dengan 72% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan kemudian diencerkan dengan 4% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

e: Abu dari residu sampel

#### **Penentuan metode luff Schoorl (Acuan prosedur SNI 3547-1-2008)**

Analisa bertujuan untuk menentukan kadar glukosa hasil sarkarifikasi. Prosedur Analisa :

## **1. Pembuatan Larutan Luff Schoorl**

Melarutkan 388 gram Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> anhidrat dalam kira-kira 300 mL air suling. Sambil diaduk, ditambahkan 50 gram asam sitrat yang telah dilarutkan dengan 50 mL air suling. Menambahkan 25 gram CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O yang telah dilarutkan dalam 100 mL air suling. Lalu memindahkan larutan tersebut ke dalam labu ukur 1 liter, ditepatkan isi sampai tanda garis dengan air suling dan dikocok. Kemudian biarkan semalam dan disaring.

## **2. Analisis Titrasi Luff Schoorl**

- Menyaring sampel, lalu sampel diambil sebanyak dari setiap perlakuan
- Menambahkan 25 ml larutan Luff Schoorl
- Sampel dididihkan selama 10 menit dalam erlenmeyer yang dilengkapi dengan pendingin balik
- Hasil pendidihan didinginkan dengan cepat dan ditambahkan dengan hati-hati 25 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 26,5% dan 15 ml larutan KI 20%
- Larutan dititrasi dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1N secara hati-hati sampai larutan berwarna kuning muda
- Ditambahkan indikator amilum 1%, larutan berubah menjadi biru.
- Titrasi dilanjutkan sampai warna biru tepat hilang
- Dilakukan titrasi terhadap blanko (25 ml aquadest) < volume masing-masing dicatat
- Kadar gula dihitung berdasarkan selisih titrasi blaanko dan titran sampel dengan menggunakan tabel gula menurut Luff schoorl (terlampir)

### **Analisis Density**

Analisis density digunakan untuk menganalisa kadar alkohol (etanol) yang diperoleh. Analisis density ini dilakukan dengan menggunakan alat piknometer 5 ml pada suhu kamar. Dimana prosedur perhitungan density dengan menggunakan piknometer yaitu :

1. Menimbang berat piknometer kosong pada suhu kamar sehingga diperoleh **a** gr.
2. Menimbang berat piknometer yang telah berisi aquadest penuh pada suhu kamar diperoleh **b** gr.
3. Menghitung volume piknometer dengan menggunakan rumus

$$Vol = \frac{b-a}{0.995797} = c \text{ ml}$$

4. Menimbang berat piknometer yang telah diisi penuh dengan zat (etanol) yang akan ditentukan densitynya pada suhu kamar diperoleh **d** gr.

$$Density = \frac{Berat \text{ piknometer } isi \text{ zat} - Berat \text{ piknometer } kosong}{Volume \text{ piknometer}}$$

$$Density = \frac{d - a}{c}$$

Dari density yang diperoleh, dapat ditentukan kadar alkohol (etanol) yang terkandung dengan melihat tabel density standar etanol pada suhu kamar. Analisa ini dilakukan terhadap hasil fermentasi yang telah di destilasi, untuk mengetahui kadar alkohol (etanol) yang terdapat dalam hasil fermentasi.

### **Analisis GC-MS**

Bioetanol dianalisis dengan GC-MS untuk melihat fraksi-fraksi dan komposisi kimia bioetanol yang dihasilkan.

### **Analisis Flash Point Dan Bilangan Oktan**

Analisis flas point dan bilangan oktan menggunakan metode ASTM

### **Analisis High Pressure Liquid Chromatography (HPLC)**

Untuk menganalisis kadar glukosa, xylosa, arabinosa, galaktosa, mannosa pada bahan baku maupun produk hasil fermentasi.

## PEMBAGIAN TUGAS

No.	Nama	Status Keanggotaan	Tugas/Tanggung Jawab	Lokasi Penelitian	Target Capaian
1.	Novia, ST, MT, Ph.D	Ketua Peneliti	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Bertanggung jawab dalam semua tugas dan tahapan penelitian</li> <li>2. Membagi tugas penelitian sesuai dengan ilmu dan keahlian masing2 peneliti</li> <li>3. Bertanggung jawab dalam keuangan dan pembelian bahan</li> <li>4. Bertanggung jawab dalam membuat draft publikasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Laboratorium Reaksi Kimia, Katalisi dan Bioproses</li> <li>2. Laboratorium Simulasi Proses dan Perancangan Pabrik</li> </ul>	Jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus Q4 <b>“Chemical and Biochemical engineering Quarterly”</b>
2.	Prof. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc, Ph.D	Anggota Peneliti	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Bertanggung jawab dalam pengadaan bahan baku</li> <li>2. Bertanggung jawab dalam tahapan praperlakuan <i>Aqueous Ammonia-Dilute Acid</i> baik secara modeling maupun eksperimental</li> <li>3. Mengedit draft publikasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Laboratorium Reaksi Kimia, Katalisi dan Bioproses</li> <li>2. Laboratorium Simulasi Proses dan Perancangan Pabrik</li> </ul>	Jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus Q4 <b>“Chemical and Biochemical engineering Quarterly”</b>
3.	Asyeni Miftahul Jannah, ST, MSi	Anggota Peneliti	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Bertanggung jawab dalam analisa bahan baku dan produk</li> <li>2. Bertanggung jawab dalam tahapan hidrolisis enzimatik – fermentasi dan distilasi (eksperimental)</li> <li>3. Membantu dalam pembuatan draft publikasi</li> <li>4.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Laboratorium Reaksi Kimia, Katalisi dan Bioproses</li> </ul>	Jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus Q4 <b>“Chemical and Biochemical engineering Quarterly”</b>

No.	Nama	Status Keanggotaan	Tugas/Tanggung Jawab	Lokasi Penelitian	Target Capaian
4.	Pebriantoni (03031381720002)	Mahasiswa	1. Membantu peneliti dalam proses penelitian 2. Tenaga administrasi	1. Laboratorium Reaksi Kimia, Katalisi dan Bioproses 2. Laboratorium Simulasi Proses dan Perancangan Pabrik	Jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus Q4 <b>“Chemical and Biochemical engineering Quarterly”</b>
5.	Muhammad Bayu (03031381720003)	Mahasiswa	1. Membantu peneliti dalam proses penelitian 2. Tenaga teknis	1. Laboratorium Reaksi Kimia, Katalisi dan Bioproses 2. Laboratorium Simulasi Proses dan Perancangan Pabrik	Jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus Q4 <b>“Chemical and Biochemical engineering Quarterly”</b>
6.	Darmawilly Iteh (03031281621040)	Mahasiswa	1. Membantu peneliti dalam proses penelitian 2. Tenaga teknis	1. Laboratorium Reaksi Kimia, Katalisi dan Bioproses 2. Laboratorium Simulasi Proses dan Perancangan Pabrik	Jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus Q4 <b>“Chemical and Biochemical engineering Quarterly”</b>
7.	Christanty (03031281621036)	Mahasiswa	1. Membantu peneliti dalam proses penelitian 2. Tenaga teknis	1. Laboratorium Reaksi Kimia, Katalisi dan Bioproses 2. Laboratorium Simulasi Proses dan Perancangan Pabrik	Jurnal internasional bereputasi terindeks Scopus Q4 <b>“Chemical and Biochemical engineering Quarterly”</b>

## VI. HASIL PENELITIAN

### Data Hasil Penelitian Dengan Pemodelan CFD

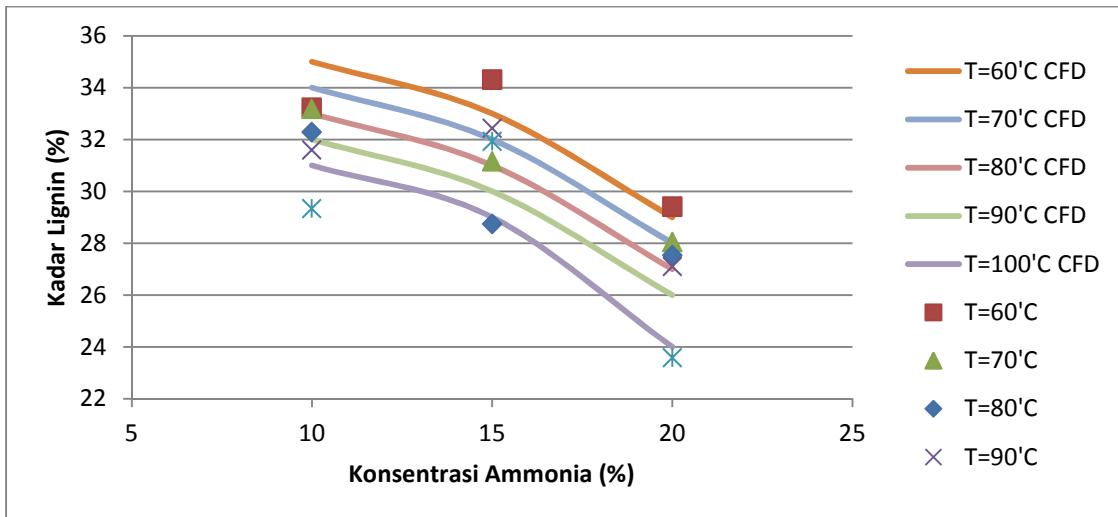
Parameter yang dimodelkan adalah variasi konsentrasi ammonia 10, 15 dan 20 % dengan variasi suhu pretreatment antara 60-100 °C. Yang dianalisa pada pemodelan ini adalah kadar lignin setelah proses pretreatment. Karena lignin merupakan inhibitor pada proses hidrolisis selanjutnya, maka semakin besar penurunan kadar lignin pada proses pretreatment, maka hasil glukosa dan bioetanol yang dihasilkan semakin baik. Adapun kadar lignin hasil experimental dan pemodelan CFD ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 6.1** Data Hasil Penelitian Kadar Lignin Secara Eksperimental dan Pemodelan CFD

Konsentrasi NH <sub>4</sub> OH % (v/v)	Suhu (°C)	Lignin (%)	
		Exp	CFD
Tanpa <i>Pretreatment</i>	-	37,22	37,22
10	60	33,22	35,00
	70	33,18	34,00
	80	32,29	33,00
	90	31,59	32,00
	100	29,34	31,00
	60	34,31	33,00
15	70	31,15	32,00
	80	28,74	31,00
	90	32,43	30,00
	100	31,93	29,00
	60	29,41	29,00
	70	28,04	28,00
20	80	27,53	27,00
	90	27,10	26,00
	100	23,59	24,00

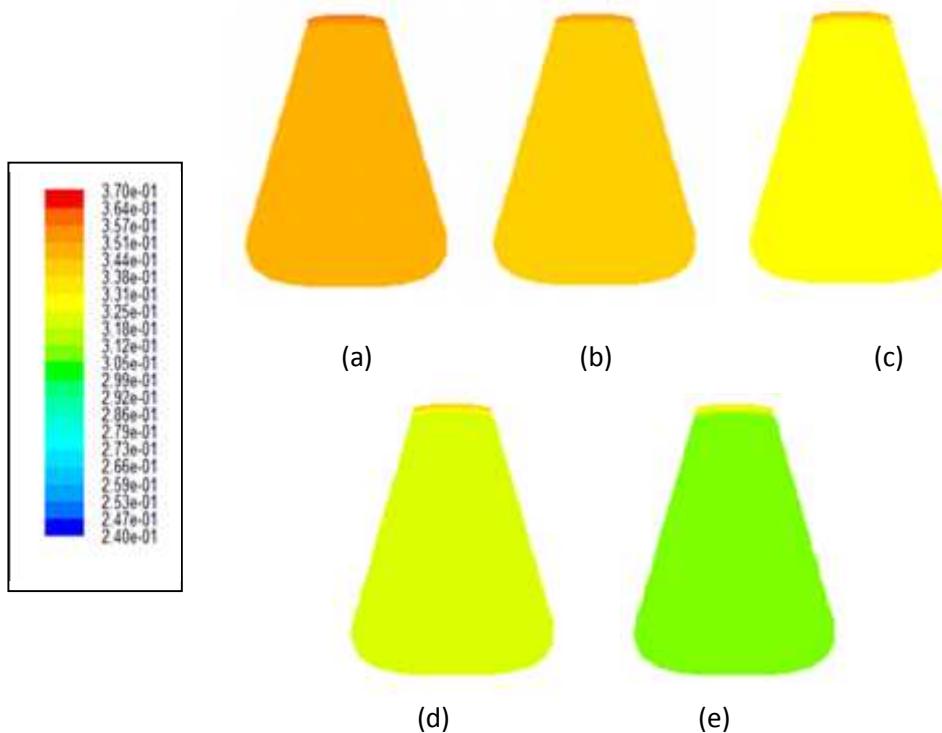
Dari tabel diatas terlihat bahwa hasil pemodelan dengan CFD menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ammonia yang dipakai, maka kadar lignin semakin kecil. Demikian juga dengan temperatur, semakin naik temperatur pretreatment maka semakin rendah kadar lignin yang dihasilkan. Hal ini menjadi dasar bagi peneliti untuk melakukan eksperimental di laboratorium. Oleh karena itu, diputuskan bahwa variabel yang diujikan secara eksperimental adalah: variasi konsentrasi ammonia 5 - 25 % dengan variasi suhu pretreatment antara 60-100 °C.

