

**STUDI LABORATORIUM PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM
PADI MENJADI SUMBER *SOLVENT* DIGUNAKAN SEBAGAI
PARAFIN INHIBITOR PADA LAPANGAN N**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Oleh

NANDA PERMATA SARI

NPM 163210857



Dokumen ini adalah Arsip Miilik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**

**STUDI LABORATORIUM PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM
PADI MENJADI SUMBER *SOLVENT* DIGUNAKAN SEBAGAI
PARAFIN INHIBITOR PADA LAPANGAN N**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Oleh

NANDA PERMATA SARI

NPM 163210857



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Nanda Permata Sari
NPM : 163210857
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Studi Laboratorium Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Sumber *Solvent* Digunakan Sebagai Parafin Inhibitor Pada Lapangan N

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Eng. Muslim, MT (.....)

Pembimbing II : Fiki Hidayat, ST., M.Eng (.....)

Penguji I : Novia Rita, ST., MT (.....)

Penguji II : Idham Khalid, ST., MT (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 15 November 2019

Disahkan Oleh:



DEKAN
FAKULTAS TEKNIK

Dr. H. ABD. KUDUS ZAINI, MT, MS., Tr

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN

Dr. ENG. MUSLIM, MT

**LEMBAR REKOGNISI
(ACKNOWLEDGEMENT)**

Penelitian dengan judul “Studi Laboratorium Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Sumber *Solvent* Digunakan Sebagai Parafin Inhibitor Pada Lapangan N” ini dibiayai oleh:

**Dana Penelitian Bersama UIR – UTP
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Kerjasama
Nomor: 469/KONTRAK/LPPM-UIR/9-2018**



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

LEMBAR REKOGNISI
(ACKNOWLEDGEMENT)

Penelitian dengan judul “Studi Laboratorium Pemanfaatan Limbah Sekam Padi
Menjadi Sumber *Solvent* Digunakan Sebagai Parafin Inhibitor Pada Lapangan N”
ini dibiayai oleh:

Dana Penelitian Bersama UIR – UTP
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Kerjasama
Nomor: 469/KONTRAK/LPPM-UIR/9-2018



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah SWT atas rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik. Program Studi Teknik Perminyakan. Universitas Islam Riau. Disini saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir. Oleh sebab itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr.Eng. Muslim, MT selaku dosen pembimbing 1, Bapak Fiki Hidayat, ST, M.Eng selaku dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberi masukannya. Bapak Muhammad Khairul Afdhol dan Bapak Dr. Wan Sopyan Hadi, S.Pi, MT selaku pembimbing kegiatan di laboratorium UIR yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya.
2. Ibu Novrianti, S.T, M.T selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat serta penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
3. Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang telah menyediakan sarana dan prasaran guna mendukung keberhasilan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis.
4. Ketua dan sekretaris Program Studi serta dosen-dosen yang banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan dukungan yang telah diberikan.
5. Kedua orang tua, Bapak Nurhadi, Ibu Zubaidah serta adik adik Aldi Putra Penja dan Alda Dwi Putri, yang selalu memberikan dukungan material, dukungan moral dan doa yang senantiasa mengiringi.
6. Keluarga besar Petromusi, kost Intan swalayan dan seluruh teman-teman teknik perminyakan yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, Oktober 2019