## Validasi hasil pemodelan dengan CFD dan eksperimental



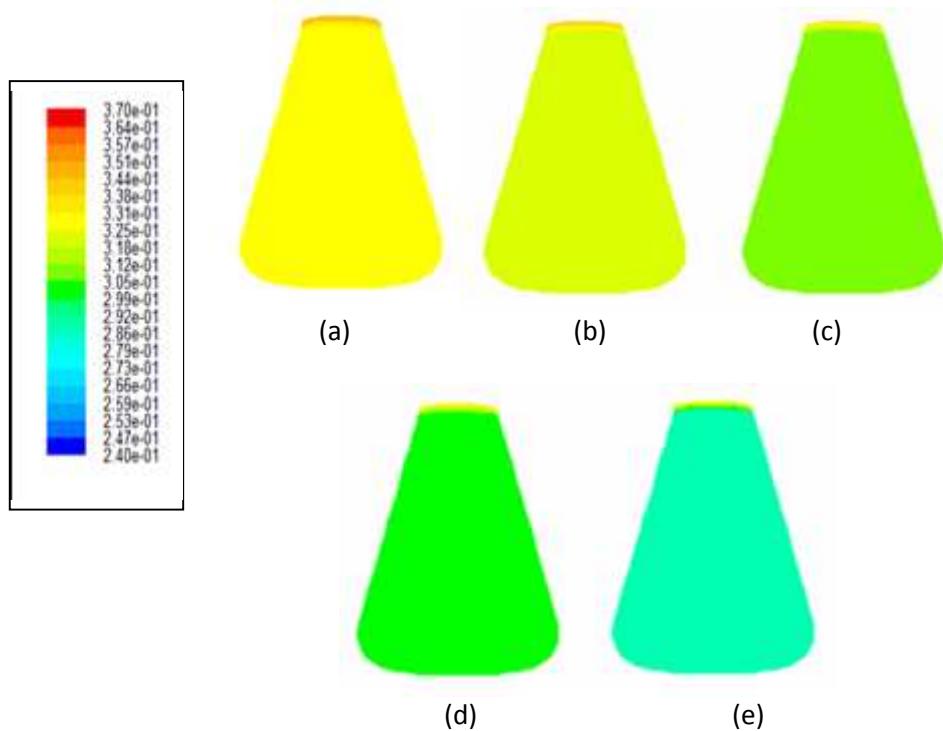
Gambar 6.1 Pengaruh Konsentrasi Ammonia terhadap Kadar Lignin pada Berbagai Temperatur secara Eksperimental dan Pemodelan CFD.

Gambar 6.1 diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ammonia yang digunakan, maka semakin rendah kadar lignin yang dihasilkan baik secara eksperimental maupun pemodelan CFD. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ammonia secara signifikan meningkatkan juga proses deliginifikasi. Peningkatan temperatur pretreatment juga secara signifikan menurunkan kadar lignin pada sekam padi. Dari hasil pemodelan ditunjukkan bahwa konsentrasi ammonia optimum adalah 20%, sementara temperatur pretreatment optimum adalah 100 °C. Kadar lignin minimum yang dihasilkan dari pemodelan CFD adalah 24%.

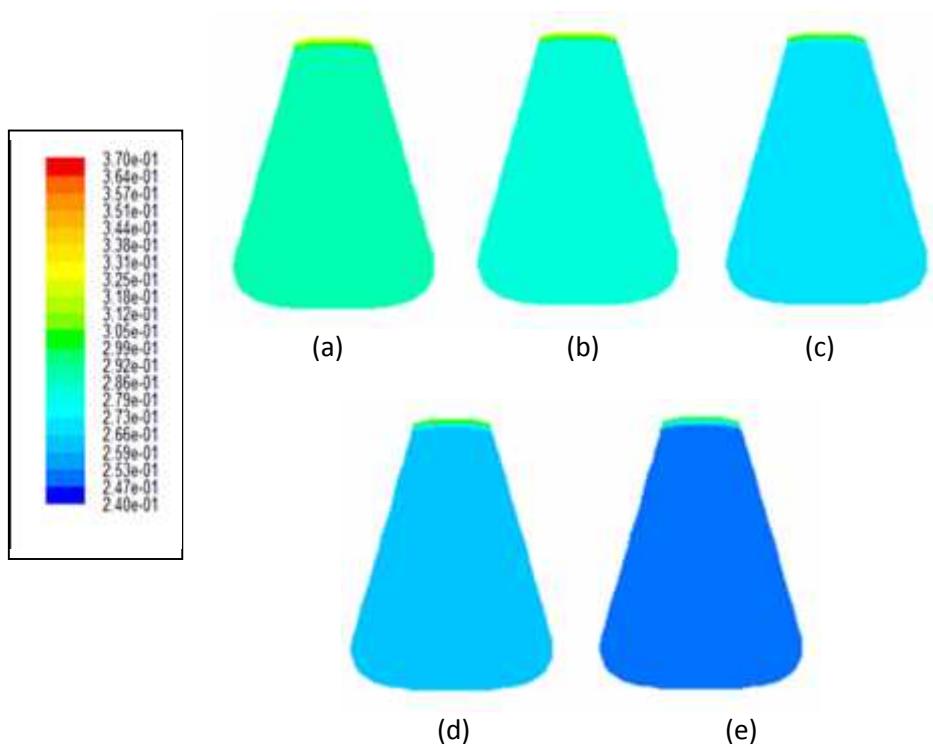


Gambar 6.2. Profil Kadar Lignin pada Konsentrasi ammonia 10% dan Berbagai Temperatur dengan Pemodelan CFD (ANSYS 19.2): (a)  $T=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (b)  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (c)  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (d)  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (e)  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

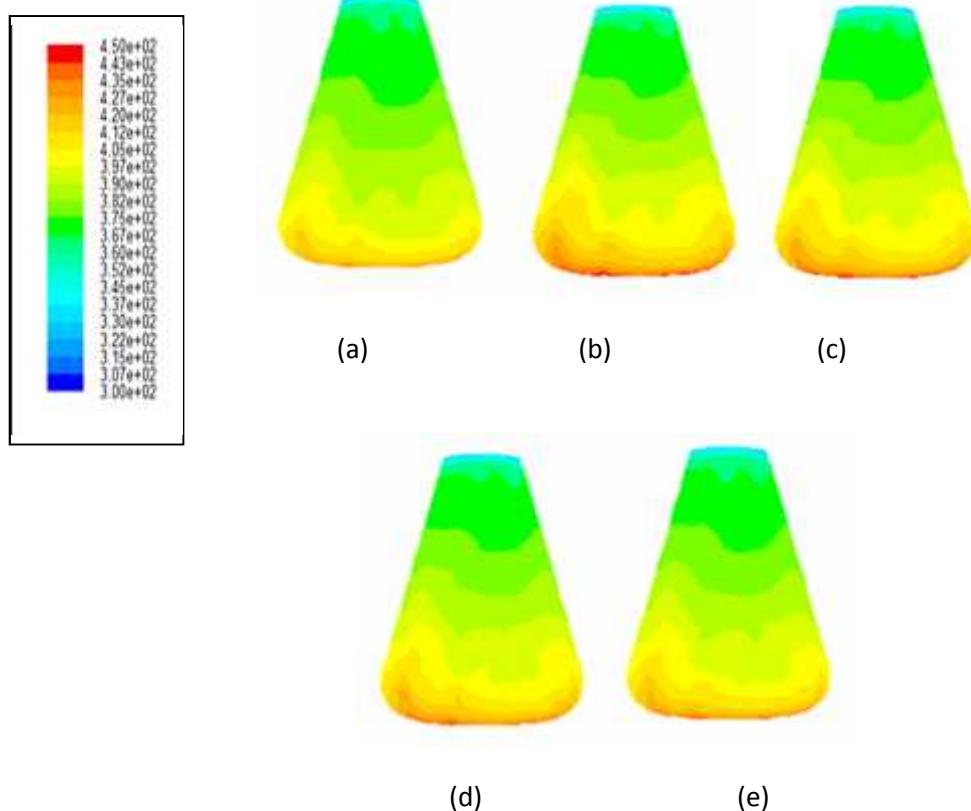
Dari Gambar 6.2 terlihat bahwa dengan semakin bertambahnya temperatur pretreatment, maka kadar lignin dalam sekam padi semakin berkurang. Hal ini dikarenakan suhu yang tinggi dapat mempercepat proses larutnya lignin ke dalam ammonia. Namun setelah dilakukan kajian eksperimental, tersuhu yang terlalu tinggi juga tidak bagi selulosa. Sehingga temperatur tertinggi dipilih pada penelitian ini adalah  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 6.3. Profil Kadar Lignin pada Konsentrasi ammonia 15% dan Berbagai Temperatur dengan Pemodelan CFD (ANSYS 19.2): (a)  $T=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (b)  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (c)  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (d)  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (e)  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 6.4. Profil Kadar Lignin pada Konsentrasi ammonia 20% dan Berbagai Temperatur dengan Pemodelan CFD (ANSYS 19.2): (a) T=60 °C, (b) 70 °C, (c) 80 °C, (d) 90 °C, (e) 100 °C.



Gambar 6.5. Profil Suhu pada Konsentrasi ammonia 20% dan Berbagai Temperatur dengan Pemodelan CFD (ANSYS 19.2): (a)  $T=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (b)  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (c)  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (d)  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , (e)  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## Data Hasil Penelitian Eksperimental

Tabel 6.2 merupakan data hasil *pretreatment* terhadap serbuk sekam padi dengan *Soaking in Aquoeus Ammonia (SAA) – Dilute Acid*.

**Tabel 6.2** Data Hasil Penelitian secara Eksperimental

Konsentrasi NH <sub>4</sub> OH %	Suhu (°C)	Kode Sampel	Hasil Analisa Komposisi Sekam Padi				
			a	b	c	d	e
<b>Tanpa <i>Pretreatment</i></b>	-	-	1,0035	0,9335	0,8836	0,4919	0,1201
<b>5</b>	60	A1	1,0098	0,9426	0,9092	0,6331	0,1669
	70	A2	1,0048	0,9852	0,9310	0,5634	0,1543
	80	A3	1,0290	0,9593	0,9325	0,5646	0,1619
	90	A4	1,0066	0,9968	0,9249	0,5425	0,1685
	100	A5	1,0182	0,9721	0,9176	0,5242	0,1305
	60	B1	1,0147	1,0236	0,9711	0,4970	0,1672
<b>10</b>	70	B2	1,0163	1,0142	0,9700	0,4960	0,1669
	80	B3	1,0063	1,0002	0,9566	0,4774	0,1555
	90	B4	1,0058	0,9990	0,9590	0,4700	0,1550
	100	B5	1,0118	1,0001	0,9466	0,4671	0,1758
	60	C1	1,0224	0,9801	0,9721	0,4908	0,1495
	70	C2	1,0477	1,0030	0,9704	0,4808	0,1774
<b>15</b>	80	C3	1,0132	1,0050	0,9800	0,4374	0,1520
	90	C4	1,0876	1,0792	1,0675	0,5334	0,1790
	100	C5	1,0245	1,0065	0,9656	0,4850	0,1636
	60	D1	1,0120	0,9629	0,9312	0,3714	0,0782
	70	D2	1,0148	0,9724	0,9420	0,3814	0,1025
	80	D3	1,0072	0,9744	0,9305	0,3646	0,0899
<b>20</b>	90	D4	1,0329	0,9942	0,9621	0,4055	0,1389
	100	D5	1,0072	0,9782	0,9367	0,3599	0,1249
	60	E1	1,0014	0,9365	0,9277	0,4941	0,1572
	70	E2	1,0119	0,9428	0,9040	0,4702	0,1548
	80	E3	1,0640	1,0235	0,9866	0,4878	0,1707
	90	E4	1,0659	1,0230	0,9939	0,4920	0,1605
<b>25</b>	100	E5	1,0694	1,0244	1,0206	0,5055	0,1462

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 abu dari residu sampel.

## Data Hasil Analisa

### Data Hasil Analisa *Pretreatment*

Pada tabel 6.3 berikut ini disajikan data hasil analisa metode Chesson (Datta, 1981) pada *pretreatment soaking in aqueous ammonia (SAA) – dilute acid* dari sekam padi, dengan meninjau pengaruh variasi konsentrasi *ammonia* dan suhu *pretreatment* terhadap kadar selulosa, hemiselulosa, lignin, *Hot Water Soluble (HWS)* dan abu.

**Tabel 6.3.** Data Analisa Komposisi Sekam Padi Sebelum dan Sesudah *Pretreatment*

Konsentrasi NH <sub>4</sub> OH % (v/v)	Suhu (°C)	Kode Sampel	Hasil Analisa Komposisi Sekam Padi				
			HWS (%)	Hemi Selulosa (%)	Selulosa (%)	Lignin (%)	Abu (%)
<b>Tanpa <i>Pretreatment</i></b>	-	-	7,33	5,30	39,34	37,22	11,97
<b>5</b>	60	A1	7,63	4,22	28,22	46,78	16,53
	70	A2	2,43	5,86	37,03	40,98	15,36
	80	A3	9,67	5,31	38,38	40,73	15,73
	90	A4	1,63	7,80	38,60	37,51	16,74
	100	A5	6,35	7,09	40,28	39,60	12,82
	60	B1	0,59	6,66	48,13	33,22	16,48
<b>10</b>	70	B2	1,84	5,98	48,20	33,18	16,42
	80	B3	1,24	4,96	48,22	32,29	15,45
	90	B4	1,26	4,55	49,17	31,59	15,41
	100	B5	2,34	6,45	48,49	29,34	17,37
	60	C1	6,38	2,93	49,21	34,31	14,62
	70	C2	9,04	7,68	51,15	31,15	16,93
<b>15</b>	80	C3	2,13	3,78	54,83	28,74	15,00
	90	C4	9,53	9,77	57,71	36,88	16,46
	100	C5	4,21	6,40	49,22	32,53	15,97
	60	D1	6,05	4,27	56,42	29,41	7,73
	70	D2	5,66	4,41	56,62	28,04	10,10
	80	D3	3,98	5,06	56,85	27,53	8,93
<b>20</b>	90	D4	7,04	6,27	56,95	27,10	13,45
	100	D5	3,60	4,82	57,94	23,59	12,40
	60	E1	6,62	1,01	43,43	33,71	15,70
	70	E2	8,02	4,94	43,93	31,72	15,30
	80	E3	10,21	9,62	52,81	32,74	16,04
	90	E4	10,61	9,05	53,23	34,14	15,06
<b>25</b>	100	E5	11,15	7,00	54,79	36,88	13,67

### Data Hasil Analisa Kadar Glukosa

Setelah didapatkan hasil yang terbaik (optimum) dari proses *pretreatment* maka dilanjutkan proses hidrolisis. Tabel 6.4 menunjukkan hasil analisa sampel D3 (konsentrasi *ammonia* 20% v/v dan suhu *pretreatment* 80 °C), D4 (konsentrasi *ammonia* 20% v/v dan suhu *pretreatment* 90 °C), D5 (konsentrasi *ammonia* 20% v/v dan suhu *pretreatment* 100 °C).

**Tabel 6.4.** Data Analisa Kadar Glukosa Setelah Proses Hidrolisis Sekam Padi

No	Nama Sampel	Identitas Sampel	Parameter Uji	Metode Uji	Hasil Uji (ppm)
1		D3			23.2189
2	Produk Hidrolisis	D4	Kadar Glukosa	Spektrofotometer	23.5329
3		D5			24.1774

### Data Hasil Analisa Kadar Bioetanol

Setelah proses hidrolisis dilanjutkan dengan proses fermentasi untuk sampel D3, D4 dan D5. Tabel 6.5 menunjukkan hasil analisa sampel D3 (konsentrasi *ammonia* 20% v/v dan suhu *pretreatment* 80 °C), D3 (konsentrasi *ammonia* 20% v/v dan suhu *pretreatment* 90 °C), D3 (konsentrasi *ammonia* 20% v/v dan suhu *pretreatment* 100 °C).

**Tabel 6.5.** Data Analisa Kadar Bioetanol Produk Fermentasi Sekam Padi

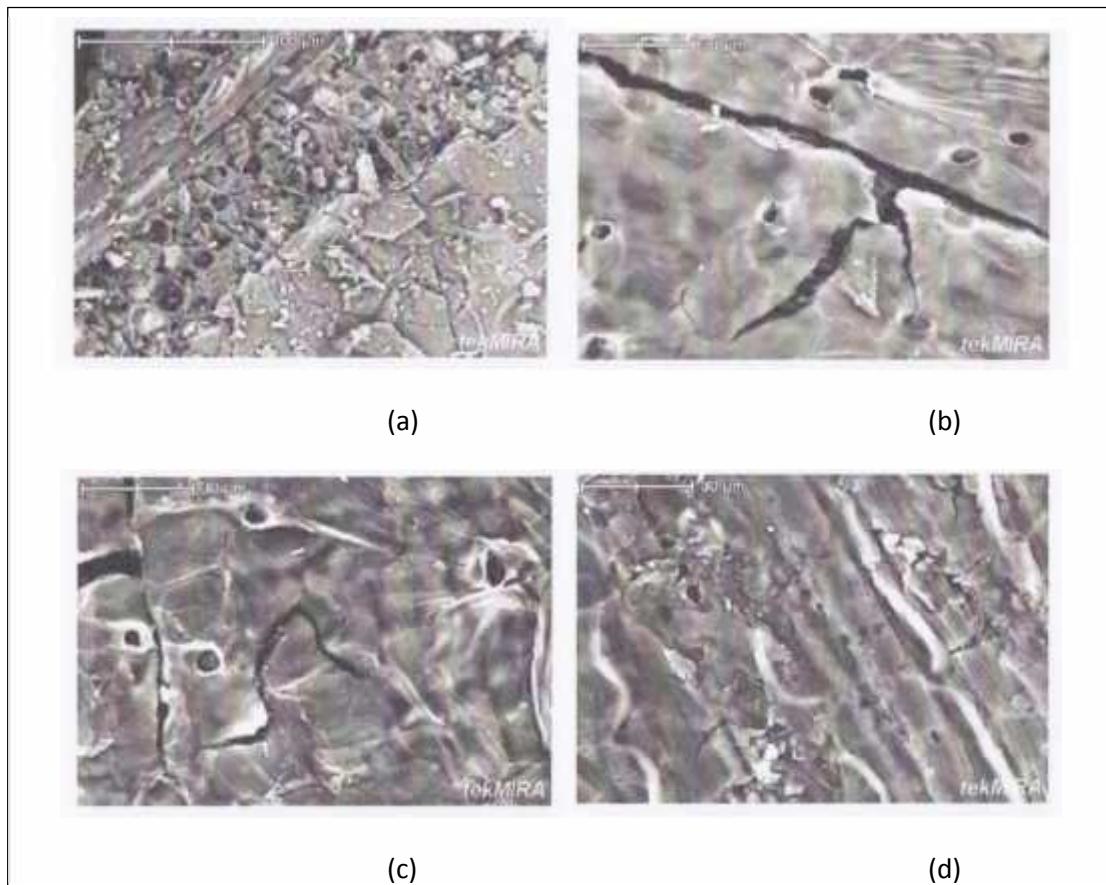
No	Nama Sampel	Identitas Sampel	Parameter Uji	Metode Uji	Hasil Uji (%)
1		D3			4.05
2	Produk Destilasi	D4	Kadar Bioetanol	Gas Cromatografi Mass Spectrometry	5.07
3		D5			5.86

### Analisa Komposisi Sekam Padi Sebelum dan Setelah diberi Perlakuan Aqueous Ammonia-Dilute Acid

Biomasa lignoselulosa sekam padi terdiri dari selulosa, lignin dan hemiselulosa. Tabel 6.3 menunjukkan komposisi sekan padi sebelum dan setelah diberi praperlakuan aquoeus ammonia-dilute acid. Komposisi sekam padi sebelum praperlakuan adalah selulosa (39.34%), hemiselulosa (5.30%), lignin (37.22%), abu (10.80%) and hot water soluble (7.33%).

### **Scanning electron microscope (SEM) images**

Hasil SEM untuk sekam padi sebelum dan setelah diberi perlakuan ditunjukkan pada gambar 6.6. Sekam padi yang belum diberi praperlakuan terlihat dalam struktur serat yang keras dan kuat (Gambar 6.6.), lalu membesar setelah diberi perlakuan aqueous ammonia (menggunakan aqueous ammonia dengan konsentrasi 20%, temperatur 80-100 °C). Hal ini dikarenakan terjadinya pengurangan kandungan lignin dan hemiselulosa (Gambar 6.6b-6.6d). Praperlakuan dengan aqueous ammonia menghasilkan lebih banyak serat yang terpecah dan ikatan serat yang lebih kasar. Pada sekam padi yang telah diberi praperlakuan aqueous ammonia, lapisan dinding menjadi robek dan dinding sel berubah, menyebabkan terjadinya kontak antara ikatan/bangunan yang lebih dalam (Gambar 6.6b-6.6d). Hasil penelitian ini sesuai dengan observasi dari penelitian struktur sorgum yang dilakukan oleh peneliti lain [31]. Mereka melaporkan bahwa rusaknya struktur kristal pada sorgum yang telah diberi perlakuan ammonia. Perubahan struktur lignin sekam padi bisa juga dilihat dari bentuk fisik partikel. Sebelum diberi praperlakuan, warna partikel kuning muda dan struktur permukaannya keras. Namun setelah diberi perlakuan aqueous ammonia, warnanya berubah menjadi kuning tua dan luas permukaannya lebih besar. Hal ini dikarenakan telah terjadinya pengrusakan lignin. Terlihat dari gambar 6.6b-6.6d bahwa tekstur biomasa yang telah rusak menyebabkan lebih banyak pori pada biomasa tersebut. Hal ini disebabkan oleh terdekomposisinya ikatan lignin dan terpecahnya karbohidrat pada biomasa. Bertambahnya luas permukaan biomasa menyebabkan kontak antara enzim dan selulosa lebih mudah, sehingga konversi glukosa lebih tinggi. Sedikitnya pelindung serat (kemungkinan lignin) sisa dari biomasa yang diberi perlakuan, membuat banyaknya selulosa yang telah dihidrolisis secara enzimatik dan terkonversi menjadi bioetanol. Peneliti lain mempelajari proses penghancuran struktur kristal pada sorgum yang telah diberi perlakuan ammonia cair. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa praperlakuan dengan ammonia encer menyebabkan sorgum membesar dan membengkak. Hal ini berlawanan dengan sorgum yang tidak diberi perlakuan.



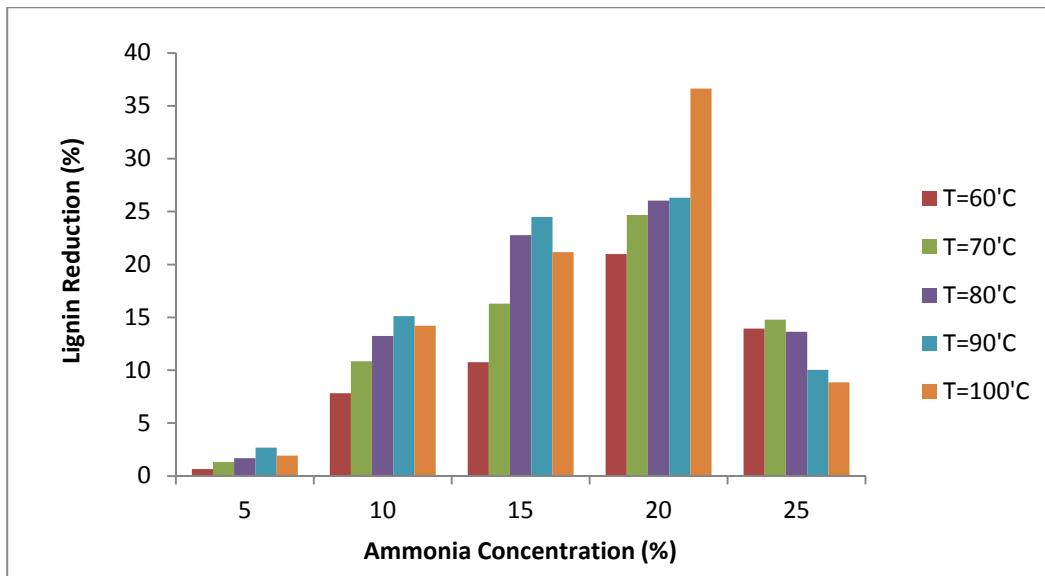
Gambar 6.6. Image Scanning Electronic Microscopy (SEM) dari berbagai kondisi biomasa sekam padi: (a) Sekam padi tanpa perlakuan (**UTRH**), (b) Sampel D1 yang telah diberi perlakuan aqueous ammonia (**AD1RH**), (c) Sampel D2 yang telah diberi perlakuan aqueous ammonia (**AD2RH**), (d) Sampel D3 yang telah diberi perlakuan aqueous ammonia (**AD3RH**). Pembesaran gambar 6.6.1a adalah 500 X, sementara yang lainnya adalah pembesaran 1000X.

Telah diteliti bahwa nilai digestibilitas yang besar dari biomassa lignoselulosa yang diberi perlakuan dikarenakan bertambahnya aksesibilitas selulosa sebagai hasil dari ekstraksi hemiselulosa dan redistribusi lignin [32]. Selanjutnya untuk analisis kuantitatif dari tren hidrolisis dari AD1RH, AD2RH dan AD3RH, analisa SEM memberikan pengetahuan tambahan hidrolisis substrat the AD1RH, AD2RH dan AD3RH berdasarkan perubahan morfologi dari UTRH dan permukaan sekam padi yang telah diberi perlakuan aqueous ammonia (AAS). Gambar SEM UTRH menunjukkan bahwa semua lapisan sel dan silika pada permukaan telah diserang melalui proses pengecilan ukuran (crushing) dan menyebabkan tahanan permukaan AD1RH lebih kecil

dari sekam padi yang belum diberi perlakuan (UTRH). Ketika sekam padi diberi perlakuan dengan kondisi AD2RH, maka hal ini akan mendegradasi struktru lignin. Sehingga menghasilkan hidrolisis yang lebih baik. Permukaan AD3RH kurang kompak, berlawanan dengan AD2RH, menggambarkan pengaruh konsentrasi ammonia yang tinggi pada kandungan lignin selama perlakuan.

Gambar 6.6 memperlihatkan image SEM dari permukaan sekam bagian luar (UTRH – 6.6a) dan sekam padi setelah mengalami pretreatment aqueous ammonia soaking (AAS) untuk sampel (AD1RH – 6.6b; AD2RH – 6.6c; AD3RH – 6.6c). Pada AD1RH and AD2RH, beberapa bagian silika tidak tertutupi pada serat selulosa. Hal ini disebabkan oleh pembuangan lapisan epidermis oleh AAS pretreatment moderate (Gambar 6.6. (6.6b, 6.6c)), sehingga silika terakumulasi sebagai lapisan tipis dibawah lapisan sel. Ketikd struktur selulosa telah lengkap, beberapa struktup cellulose structures was still complete, struktur reseptor lain juga dirusak, hal ini menggambarkan telah terpecahnya lapisan sel. Kondisi AAS D1 dan AAS D2 (AD1RH and AD2RH) memiliki sedikit lapisan sel. Namun demikian ini tidak terlalu sesuai untuk menghasilkan selulosa yang lebih mudah dicapai oleh enzim. Image SEM menggambarkan bahwa AD3RH memiliki permukaan kutikula yang bersih (Gambar 6.6(6.6d)). Hampir seluruh lapisan sel dan silika berkurang, dan ikatan bersama bersama lignin juga terdistorsi. Tidak hadirnya lapisan sel dan silika, serat selulosa yang jelas, meningkatkan kemampuan enzim untuk mengakses selulosa. Selanjutnya dapat menghasilkan konsentrasi bioetanol yang paling tinggi.

### Pengaruh Konsentrasi Ammonia pada Persentase Pengurangan Lignin selama AAS-Dilute Acid pretreatment Sekam Padi pada Berbagai Temperatur



Gambar 6.7. Pengaruh Konsentrasi Ammonia pada Persentase Pengurangan Lignin selama AAS-Dilute Acid pretreatment Sekam Padi pada Berbagai Temperatur.

Komponen utama dari bahan baku sekam padi yang dipakai buat penelitian ini adalah selulosa (39.34%), hemiselulosa (5.3%) dan lignin (37.22%). Pada pretreatment biomasa lignoselulosa, lignin mencegah karbohidrat dari reaksi dengan senyawa asam, basa atau pelarut selulosa, sehingga lignin merupakan salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi keefektifan dari pretreatment [22]. Keefektifan pretreatment biomassa lignoselulosa ditentukan oleh recovery selulosa dan hemiselulosa yang tinggi untuk menghasilkan gula dan kandungan lignin yang lebih rendah pada biomassa lignoselulosa yang telah diberi perlakuan untuk meningkatkan aksesibilitas selulosa pada saat hidrolisis enzimatik [33]. Berdasarkan hal ini, penelitian ini mengkombinasikan aqueous ammonia soaking (AAS) and dilute acid pretreatment.

Pengurangan kandungan lignin adalah tujuan utama dari pretreatment [34]. Gambar 6.7 menunjukkan persentase delignifikasi dari sekam padi selama 5 jam AAS pretreatment dan rasio solid-to-liquid 1:10. Pengaruh lima konsentrasi ammonia 5, 10, 15, 20 dan 25% (v/v) dan temperatur pretreatment 60, 70, 80, 90 dan 100 °C telah diteliti. Seperti telah diilustrasikan pada gambar 6.7, pengurangan lignin antara 1 sampai 36.62% dari jumlah lignin awal pada sekam

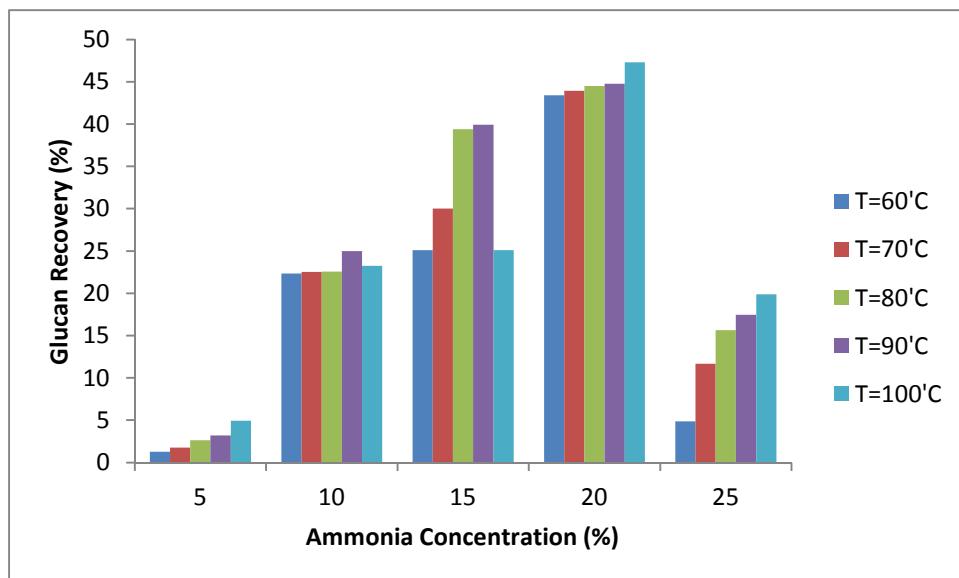
padi. Jumlah pengurangan lignin yang signifikan ini berlangsung pada *AAS-Dilute Acid pretreatment* sekam padi yang menyebabkan bertambahnya digestibilitas enzimatik. Ketika konsentrasi ammonia bertambah dari 5 sampai 20 %, persentase pengurangan juga meningkat dari 1 sampai 36.62%, namun penambahan konsentrasi ammonia berlebih (25%) menghasilkan persen pengurangan lignin yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan konsentrasi ammonia lebih besar dari 20% tidak menghasilkan penambahan persentase penurunan lignin yang signifikan. Pada konsentrasi ammonia 20%, dihasilkan persentase penurunan lignin maksimal yaitu sekitar 36.62%. Oleh karena itu parameter ini dipilih sebagai konsentrasi ammonia optimum untuk tahap penelitian berikutnya. Menurut peneliti terdahulu, konsentrasi ammonia yang terlalu tinggi tidak mempengaruhi peningkatan digestibilitas enzim [35]. Penelitian sebelumnya [13], [14], [35] juga menggunakan *AAS pretreatment*, konsentrasi ammonia optimum berkisar antara 15% sampai 28% pada temperatur 60 sampai 80 °C. Menurut peneliti terdahulu [35], jika pH biomasa merupakan faktor penting pada *AAS pretreatment*, maka konsnetrasi ammonia optimum berbeda dari penelitian yang menggunakan jenis biomasa yang berbeda.

Persen pengurangan lignin tertinggi adalah 36.62%, dihasilkan ketika konsentrasi ammonia yang digunakan 20%. Namun demikian, penambahan konsentrasi ammoni menjadi 25% memberikan persen pengurangan lignin sekitar 15%. Telah ditemukan bahwa pengurangan lignin dengan ammonia 20% memberikan persentase pengurangan sekitar 36.62%, konsentrasi ini diputuskan sebagai konsentrasi optimum pada *AAS pretreatment* sekam padi. Range temperatur yang rendah dipilih untuk mengurangi pengaruh reaksi autohidrolisis yang terjadi pada temperatur yang lebih tinggi yang akan menyebabkan hilangnya sebagi karbohidrat [36]. Selama *AAS pretreatment*, energi thermal merusak struktur ikatan dari sekam padi.

*AAS pretreatment* telah dipertimbangkan karena kemampuan delignifikasi yang efektif tanpa mempengaruhi struktur komponen biomasa yang lainnya [35]. Pada penelitian kali ini, kandungan lignin sebesar 36.62% berkurang setelah mengalami *AAS-dilute acid pretreatment* (Gambar 6.7). Nilai ini lebih rendah dibanding penelitian terdahulu [13], [14] yang menghasilkan nilai delignifikasi sebesar 60, dan 66% berturut-turut. Peneliti lain [37] melakukan *AAS pretreatment* (15% v/v aqueous ammonia solution) sekam barley pada temperatur 70 °C dengan

dua rasio *solid-to-liquid*: 1:6 and 1:10. Hasil observasi mereka menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ammonia secara signifikan meningkatkan juga deliginifikasi.

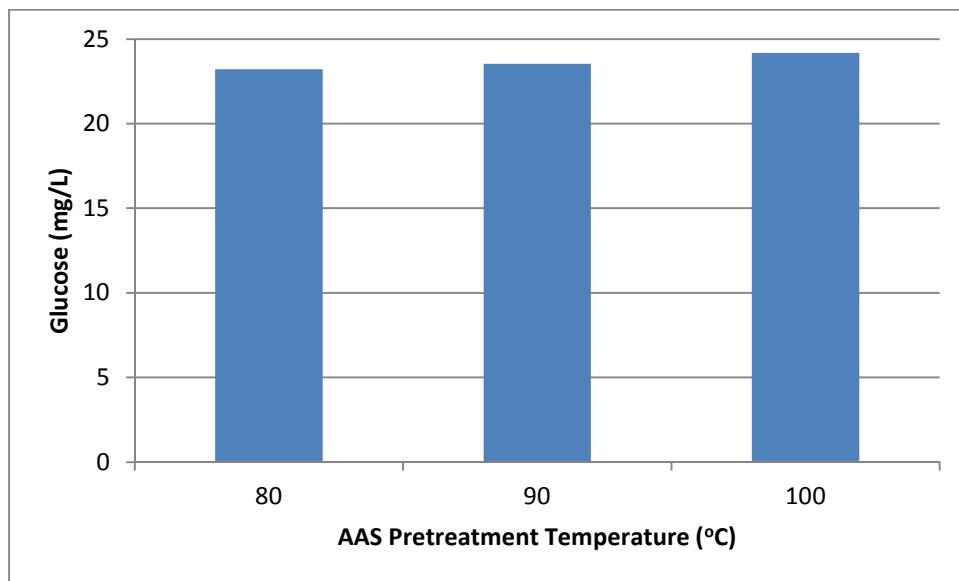
### Pengaruh Konsentrasi Ammonia dan Temperatur pada Recovery Glucan Selama AAS-Dilute Acid pretreatment Sekam Padi



Gambar 6.8. Pengaruh Konsentrasi Ammonia dan Temperatur pada *Recovery Glucan* Selama AAS-Dilute Acid pretreatment Sekam Padi

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada gambar 6.7, temperatur 100 °C dan konsentrasi ammonia 20%, yang menghasilkan persentase pengurangan lignin 36.62, sehingga parameter ini dipilih sebagai temperatur dan konsentrasi ammonia optimum untuk hidrolisis enzimatik selanjutnya pada penelitian ini. *Recovery glucan* dari sekam padi bertambah dari 1.27% sampai 47.28% setelah *AAS-dilute acid pretreatments* (Gambar 6.8). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi *AAS* dan *dilute acid pretreatments* telah berhasil mengurangi kadar lignin pada sekam padi, menghasilkan kandungan selulosa yang tinggi pada fase solid yang dapat dihidrolisis secara enzimatik dan difermentasi lanjut menjadi bioetanol. *Recovery glucan* tertinggi adalah sekitar 47.28%, nilai ini lebih rendah dari penelitian sebelumnya [13], [14], [35].

## Pengaruh Temperatur Pretreatment terhadap Konsentrasi Glukosa setelah Proses Hidrolisis Enzimatik

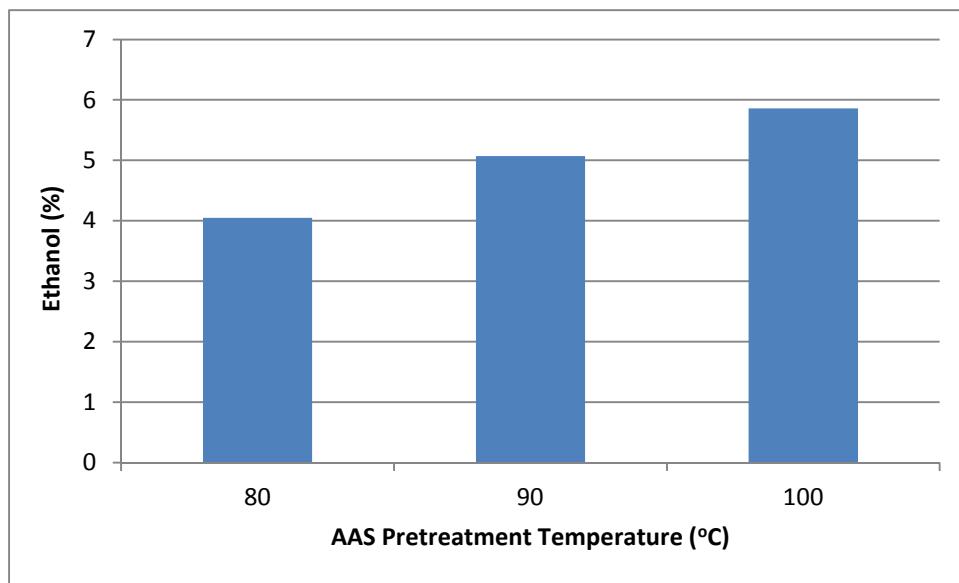


Gambar 6.9. Pengaruh Temperatur Pretreatment terhadap Konsentrasi Glukosa setelah Proses Hidrolisis Enzimatik

Gambar 6.9 menghadirkan konsentrasi glukosa selama proses hidrolisis enzimatik pada berbagai temperatur *pretreatment*. Hidrolisis sekam padi yang telah diberi perlakuan *AAS-dilute acid pretreated* dilakukan dengan menggunakan enzim selulase dari *Aspergillus Niger* dengan konsentrasi 10% (v/b) pada range temperatur 80 sampai 100 °C. Seperti ditunjukkan pada gambar 6.9 bahwa konsentrasi glukosa meningkat dengan bertambahnya temperatur. Konsentrasi glukosa sekam padi yang telah diberi perlakuan *AAS-dilute acid pretreated* berturut-turut sebesar 23.22%, 23.53%, dan 24.18%, setelah 24 jam hidrolisis enzimatik. Konsentrasi glukosa tertinggi sebesar 24.1774 mg/L diperoleh pada temperatur 100 °C dan konsentrasi ammonia 20% (v/v). Konsentrasi glukosa yang tinggi pada sekam padi yang telah diberi perlakuan disebabkan oleh pengurangan kandungan lignin karena terputusnya ikatan polimer kompleks lignin-karbohidrat oleh ammonia. Hal ini dapat menyebabkan pembentukan pori dan pembengkakan pada polimer biomasa sehingga luas permukaan bertambah dan aksesibilitas enzim juga meningkat [22]. Seperti ditunjukkan pada gambar 6.7 dan gambar 6.8 sebelumnya, sekam padi yang telah diberi perlakuan *AAS-dilute acid pretreated* pada konsentrasi aqueous ammonia 20% memiliki

recovery glukan dan penurun lignin yang lebih tinggi dari variabel yang lainnya, sehingga membuat selulosa lebih mudah diakses oleh enzim dan menghasilkan digetibilitas selulosa yang tinggi.

#### Pengaruh Temperatur Pretreatment pada Konsentrasi Bioetanol setelah Proses Fermentasi



Gambar 6.10. Pengaruh Temperatur Pretreatment pada Konsentrasi Bioetanol setelah Proses Fermentasi.

Gambar 6.10 memperlihatkan konsentrasi etanol yang dihasilkan dari sekam padi yang telah diberi perlakuan *AAS-dilute acid pretreatment* pada berbagai temperatur 80°C, 90°C, dan 100°C. Fermentasi dilakukan dengan menambahkan pre-kultur *yeast sacharomices cerevisiae* sebanyak 1 mL selama 5 hari waktu fermentasi. Dari gambar terlihat bahwa konsentrasi bioetanol tertinggi adalah sekitar 5.86 % diperoleh pada saat temperatur *AAS pretreatment* 100 °C dan konsentrasi ammonia 20% (v/v). Seperti diilustrasikan pada gambar 6.10 bahwa konsentrasi etanol semakin meningkat dengan penambahan temperatur pretreatment. Tren ini sesuai dengan profil konsentrasi glukosa pada berbagai temperatur pretreatment (gambar 6.9). Konsentrasi etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi sekam padi yang telah diberi perlakuan *AAS-dilute acid pretreatment* berturut-turut adalah sebesar 4.05%, 5.07%, dan 5.86%.

## VII. KESIMPULAN

1. Dari hasil pemodelan dengan CFD ANSYS 19.2, ditunjukkan bahwa konsentrasi ammonia optimum adalah 20%, sementara temperatur pretreatment optimum adalah 100 °C. Kadar lignin minimum yang dihasilkan dari pemodelan CFD adalah 24%. Hasil modeling sesuai dengan eksperimental
2. Sekam padi yang belum mengalami proses pretreatment memiliki struktur serat yang kuat dan keras. Setelah mengalami proses *AAS pretreatment*, struktur serat membesar karena lignin dan hemiselulosa telah terfraksionasi. Penambahan luas permukaan biomasa menyebabkan kontak antara enzim dan selulosa menjadi lebih mudah, konversi glukosa semakin tinggi. Penelitian ini mengkaji pengaruh konsentrasi ammonia 5, 10, 15, 20 dan 25% (v/v) serta temperatur *pretreatment* 60, 70, 80, 90 dan 100 °C terhadap komposisi biomasa sekam padi. Pengurangan lignin terjadi dari 1 sampai 36.62% dari nilai kandungan lignin awalnya. Jumlah pengurangan lignin berlangsung pada saat *AAS-Dilute Acid pretreatment* sekam padi menyebabkan peningkatan digestibilitas enzimatik. Persentase pengurangan lignin tertinggi adalah sebesar 36.62%, dihasilkan pada saat konsentrasi ammonia yang digunakan 20%. Variabel ini dipilih sebagai temperatur dan konsentrasi ammonia optimum untuk hidrolisis enzimatik selanjutnya.
3. Recovery glukan dari sekam padi meningkat dari 1.27% sampai 47.28% setelah mengalami *AAS-dilute acid pretreatments*. Oleh karena itu, kombinasi *AAS* dan *dilute acid pretreatments* psd penelitian ini telah berhasil mengurangi kandungan lignin, menghasilkan kandungan selulosa yang tinggi pada fase padatan yang bisa dihidrolisis secara enzimatik dan difermentasi menjadi bioetanol pada proses selanjutnya. Recovery glukan tertinggi setelah pretreatment adalah sekitar 47.28% diperoleh pada saat konsentrasi ammonia yang digunakan 20%.
4. Konsentrasi glukosa tertinggi adalah 24.1774 mg/L diperoleh pada saat temperatur pretreatment 100 °C dan konsentrasi ammonia 20% (v/v). Sementara konsentrasi etanol tertinggi yaitu sebesar 5.86 %.

## VIII. STATUS LUARAN

### **Luaran Wajib:**

Draft artikel telah dikirim ke Jurnal internasional terindeks scopus Q2 “**Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**”. Status terdaftar.

Draft artikel dapat dilihat pada lampiran 1.

### **Luaran Tambahan:**

Paten sederhana pembuatan bioetanol gel telah di daftarkan ke KemenKumHam. Nomor pendaftaran dan darft dapat dilihat di lampiran 2.

## IX. PERAN MITRA

Tidak ada mitra

## X. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. K. Saini, R. Saini, and L. Tewari, “Lignocellulosic agriculture wastes as biomass feedstocks for second-generation bioethanol production: concepts and recent developments,” *3 Biotech*, vol. 5, no. 4, pp. 337–353, 2015.
- [2] Novia, V. K. Pareek, and T. E. Agustina, “Bioethanol production from sodium hydroxide - Dilute sulfuric acid pretreatment of rice husk via simultaneous saccharification and fermentation,” in *MATEC Web of Conferences*, 2017, vol. 101.
- [3] Y. C. Park and J. S. Kim, “Comparison of various alkaline pretreatment methods of lignocellulosic biomass,” *Energy*, vol. 47, no. 1, pp. 31–35, 2012.
- [4] J. Domanski, S. Borowski, O. Marchut-Mikolajczyk, and P. Kubacki, “Pretreatment of rye straw with aqueous ammonia for conversion to fermentable sugars as a potential substrates in biotechnological processes,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 91, pp. 91–97, 2016.
- [5] S. B. Kim *et al.*, “Pretreatment of rice straw with combined process using dilute sulfuric acid and aqueous ammonia.,” *Biotechnol. Biofuels*, vol. 6, no. 1, p. 109, 2013.
- [6] E. P. Dagnino, E. R. Chamorro, S. D. Romano, F. E. Felissia, and M. C. Area, “Optimization of the acid pretreatment of rice hulls to obtain fermentable sugars for bioethanol production,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 42, no. 1, pp. 363–368, 2013.
- [7] S. Kumar, U. Kothari, L. Kong, Y. Y. Lee, and R. B. Gupta, “Hydrothermal pretreatment of switchgrass and corn stover for production of ethanol and carbon microspheres,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 35, no. 2, pp. 956–968, 2011.

- [8] Q. Shao *et al.*, “Enzymatic digestibility and ethanol fermentability of AFEX-treated starch-rich lignocellulosics such as corn silage and whole corn plant,” *Biotechnol. Biofuels*, vol. 3, p. 12, 2010.
- [9] J. Himmelsbach, “Aqueous ammonia soaking (AAS) as a biomass pretreatment method: pilot-scale study with switchgrass, bench-scale use with poplar, and methane potential from anaerobic digestion of pretreated switchgrass,” p. 95, 2009.
- [10] G. Chaudhary, L. K. Singh, and S. Ghosh, “Alkaline pretreatment methods followed by acid hydrolysis of *Saccharum spontaneum* for bioethanol production,” *Bioresour. Technol.*, vol. 124, pp. 111–118, 2012.
- [11] R. M. Trevorah and M. Z. Othman, “Alkali Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Australian Timber Mill Sawdust for Biofuel Production,” vol. 2015, 2015.
- [12] M. Yoon, J. il Choi, J. W. Lee, and D. H. Park, “Improvement of saccharification process for bioethanol production from *Undaria* sp. by gamma irradiation,” *Radiat. Phys. Chem.*, vol. 81, no. 8, pp. 999–1002, 2012.
- [13] T. H. Kim, F. Taylor, and K. B. Hicks, “Bioethanol production from barley hull using SAA (soaking in aqueous ammonia) pretreatment,” *Bioresour. Technol.*, vol. 99, no. 13, pp. 5694–5702, 2008.
- [14] J. K. Ko *et al.*, “Ethanol production from rice straw using optimized aqueous-ammonia soaking pretreatment and simultaneous saccharification and fermentation processes,” *Bioresour. Technol.*, vol. 100, no. 19, pp. 4374–4380, 2009.
- [15] D. A. Salvi, G. M. Aita, D. Robert, and V. Bazan, “Dilute ammonia pretreatment of sorghum and its effectiveness on enzyme hydrolysis and ethanol fermentation,” *Appl. Biochem. Biotechnol.*, vol. 161, no. 1–8, pp. 67–74, 2010.
- [16] T. H. Kim, R. Gupta, and Y. Y. Lee, “Biofuels,” *Biofuels*, vol. 581, J. R. Mielenz, Ed. LLC: Humana Press, a part of Springer Science+Business Media, 2009, pp. 79–91.
- [17] J. W. Kim *et al.*, “Two-stage pretreatment of rice straw using aqueous ammonia and dilute acid,” *Bioresour. Technol.*, vol. 102, no. 19, pp. 8992–8999, 2011.
- [18] P. Kumar, D. M. Barrett, M. J. Delwiche, and P. Stroeve, “Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production,” *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 48, no. 8, pp. 3713–3729, 2009.
- [19] M. Linde, E. L. Jakobsson, M. Galbe, and G. Zacchi, “Steam pretreatment of dilute H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-impregnated wheat straw and SSF with low yeast and enzyme loadings for bioethanol production,” *Biomass and Bioenergy*, vol. 32, no. 4, pp. 326–332, 2008.
- [20] Y. Sun and J. Cheng, “Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production : a review q,” *Bioresour. Technol.*, vol. 83, no. 1, pp. 1–11, 2002.
- [21] C. N. Hamelinck, G. Van Hooijdonk, and A. P. C. Faaij, “Ethanol from lignocellulosic biomass: Techno-economic performance in short-, middle- and long-term,” *Biomass and*

*Bioenergy*, vol. 28, no. 4, pp. 384–410, 2005.

- [22] N. Mosier *et al.*, “Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass,” *Bioresour. Technol.*, vol. 96, no. 6, pp. 673–686, 2005.
- [23] W. K. El-Zawawy, M. M. Ibrahim, Y. R. Abdel-Fattah, N. A. Soliman, and M. M. Mahmoud, “Acid and enzyme hydrolysis to convert pretreated lignocellulosic materials into glucose for ethanol production,” *Carbohydr. Polym.*, vol. 84, no. 3, pp. 865–871, 2011.
- [24] P. Binod, K. U. Janu, R. Sindhu, and A. Pandey, *Hydrolysis of lignocellulosic biomass for bioethanol production*, 1st ed. Elsevier Inc., 2011.
- [25] A. Singh and N. R. Bishnoi, “Enzymatic hydrolysis optimization of microwave alkali pretreated wheat straw and ethanol production by yeast,” *Bioresour. Technol.*, vol. 108, pp. 94–101, 2012.
- [26] J. D. Angarita, R. B. A. Souza, A. J. G. Cruz, E. C. Biscaia, and A. R. Secchi, “Kinetic modeling for enzymatic hydrolysis of pretreated sugarcane straw,” *Biochem. Eng. J.*, vol. 104, pp. 10–19, 2015.
- [27] ANSYS FLUENT 16.0 Documentation. Canonsburg, Pa, USA.: ANSYS, Inc., 2015.
- [28] A. Chesson, “Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms,” *J. Sci. Food Agric.*, vol. 32, no. 8, pp. 745–758, 1981.
- [29] H. Li, N. J. Kim, M. Jiang, J. W. Kang, and H. N. Chang, “Simultaneous saccharification and fermentation of lignocellulosic residues pretreated with phosphoric acid-acetone for bioethanol production,” *Bioresour. Technol.*, vol. 100, no. 13, pp. 3245–3251, 2009.
- [30] R. Datta, “Acidogenic fermentation of lignocellulose-acid yield and conversion of components,” *Biotechnol. Bioeng.*, vol. 23, no. 9, pp. 2167–2170, 1981.
- [31] D. A. Salvi, G. M. Aita, D. Robert, and V. Bazan, “Ethanol production from sorghum by a dilute ammonia pretreatment,” *J Ind Microbiol Biotechnol*, vol. 37, pp. 27–34, 2010.
- [32] S. Harun, V. Balan, M. S. Takriff, O. Hassan, J. Jahim, and B. E. Dale, “Performance of AFEX™ pretreated rice straw as source of fermentable sugars : the influence of particle size,” pp. 1–17, 2013.
- [33] T. A. D. Nguyen *et al.*, “Pretreatment of rice straw with ammonia and ionic liquid for lignocellulose conversion to fermentable sugars,” *Bioresour. Technol.*, vol. 101, no. 19, pp. 7432–7438, 2010.
- [34] M. Balat, H. Balat, and C. Oz, “Progress in bioethanol processing,” *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 34, no. 5, pp. 551–573, 2008.
- [35] Y. H. Jung *et al.*, “Ethanol production from oil palm trunks treated with aqueous ammonia and cellulase,” *Bioresour. Technol.*, vol. 102, no. 15, pp. 7307–7312, 2011.

- [36] L. P. Devendra and A. Pandey, "Hydrotropic pretreatment on rice straw for bioethanol production," *Renew. Energy*, pp. 1–7, 2016.
- [37] A. Hedayatkah, H. Motamedi, H. N. A. Jafzadeh, G. Ghezelbash, and M. A. Bahnamiry, "Improvement of Hydrolysis and Fermentation of Sugarcane Bagasse by Soaking in Aqueous Ammonia and Methanolic Ammonia," vol. 8451, no. May, 2014.

## XI. RINCIAN ANGGARAN BIAYA

### I. Rincian Anggaran Biaya Tahun 2019

Program : Unggulan Kompetitif - Energi baru dan Terbarukan  
Ketua Peneliti : Novia, ST., MT., Ph.D  
Judul : PRODUKSI BIOETANOL DARI SEKAM PADI MENGGUNAKAN PRAPERLAKUAN AQUEOUS AMMONIA - DILUTE ACID DAN HIDROLISIS ENZIMATIK FERMENTASI (EXPERIMENTAL-CFD MODELING)

<b>A. Honor</b>						
No	Komponen Pembiayaan	Keterangan diperlukan	Satuan	Volum e	Harga Satuan (IDR)	Total Biaya (IDR)
1	Tenaga Lapangan	Membantu jalannya penelitian	OH	40	80.000	3.200.000
2	Sekretariat	Administrasi	OB	10	300.000	3.000.000
	<b>Total A</b>					6.200.000

<b>B. Bahan, perangkat penunjang dan analisa</b>						
No	Bahan	Keterangan	Volum e	Satuan	Harga Satuan (IDR)	Harga Total (IDR)
1	H2SO4	Acid pretreatment dan bahan analisa	1	500 ML	998.000	998.000
2	NH4OH	Aqueous Ammonia Pretreatment	1	100 ML	1.771.000	1.771.000
3	Aquadest	Produksi enzim, Pelarut & Proses	50	1 L	5.000	250.000
4	Potassium Iodide	Penentuan Kadar lignin	1	100 G	2.115.000	2.115.000

5	Buffer solution pH 5,4	Hidrolisis	1	250 ML	3.042.000	3.042.000
6	DNS Reagent	Penentuan level glukosa	1	25 G	1.224.000	1.224.000
7	KOH	Penentuan level glukosa	1	250 G	968.000	968.000
8	Filter paper Whatman 42	Penyaring	1	1 Kotak	300.000	300.000
9	Aspergilus Niger	Pembuatan enzim	1	100 G	200.000	200.000
10	Media PDA	Pembenihan	1	100 G	1.025.000	1.025.000
11	(NH4)2SO4	Penyiapan inokulum	1	100 G	492.000	492.000
12	Alumunium foil	Wrap	1	1 Rol	40.000	40.000
13	Urea agar base acc	Produksi enzim	1	100 G	712.000	712.000
14	MgSO4•7H2O	Produksi enzim	1	25G	899.000	899.000
15	CaCl2•2H2O	Produksi enzim	1	25G	1.001.000	1.001.000
16	Larutan HCl	Penyiapan inokulum	1	100 ML	1.653.000	1.653.000
17	Pepton	Preparasi yeast	1	500 G	2.258.000	2.258.000
18	Glucose	Preparasi yeast	1	100 ML	2.120.000	2.120.000
19	Na3PO4	Uji Analisa	1	25G	829.000	829.000
20	Na2HPO4	Uji Analisa	1	100 G	1.161.000	1.161.000
21	KI	Uji Analisa	1	100 G	1.262.000	1.262.000
22	Na2S2O3 0,1 N	Uji Analisa	1	250G	1.463.000	1.463.000
23	Yeast <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Fermentasi	1	250 G	864.300	864.300
24	Na2CO3 anhidrat	Analisa luff Schoorl	1	500 G	2.069.000	2.069.000
25	asam sitrat monohidrat	Analisa luff Schoorl	1	25 G	938.000	938.000
26	CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O	Analisa luff Schoorl	1	250 G	1.094.000	1.094.000
27	Kertas HVS	Laporan	2	1 Rim	50.000	100.000
28	Tinta warna Canon	Laporan	1	1 buah	275.000	275.000
29	Tinta Black Canon	Laporan	1	1 buah	250.000	250.000

<b>Total B</b>					<b>31.373.300</b>
----------------	--	--	--	--	-------------------

**C. Belanja Barang Non operasional lainnya**

No	Activities	Volume	Satuan	Harga Satuan (IDR)	Harga Total (IDR)
1	Sewa GC-MS (Analisa Bioetanol)	5	Sampel	350.000	1.750.000
2	Sewa HPLC (Analisa kadar glukosa, xylosa, arabinosa, galaktosa, mannosa pd bahan baku dan produk)	5	Sampel	350.000	1.750.000
3	Registrasi Seminar Internasional	1	Paket	3.500.000	3.500.000
5	Penggandaan Laporan	1	Paket	500.000	500.000
6	Publikasi Jurnal Internasional	1	Paket	3.500.000	10.540.000
	<b>Total C</b>				<b>18.000.000</b>

**Total anggaran Tahun I = A + B + C = Rp. 55.613.300**

(Lima puluh lima juta enam ratus tiga belas ribu tiga ratus rupiah)

Inderalaya, 27 November 2019  
 Ketua Peneliti sebagai Penanggung jawab  
 Kegiatan Penelitian Unggulan Kompetitif

Novia, ST, MT, Ph.D  
 NIP. 197311052000032003

## XII. JADWAL

Tahun ke-1

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Persiapan bahan baku dan analisis bahan												
2.	Pembuatan enzim selulase dari <i>Aspergillus Niger</i> dan <i>Trichoderma Reesei</i>												
3.	Persiapan yeast <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>												
4.	Optimasi <i>Aqueous Ammonia pretreatment</i> dengan Pemodelan CFD ANSYS FLUENT 19												
5.	Optimasi <i>Aqueous Ammonia Pretreatment</i> secara Eksperimental												
6.	Pretreatment lanjutan dengan asam sulfat encer												
7.	Analisa lignin, selulosa, hemiselulosa, dll												
8.	Optimasi hidrolisis enzimatik-fermentasi dengan Pemodelan CFD ANSYS FLUENT 19												
9.	Optimasi Hidrolisis enzimatik-fermentasi dengan eksperimen												
10.	Analisa glukosa, xylosa dg HPLC												
11.	Purifikasi (destilasi)												
12.	Analisis produk (Density, kalor pembakaran, flash point, GC-MS, bilangan oktan)												
13.	Validasi hasil modeling dengan eksperimen												
14.	Seminar Internasional												
15.	Submit artikel ke Jurnal internasional terindeks scopus												
16.	Draft paten												
17.	Analisis data hasil penelitian dan Pembuatan Laporan												

Tahun ke-2

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Persiapan bahan baku dan analisis bahan												
2.	Pembuatan enzim selulase dari <i>Aspergillus Niger</i> dan <i>Trichoderma Reesei</i>												
3.	Persiapan yeast <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>												
4.	Pretreatment dengan asam sulfat encer												
5.	Pretreatment lanjutan dengan <i>Aqueous Ammonia</i> . Optimasi dengan Pemodelan CFD ANSYS FLUENT 19												
6.	Pretreatment lanjutan dengan <i>Aqueous Ammonia pretreatment</i> . Optimasi Pretreatment secara Eksperimental												
7.	Analisa lignin, selulosa, hemiselulosa, dll												
8.	Optimasi hidrolisis enzimatik-fermentasi dengan Pemodelan CFD ANSYS FLUENT 19												
9.	Optimasi Hidrolisis enzimatik-fermentasi dengan eksperimen												
10.	Analisa glukosa, xylosa dg HPLC												
11.	Purifikasi (destilasi)												
12.	Analisis produk (Density, kalor pembakaran, flash point, GC-MS, bilangan oktan)												
13.	Validasi hasil modeling dengan eksperimen												
14.	Seminar Internasional												
15.	Submit artikel ke Jurnal internasional terindeks scopus												
16.	Draft bahan ajar												
17.	Analisis data hasil penelitian dan Pembuatan Laporan												

**LAMPIRAN 1 : Biodata Pengusul Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya****BIODATA KETUA PENELITI****I. Identitas Diri**

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Novia, ST, MT, PhD
2.	Jenis Kelamin	P
3.	Pangkat/Jabatan Fungsional	IVa/Lektor Kepala
4.	NIP	197311052000032003
5.	NIDN	0005117301
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Jambi, 05 November 1973
7.	E-mail	<a href="mailto:noviasumardi@yahoo.com">noviasumardi@yahoo.com</a> ; <a href="mailto:novia@ft.unsri.ac.id">novia@ft.unsri.ac.id</a>
8.	Nomor Telepon/ HP	0813 6863 2611
9.	Alamat Kantor	Jl. Palembang-Prabumulih KM.32 Inderalaya, OI 30662
10.	Nomor Telepon/ Faks	0711-580303/0711-580303
11.	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S1 = 66 orang; S2 = 24 orang; S3 = 4 orang
12.	Mata Kuliah yang Diampu	<ul style="list-style-type: none"><li>1. Komputasi Dinamika Fluida (CFD)</li><li>2. Komputasi dan simulasi Proses</li><li>3. Pengendalian Proses</li><li>4. Fenomena Perpindahan</li><li>5. Teknologi Minyak dan Gas Bumi</li><li>6. Mekanika Fluida</li></ul>

**II. Riwayat Pendidikan**

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sriwijaya, Palembang	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	Curtin University of Technology, Australia
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia	Teknik Kimia CFD Modeling
Tahun Masuk-Lulus	1992-1997	1998 – 2002	2003- 2007
Judul Skripsi/Tesis/ Disertasi	Pra Rencana Pabrik Pembuatan Nicotinamide Kapasitas 45.000 ton per tahun	Perpindairan Massa Pada Ekstraksi Aspal Buton Dengan Metode Continuous Countercurrent	The CFD Simulation of Fluid Catalytic Cracking
Nama Pembimbing/ Promotor	Ir. Muhjin Akip	Dr. Ir. Bardhi Murachman, SU, DEA	Ass. Prof. Martyn Ray/ Dr. Vishnu K Pareek

### **III. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber *	Jumlah (Juta Rp)
1.	2014	Pengembangan Teknologi Pengolahan Limbah Biomassa Industri Sawit Untuk Produksi Bioetanol Generasi 2 dan Co-Produk Dalam Mendukung Program Energi Baru Terbarukan (Anggota Peneliti)	SINAS-KeMenRisTek	600
2.	2014-2015	Anaerobic ammonium oxidation for high nitrogen concentration removal (Anggota Peneliti)	Hibah Kolaborasi Internasional	272
3.	2014-2015	Yeast, isolated from Tuak North Sumatera Indonesia Traditional Beverage for efficient bioethanol fermentation from lignocellulosic biomass (Anggota Peneliti)	Hibah Kolaborasi Internasional	150
4.	2015	Analisis Konsentrasi Polutan Hasil Pembakaran Minyak Solar Dan Biodiesel Menggunakan Pemodelan CFD (Ketua Peneliti)	Hibah Kompetitif-Unsri	47.5
5.	2016	Alkaline-Dilute Acid Pretreatment and Simultaneous Saccharification Fermentation for Production of Bioethanol From Rice Husk (Experimental and CFD Modeling) (Ketua Peneliti)	Hibah Kolaborasi Internasional	170
6.	2017	Optimasi Penurunan Kadar Lignin Pada Proses Alkaline-Dilute Acid Pretreatment Sekam Padi (Eksperimental Dan Pemodelan CFD) (Ketua Peneliti)	Hibah Kompetitif-Unsri	75
7.	2018	Optimasi Produksi Glukosa Dari Sekam Padi Yang Diberi Perlakuan Acid-Alkaline (Eksperimental Dan Pemodelan CFD)	Hibah Kompetitif-Unsri	60

### **IV. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat 5 Tahun Terakhir**

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber *	Jumlah (Juta Rp)
1.	2014	Penyuluhan Metode Pengolahan Air Sungai Menjadi Air Bersih dengan Teknologi Ultrafiltrasi untuk Penduduk di Desa Sukaraja Kecamatan Sirah Pulau Padang Kabupaten Ogan Komering Ilir (Anggota)	DIPA Fakultas Teknik Unsri	10

2.	2015	Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi Menjadi Biogas Sebagai Energi Alternatif di Desa Cintamanis Baru Kabupaten Banyu Asin (Anggota)	DIPA Fakultas Teknik Unsri	10
3.	2016	Pembuatan dan pemanfaatan alat pengolah sampah organik sebagai penghasil pupuk kompos di desa ulak kerbau baru di kabupaten ogan ilir (Anggota)	DIPA Fakultas Teknik Unsri	10
4.	2017	Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih di Desa Pulau Harapan Baru Banyuasin (Anggota)	DIPA Fakultas Teknik Unsri	10
5.	2018	Pelatihan dan Pendampingan Pengolahan Kayu karet Menjadi Asap Cair Pengganti Pestisida di desa Burai Kec. Ogan Ilir (Anggota)	LPPM Unsri	10

## V. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/ Tahun
1.	Candida tropicalis Isolated from Tuak, a North Sumatera-Indonesian Beverage, for Bioethanol Production	Microbiol. Biotechnol. Lett.	(2015), 43(3), 241-248. <a href="http://dx.doi.org/10.4014/mbl.1506.06002">http://dx.doi.org/10.4014/mbl.1506.06002</a>
2.	Analysis Of Gases Emissions From Biodiesel Combustion In A Fire Tube Boiler By Using CFD Modeling	International Journal of Applied Engineering Research	Vol. 10 No.95 (2015) ISSN 0973-4562
3.	Temperature Distribution of Biodiesel Blends Combustion in Boiler using CFD-Fluent	International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology	Vol.6 (2016) No. 1 ISSN: 2088-5334
4.	Optimization pretreatment condition of sweet sorghum bagasse for production of second generation bioethanol	AIP Conference Proceedings	<b>1803</b> , 020015 (2017); doi: 10.1063/1.4973142
5.	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
6.	Combustion of producer gas from gasification of South Sumatera lignite coal using	MATEC Web of Conferences	02015 (2017) DOI: 10.1051/matecconf/201710102015

	CFD simulation		
7.	Diversity of Odonata and aquatic Environmental Conditions in Lake Areas (Water Ski and OPI) Jakabaring Palembang – South Sumatera	BIOVALENTIA : BIOLOGICAL RESEARCH JOURNAL	Vol. 4 No. 2, November 2018 e-ISSN: 2477-1392
9.	Effects of Mesophilic and Thermophilic temperature condition to Biogas production (Methane) from Palm Oil Mill Effluent (POME) with Cow Manures.	Science & Technology Indonesia	Sci. Technol. Indonesia 3 (2018) 19-25 p-ISSN: 2580-4405 e-ISSN: 2580-4391
10.	Ammonium and Nitrate of Soil in Relation to Water Table Fluctuation at The Tidal Rice Fields	Sriwijaya Journal of Environment	Vol. 3 No. 2, 61-67 <a href="http://dx.doi.org/10.22135/sje.2018.3.2.61-67">http://dx.doi.org/10.22135/sje.2018.3.2.61-67</a>
11.	Effect of Dilute Acid - Alkaline Pretreatment on Rice Husk Composition and Hydrodynamic Modeling with CFD	Science & Technology Indonesia	Vol. 4, No. 1, January 2019 e-ISSN:2580-4391 p-ISSN:2580-4405

Inderalaya, Maret 2019



Novia, ST, MT, PhD  
NIP. 197311052000032003

## Biodata Anggota Tim Peneliti

### Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Prof. Dr. Ir. Muhammad Said, M.Sc.
2	Jenis Kelamin	Pria
3	Jabatan Fungsional	Guru Besar
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	196108121987031003
5	NIDN	0012086103
6	Tempat, Tanggal Lahir	Plaju-Palembang, 12 Agustus 1061
7	E-mail	<a href="mailto:saidm_19@yahoo.com">saidm_19@yahoo.com</a>
8	Nomor Telepon/HP	0811787584
9	Alamat Kantor	Jl. Padang Selasa No. 522 Mess Unsri Griya Asri Bukit Lama Palembang 30139
10	Nomor Telepon/Faks	(0711) 355805
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = 70 orang; S-2 = 18 orang; S-3 = 5 orang
12	Nomor Telepon/Faks	(0711)410871
13	Mata Kuliah yang Diampu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Teknik Reaksi Kimia</li><li>2. Termodinamika</li><li>3. Metode Numerik Teknik Kimia</li><li>4. Pengendalian Proses</li></ol>

		5. Unit Operasi
		6. Permodelan Proses dan Simulasi

## B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sriwijaya	Tennessee Technological University	Tennessee Technological University
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia	Teknik Kimia
Tahun Masuk-Lulus	1980 – 1985	1988 – 1990	1990 – 1993
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pra Rencana Pabrik Alkyd Resin	The Effect of Convection on Thermal Resistance of Loosefill Fiberglass Insulation	Optimization of Methanol Synthesis Reactors
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Djamilus Zainuddin, MS Ir. Azhari H. Surest, SU	Prof. Dr. D. W. Yarbrough	Prof. Dr. C.P. Kerr

## C. Pengalaman Penelitian

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan

			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2010	Pengembangan Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Heterogen	DIKTI (Stranas)	98.390.000,-
1	2011	Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis SrO – CaO	PNBP (Unggulan Kompetitif)	50.000.000,-
2	2012	Pemanfaatan Hasil Hidrocraking CPO yang dikombinasikan dengan Condensate untuk mengubah Premium menjadi Pertamax dan untuk pembuatan Oli (tahun pertama)	DIKTI (MP3EI)	160.000.000,-
3	2013	Pemanfaatan Hasil Hidrocraking CPO yang dikombinasikan dengan Condensate untuk mengubah Premium menjadi Pertamax dan untuk pembuatan Oli (tahun kedua)	DIKTI (MP3EI)	150.000.000,-
4	2014	Studi Kinetika Reaksi Pembuatan Pelumas Nabati dari Minyak Kelapa Sawit	PNBP (Unggulan Kompetitif)	47.500.000,-
5	2015	Studi Kinetika Reaksi Hidroksilasi pada Pembuatan Pelumas Nabati dari Minyak Kelapa Sawit	PNBP (Unggulan Kompetitif)	49.000.000,-
6	2016	Pengolahan Air Limbah Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Secara Fisik, Kimia dan Biologi	PNBP (Unggulan Profesi)	250.000.000,-
7	2017	Pengolahan Air Limbah Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit dengan Konsorsium Bakteri Indigen	PNBP (Unggulan Profesi)	237.500.000,-
8	2018	Pengolahan Air Limbah Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit dengan	PNBP (Unggulan	200.000.000,-

		Konsorsium Bakteri Anaerob dan Aerob Indigen	Profesi)	
--	--	--	----------	--

\* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI maupun dari sumber lainnya.

#### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2013	Penyuluhan Pengolahan Air Sungai/Rawa Menjadi Air Bersih dengan Teknologi Filtrasi untuk Penduduk di Kecamatan Jejawi Kabupaten OKI	Fakultas Teknik Unsri	Rp. 10.000.000,-
2	2014	Penyuluhan Metode Pengolahan Air Sungai Menjadi Air Bersih dengan Teknologi Ultrafiltrasi untuk Penduduk di desa Sukaraja Kecamatan Sirah Pulau Padang Kabupaten Ogan Komering Ilir	Mandiri	Rp. 15.000.000,-
3	2015	Penyuluhan Peningkatan Kualitas Air Sumur Menjadi Air Bersih dengan Teknologi Ultrafiltrasi di Desa Cintamanis Baru Kecamatan Air Kumbang Kabupaten Banyuasin	Mandiri	Rp. 10.000.000,-
4	2016	Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi di Kabupaten	Fakultas Teknik Unsri	Rp. 10.000.000,-

		Ogan Ilir		
5	2017	Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi di Desa Tanjung Pering Kabupaten Ogan Ilir	Fakultas Teknik Unsri	Rp. 10.000.000,-
6	2018	Pengolahan Air menjadi Air Bersih dengan Alat Berteknologi Membran untuk Penduduk di Desa Ulak Kerbau Lama Kabupaten Ogan Ilir	Fakultas Teknik Unsri	Rp. 10.000.000

\* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI maupun dari sumber lainnya.

#### E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	Kinetics of Indigenous Isolated Bacteria <i>Bacillus mycoides</i> used for Ex-Situ Bioremediation of Petroleum Contaminated Soil in PT. Pertamina Sungai Lilin South Sumatera	Journal of Sustainable Development	Vol. 2 No. 3, 2009
2	Kinetics of Petroleum-Contaminated Soil Biodegraded by An Indigenous Bacteria <i>Bacillus megaterium</i>	Hayati Jurnal of Biosciences	Vol. 17 No. 4, 2010
3	Kinetics Approach of Biodegradation of Petroleum Contaminated Soil by using Indigenous Isolated Bacteria	Journal of Tropical Soils	Vol. 16 No. 1, 2011

4	Hydrocracking of oil residue from palm oil mill effluent to biofuel	Sustain Environ. Res	Vol. 22, No. 6, , 2012
5	Characterization of Geochemical Disposal on Indicate and Mitigation Acid Mine Drainage of Coal Mining South Sumatera Indonesia	Journal on Advanced Science Engineering Information Technology	Vol. 4 No. 4, 2014
6	The Change of Nutrients in Tidal Swamp Soil and Palm Oil Plant Due to Several Dosages of Application of Palm Oil Mill Effluent on Planting Media	Journal of Soil Science and Agroclimatology	Vol. 12 No. 2, 2015
7	The Effect of Fire Retardant Composition on Burning Path and Determination of Thermal Resistance of Sawdust for Building Insulation	International Journal on Advanced Science Engineering InformationTechnology	Vol. 7 No. 4, 2017
8	Oil Recovery Test using Bio Surfactant of Halo Tolerant Bacteria <i>Brevundimonas diminuta</i> and <i>Bhurkholderia glumae</i> at Variation of NaCl Salt Concentrations	Microbiology Indonesia	Vol. 11, No. 3, 2017
9	The Utilization of Ceramic Membrane for Treating of Water from Sekanak River Palembang to produce Clean Water	International Journal on Advanced Science Engineering InformationTechnology	Vol. 8 No. 5, 2018
10	Conversion of Polypropylene Plastic Waste into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process using $\text{Al}_2\text{O}_3$ as Catalyst	International Journal on Advanced Science Engineering InformationTechnology	Vol. 8 No. 3, 2018
11	Production of Biogas from Artificial Substrates (oil, protein, and cellulose) by Indigenous Anaerob Bacteria	Journal of Physics: Conf. Series	1167 (2019) 012047

**F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Role of Nutrient and Bacteria in Reduction of Oil in Bioremediation of Wastewater from Oil Refinery Industry	Regional Symposium Chemical Engineering	UGM-Yogyakarta, December 4 – 5th, 2007
2	International Symposium on Sustainable Energy and Environmental Protection (ISSEEP) 2009	Study on Effect of TiO <sub>2</sub> -Pillared-Montmorillonite Based Co-Mo Catalysts to Hydro-cracking Process of Jarak Seed Oil	Yogyakarta-Indonesia on 23-26 November 2009
3	ISFA	The Effect of Reactant Ratios, Reaction Time and Catalyst Weight Ratios on Production of Biodiesel from Coconut Palm Oil Using Heterogeneous Catalyst	2010 Surabaya
4	Seminar Hasil Penelitian	Pengembangan Proses Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit	Sebagai : Keynote Speech 01 – 02 Desember 2011 Aula D3 Ekonomi Unsri Bukit Palembang
5	Seminar Hasil Penelitian	Pemanfaatan Hasil Hidrocracking CPO yang dikombinasikan dengan Condensate untuk mengubah Premium menjadi Pertamax dan untuk Pembuatan Oli	12 – 13 Desember 2012 MM Unsri Bukit Palembang
6	International Seminar on Energy and Environmental Science and	Use of Condensate combined with Hydrocracking Palm Oil Products for improving the Quality of	10-11 September 2014 Palembang

	Technology (SISEEST)	Premium2014	
7	Added Value of Energy Resources (AvoER)	Use of Condensate Combined with Hydrocraking Palm Oil Products for Improving the Quality of Premium	30 Oktober 2014 Palembang
8	Added Value of Energy Resources (AvoER)	Sintesa Senyawa Epoksi melalui Reaksi Epoksidasi Minyak Kelapa Sawit	30 Oktober 2014 Palembang
9	International Conference on Sustainable Agriculture and Food Security	Application of Various Concentration Liquid Waste from Oil Palm Mill on the Growth of Oil Palm Plant ( <i>Elaeis guinensis</i> , Jacq)	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, October 12-13, 2015
10	Forum in Research, Science, and Technology	Pengaruh Temperatur dan Waktu Reaksi terhadap Konversi Senyawa Poliol pada Reaksi Hidroksilasi Senyawa Epoksi	27 Oktober 2015 Palembang
11	Sriwijaya International Conference on Engineering, Science and Technology (SICEST)	The Effect of Fire Retardant Composition on Burning Path and Determination of Thermal Resistance of Sawdust for Building Insulation	9 – 10 November 2016 Bangka
12	2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Food Security : A Comprehensive Approach (ICSAFS)	Application of Various Concentrations of Liquid Waste from Oil Palm Mill on the Growth of Oil Palm Plant ( <i>Elaeis guinensis</i> , Jacq)	2017
13	Sriwijaya International Conference on Engineering, Science and Technology (SICEST)	Production of Biogas from Artificial Substrates (oil, protein, and cellulose) by Indigenous Anaerob Bacteria	Palembang, 2018

### **G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Metodologi Penelitian	2010	Iv + 255	Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya

### **H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir**

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Metode Pembuatan Aditif Nabati dari Minyak Tumbuhan untuk Perbaikan Kinerja BBM	2013	Paten	P00201304764
2	Metode Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan menggunakan Bakteri Konsorsium	2017	Paten	P000201703468

### **J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)**

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Satyalancana Karya Satya XX Tahun	Pemerintah Indonesia	2013

2	Satyalancana Karya Satya XXX Tahun	Pemerintah Indonesia	2018
---	---------------------------------------	----------------------	------

Palembang, Maret 2019



(Prof. Dr. Ir. Muhammad Said, M.Sc )

## BIODATA ANGGOTA PENELITI 2

### I. Identitas Diri

Nama Lengkap : Asyeni Miftahul Jannah, S.T., M.Si  
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
NIP/NIDN : 19860629 2008 122002/0018068601  
Tempat/Tanggal Lahir : Palembang, 29 Juni 1986  
Alamat Rumah : Jl. Karya I no. 1579 A Lebung Gajah Palembang  
No. Hp : 08117888456  
Jenis kelamin : Perempuan  
Alamat Kantor : Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32  
Inderalaya, OI  
Email : [asyeni@ft.unsri.ac.id](mailto:asyeni@ft.unsri.ac.id)  
Mata Kuliah yang diampuh :

1. Fisika Dasar
2. Fisika Terapan
3. Teknologi Pulp dan Kertas
4. Fenomena Perpindahan
5. Petrokimia

### II. Riwayat Pendidikan

Program	S1	S2
<b>Nama Perguruan Tinggi</b>	Universitas Sriwijaya	Universitas Sriwijaya
<b>Bidang Ilmu</b>	Teknik Kimia	Pengelolaan Lingkungan
<b>Tahun Masuk</b>	2003	2011
<b>Tahun Lulus</b>	2008	2013
<b>Judul Skripsi/Tesis</b>	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. Riwayat Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan
			Sumber
1	2018	Pembuatan Biobriket Dari <i>Sludge Cake</i> Menggunakan Perekat Lindi Hitam Limbah Industri Pulp Kraft Pt. Tanjung Enim Lestari <i>Pulp And Paper</i>	Sateks
2	2017	Proses Delignifikasi dengan Metode <i>Ammonia-Pretreatment</i> Pada Pembuatan Biobutanol Berbahan Baku Ampas Tebu	Sateks
3	2017	Pemanfaatan Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol Dengan Proses Delignifikasi <i>Acid-Pretreatment</i>	DIPA Fak. Teknik UNSRI
4	2016	Proses Delignifikasi Dengan Metode Alkaline-Pretreatment Pada Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Sabut Kelapa	Sateks
5	2016	Pengembangan system Monitoring dan Deteksi Dini Real Time Kadar Baku Mutu Limbah Dikawasan Sungai Musi	Unggulan Kompetitif
6	2015	Penggunaan Metode <i>Alkaline Pretreatment-Acid Hydrolisis</i> Pada Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Sabut Kelapa	Sateks
7	2010	Performance Check Of Biodiesel Application In Boiler At Pilot Plant Unsri	RUSNAS

#### IV. Riwayat Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan
			Sumber
1	2017	Edukasi Pemanfaatan Kompos Sampah Organik Sebagai Adsorben Logam Berat Di Desa Pulau Harapan Kec. Sembawa Kab. Banyuasin	DIPA Fak. Teknik Unsri
2	2017	Sosialisasi Kandungan Zat Kimia Berbahaya Dalam Makanan Di Desa Pulau Hrapan Kec. Sembawa Kab. Banyuasin	Mandiri
1	2016	Penyuluhan Metode Pengolahan Air Sungai Bersih Dengan Teknologi Ultrafiltrasi Untuk Penduduk di Desa Ulak Kerbau Baru Kabupaten Ogan Ilir	DIPA Fak. Teknik Unsri
2	2016	Penyuluhan Pisang Asap, Proses Fermentasi Karbohidrat Dari Singkong & Beras Ketan	DIPA Fak. Teknik Unsri
3	2015	Peluncuran Desa Binaan Universitas Sriwijaya Di Desa Ulak Kembahang 2, Kecamatan Pemulutan Barat, Ogan Ilir	BOPTN Unsri 2015
4	2011	Pelatihan Pembuatan Biobriket Dari Sekam Padi Di Pondok Pesantren Raudhatul Ulum Sakatiga, Inderalaya Ogan Ilir	DIPA Unsri

**V. Riwayat 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 <b>Terindex Scopus</b>
4	2017	Pemanfaatan Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol Dengan Proses Delignifikasi <i>Acid-Pretreatment</i>	Vol. 23/No. 4	Jurnal Teknik Kimia

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam riwayat hidup ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia mempertanggung jawabkannya.

Inderalaya, Maret 2019  
Asyeni Miftahul Jannah, S.T., M.Si

NIP. 19860629200812 2 2002

### XIII. LAMPIRAN LUARAN PENELITIAN

Draft artikel telah dikirim ke Jurnal internasional terindeks scopus Q2 “**Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**”. Status terdaftar. Bukti submit dan Draft artikel dapat dilihat pada lampiran 1.

Paten sederhana pembuatan bioetanol gel telah di daftarkan ke KemenKumHam. Nomor pendaftaran dan darft dapat dilihat di lampiran 2.

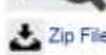


## Biocatalysis and Agricultural Biotechnology

[Home](#)    [Reports](#)

BAB\_2019\_1973 | Research Paper

### Aqueous Ammonia Soaking-Dilute Acid Pretreatment to Produce Bioethanol from Rice Husk



Novia Novia | Universitas Sriwijaya, Jl. Poltek Lt. Padang Kapas 1 No.17 Rt.44/03 Bukit Lama. Ilir Barat I, Indonesia.

Status: With Editor (0 days) | Submitted: 25/Nov/2019

[Overview](#)[Files](#) [Messages](#)[Other Authors](#) [Show Details](#)[Contact Editor](#)

Muhammad Said (Universitas Sriwijaya), Asyeni Miftahul Jannah Jannah (Universitas Sriwijaya), Pebriantoni Pebriantoni (Universitas Sriwijaya), Muhammad Bayu (Universitas Sriwijaya)

#### Abstract

The objective of this research was to study the effect of aqueous ammonia concentrations and pretreatment temperatures of rice husk to produce bioethanol. Aqueous Ammonia Soaking (AAS) and dilute acid were used to pretreat rice rusk. The rice husk composition was analyzed by SEM and Chesson methods. AAS pretreatment was conducted by various aqueous ammonia concentrations of 5, 10, 15, 20, 25 % (v/v) and temperatures of 60, 70, 80 90, 100 oC. The result showed that the highest lignin reduction and glucan recovery were about 36.62%, 47.28%, respectively at ammonia concentration of 20% (v/v) and pretreated temperature of 100 oC. Furthermore, enzymatic hydrolysis produced the highest glucose of about 24.18 ppm and the fermentation resulted bioethanol of 5.86%.

#### Keywords

Aqueous Ammonia, Bioethanol, Dilute Acid, Fermentation, Hydrolysis

#### Research Data

There are no linked research data sets for this submission. The following reason is given:

Data will be made available on request

[Additional Information](#)[View](#)[References](#)[View](#)

**FORMULIR PERMOHONAN PENDAFTARAN PATEN INDONESIA**  
**APPLICATION FORM OF PATENT REGISTRATION OF INDONESIA**

<b>Data Permohonan (Application)</b>			
Nomor Permohonan <i>Number of Application</i>	: S00201909486	Tanggal Permohonan <i>Date of Submission</i>	: 23-OCT-19
Jenis Permohonan <i>Type of Application</i>	: PATEN SEDERHANA	Jumlah Klaim <i>Total Claim</i>	: 2
		Jumlah halaman <i>Total page</i>	: 12
Judul <i>Title</i>	: METODE PEMBUATAN BIOETANOL GEL DENGAN BAHAN PENGENTAL CARBOXYMETHYLCELLULOSE DAN ASAM POLIAKRILAT		
Abstrak <i>Abstract</i>	: Invensi ini berhubungan dengan metode pembuatan bioetanol gel dengan bahan pengental Carboxymethylcellulose (CMC) dan Asam Poliakrilat dan dilanjutkan dengan uji bioetanol gel pada proses pemanasan air. Metode pembuatan bioetanol gel dengan bahan pengental CMC dan asam poliakrilat meliputi langkah-langkah berikut: pertama-tama melarutkan bahan pengental ke dalam aquadest. Lalu menambahkan sebanyak 100 ml bioetanol dengan kadar 70% ke dalam campuran tersebut. Konsentrasi CMC yang digunakan adalah 2 - 4 % (b/v). Berat asam poliakrilat yang digunakan berkisar 1 - 2 gr. Tahap selanjutnya melakukan uji perpindahan panas bioetanol gel pada air mendidih. Awalnya 100 ml air dimasukkan kedalam beker gelas dan diukur suhu awal air tersebut. Lalu memasukkan bioetanol gel sebanyak 15 gr ke dalam cawan porselin dan dibakar untuk memanaskan air dalam bekergelas. Selanjutnya menunggu suhu akhir air di dalam beker gelas saat bioetanol gel sudah tidak terbakar lagi. Lama waktu nyala tertinggi diperoleh sebesar 842 detik, saat penambahan berat asam poliakrilat 1.8 gr. Residu pembakaran yang dihasilkan dari bioetanol gel dengan bahan pengental asam poliakrilat terbaik pada penambahan 1.0 gr yang tidak menghasilkan residu pembakaran yaitu sebesar 0%. Nilai kalor tertinggi bioetanol gel diperoleh pada saat penambahan asam poliakrilat 1.0 gr yaitu sebesar 5244,6278 cal/gr.		
<b>Permohonan PCT (PCT Application)</b>			
Nomor PCT <i>PCT Number</i>	:	Nomor Publikasi <i>Publication Number</i>	:
Tanggal PCT <i>PCT Date</i>	:	Tanggal Publikasi <i>Publication Date</i>	:
<b>Pemohon (Applicant)</b>			
Name <i>(Name)</i>	Alamat <i>(Address)</i>	Surel/Telp. <i>(Email/Phone)</i>	
Sentra HKI Universitas Sriwijaya	Jl. Palembang - Prabumulih KM. 32 Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan	0711581077 sentrahki@yahoo.com	
<b>Penemu (Inventor)</b>			
Nama <i>(Name)</i>	Warganegara <i>(Nationality)</i>	Alamat <i>(Address)</i>	Surel/Telp. <i>(Email/Phone)</i>
Novia, ST., MT., Ph.D	Indonesia	Jl. Poltek Lt. Padang Kapas 1 No.17 Rt.44 Rw.03 Kel. Bukit Lama-IIir Barat I, Palembang, Sumatera Selatan, 30139	novia@ft.unsri.ac.id 081368632611
Dhika Ujianah, ST	Indonesia	Jl RA Kartini, RT 15 RW 04, Kel Pematang Kandis, Kec Bangko, Jambi	dhikaujanah@gmail.com 0895639413642

Eko Safitri, ST	Indonesia	Dusun 2 Rt. 005 Rw. 002 Desa Mulyorejo Kec. Sungai Lilin. Kab. Musi Banyuasin	ekosafitri20@gmail.com 087818604349
-----------------	-----------	--	--

#### Data Prioritas (Priority Data)

Negara (Country)	Nomor (Number)	Tanggal (Date)
---------------------	-------------------	-------------------

#### Kuasa/Konsultan KI (Representative/ IP Consultant)

Nama (Name)	Alamat (Alamat)	Surel/Telp. (Email/Phone)
Sentra HKI Universitas Sriwijaya	Jl. Palembang - Prabumulih KM. 32 Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan	sentrakhki@yahoo.com 0711581077

#### Lampiran (Attachment)

ABSTRACT

SURAT PENGALIHAN HAK ATAS  
INVESNSI

SURAT PERNYATAAN KEPEMILIKAN  
INVENSI OLEH INVENTOR

KLAIM

DESKRIPSI

#### Detail Pembayaran (Payment Detail)

No	Nama Pembayaran	Sudah Bayar	Jumlah Data
1.	Pembayaran Permohonan Paten	<input checked="" type="checkbox"/>	-
2.	Pembayaran Kelebihan Deskripsi	<input type="checkbox"/>	-
3.	Pembayaran Kelebihan Klaim	<input type="checkbox"/>	-
4.	Pembayaran Percepatan Pengumuman	<input type="checkbox"/>	-
5.	Pembayaran Pemeriksaan Subtantif	<input type="checkbox"/>	-

Jakarta, 23 Oktober 2019

Pemohon / Kuasa

Applicant / Representative

Tanda Tangan /  
Signature



Nama Lengkap / Fullname

## **SURAT PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novia, ST., MT., Ph.D  
NIP / NIDN : 19731105 200003 2 003 / 0005117301  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya  
Pangkat / Golongan : Pembina/IV a  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Alamat : Jurusan Teknik Kimia, FT Unsri,  
Jl. Raya Palembang-Prabumulih km.32 Indralaya,  
Ogan Ilir. Sumatera selatan

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian saya dengan judul:

## "PRODUKSI BIOETANOL DARI SEKAM PADI MENGGUNAKAN PRAPERLAKUAN AQUEOUS AMMONIA - DILUTE ACID DAN HIDROLISIS ENZIMATIK FERMENTASI (EXPERIMENTAL-CFD MODELING)"

yang diusulkan dalam jenis penelitian Unggulan Kompetitif untuk tahun anggaran 2019 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga / sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Mengetahui,  
Ketua LPPM UNSRI

Indralaya, 25 Juni 2019

### **Yang Menyatakan**

METERAI  
TEMPEL.  
BPN 3 AFF 18006682  
**6000**  
DUA RIBU EMPAT

Novia, ST., MT., Ph.D  
NIP. 19731105 200003 2 003