Nanda Permata Sari

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR REKOGNISI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ixx
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL	xiii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xivv
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN.....	2
1.3 MANFAAT.....	2
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 LOKASI PENELITIAN.....	12
3.2 FISHBONE	12
3.3 ALAT DAN BAHAN.....	12
3.3.1. Alat.....	12
3.3.2. Bahan.....	17
3.4 JENIS PENELITIAN.....	17
3.5 PROSEDUR DAN PELAKSANAAN PENELITIAN	17
3.5.1. Produksi <i>Bioethanol</i>	17
3.5.2. Uji Kadar Alkohol.....	23
3.5.3. Uji <i>Wax Paraffin</i>	26
3.6 WAKTU PENELITIAN.....	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 PEMILIHAN BAHAN UNTUK PEMBUATAN ETANOL	28
4.2 TAHAPAN PEMBUATAN <i>BIOETHANOL</i>	30
4.2.1 Proses Hidrolisis Sekam Padi Untuk Menghasilkan Glukosa.....	30
4.2.2 Fermentasi Sekam Padi Menggunakan Sakaromises	34
4.2.3 Proses Destilasi untuk Menghasilkan <i>Bioethanol</i>	36
BAB V PENUTUP.....	43
5.1 KESIMPULAN.....	43
5.2 SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN.....	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengaruh Konsentrasi Asam Terhadap Kadar Etanol	7
Gambar 2.2	Efek Dari Dosis PPD pada <i>Pour Point</i>	9
Gambar 2.3	Endapan Lilin Mengurangi Diameter Efektif Dalam Pipa	11
Gambar 2.4	Rangkuman Penelitian	13
Gambar 3.1	1. Neraca Digital, 2. Corong 3. Stirrer	15
Gambar 3.2	4. Gelas Kimia, 5. Gelas Ukur, 6. Tabung Reaksi	15
Gambar 3.3	7. Pengaduk, 8. <i>Alumunium Voil</i> , 9. <i>Heater</i>	15
Gambar 3.4	10. Bola Karet, 11. Piknometer, 12. Pipet Volumetrik	15
Gambar 3.5	13. <i>Corong Buchner</i> , 14. <i>Flash dan Fire Unit</i> , 15. Oven	16
Gambar 3.6	16. Unit Pengasaman, 17. <i>Destilation Unit</i> , 18. Ostwald	16
Gambar 3.7	19. Termometer, 20. Refraktometer, 21. <i>Sieve Analysis</i>	16
Gambar 3.8	22. Erlenmeyer, 23. Alkohol Meter, 24. Blender	16
Gambar 3.9	Sekam Padi Hasil Blender	17
Gambar 3.10	Sekam Padi Ukuran 200 Mesh	18
Gambar 3.11	Proses Hidrolisis	20
Gambar 3.12	Oven yang Digunakan Pada Proses Hidrolisis	21
Gambar 3.13	Proses Fermentasi (Afdhol, Zulaika, & Siregar, 2019)	22
Gambar 3.14	Proses Vakum	22
Gambar 3.15	Suhu Destilasi untuk Produksi Alkohol	23
Gambar 4.1	Sekam Padi	29
Gambar 4.2	Hasil Gula Reduksi Berdasarkan Beda Ukuran Mesh	32
Gambar 4.3	Hasil Hidrolisis Berdasarkan Beda Mesh	32
Gambar 4.4	Hasil Gula Reduksi Berdasarkan Beda Konsentrasi Asam	33
Gambar 4.5	Percobaan Fermentasi Selama Tiga Hari, a. Asam pH 0-1, b. Netral pH 7-8, c. Basa pH 11-12	35
Gambar 4.6	Rangkaian Destilasi	36
Gambar 4.7	Kadar Alkohol Pada Destilat Sekam Padi	37
Gambar 4.8	Test pH dan Warna Etanol dari Sekam Padi	38
Gambar 4.9	Grafik Penurunan <i>Pour Point</i> Rata-rata <i>Crude Oil</i>	40
Gambar 4.10	Nilai <i>Pour Point</i> <i>Crude Oil</i> A Setelah Dicampurkan <i>Solvent</i>	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Solvent</i> PARASOL II.....	8
Tabel 2.2 <i>Pour Point</i> Minyak Mentah Sebelum dan Sesudah Ditambahkan <i>Additives</i>	9
Tabel 2.3 <i>Influence of Additive on Nada Crude Oil Pour Point</i>	10
Tabel 2.4 <i>Solvent</i> Yang Digunakan Untuk Mengatasi <i>Wax Paraffin</i>	12
Tabel 3.1 Spesifikasi Alkohol	23
Tabel 4.1 Hasil Gula Reduksi Sekam Padi Variasi Beda Mesh (25% H ₂ SO ₄)	30
Tabel 4.2 Hasil Gula Reduksi Sekam Padi Variasi Beda Konsentrasi Asam (50 Mesh)	31
Tabel 4.3 Perbandingan <i>Properties Bioethanol</i> dengan Parasol II.....	38
Tabel 4.4 Nilai <i>Pour Point</i> Minyak Sebelum Dicampurkan <i>Solvent</i>	39
Tabel 4.5 Nilai <i>Pour Point</i> Sampel Setelah Dicampurkan <i>Solvent</i>	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Nilai <i>Pour Point</i> Minyak Sampel B Setelah Dicampurkan <i>Solvent</i>	48
Lampiran II	Nilai <i>Pour Point</i> Minyak Sampel C Setelah Dicampurkan <i>Solvent</i>	48
Lampiran III	Hasil Gula Reduksi Sekam Padi	49
Lampiran IV	Foto-Foto Kegiatan Selama Penelitian	53
Lampiran V	<i>Properties Crude Oil</i>	55
Lampiran VI	Publikasi Penelitian <i>International Conference</i>	56



DAFTAR SINGKATAN

API	American petroleum institute
ASTM	American standard testing and material
b	berat
BOPD	Barel oil per day
BPS	Badan pusat statistik
C	Celcius
Ca ₃ COOH	Acetic acid
cp	Centi poise
F	Fahrenheit
FE	Flow effeciency
gr	gram
H ₂ SO ₄	Asam sulfat
HCL	Asam khlorida
kg	kilogram
M	Molar
m	Massa
ml	Mililiter
Mpa	Mega pascal
N	Normalitas
Na ₂ CO ₃	Sodium carbonate
NaOH	Natrium hidroksida
pH	Power of hydrogen
PI	Productivity Index
QS	Quran surat
RH	Rice Husk
SAA	Soaking in aqueous pretreatment
SNI	Standar nasional indonesia
SG	Specific gravity
SSF	Sacarification simultan fermentation
t	Waktu

V

volume

WAT

Wax appearance temperature



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SIMBOL

$^{\circ}$	Derajat
%	Persen
ρ	Densitas
ρ_a	Densitas alkohol
ρ_w	Densitas water
μ_{kin}	Viskositas kinematik
C	Kostanta alat ostwald
μ_{kin}	Viskositas kinematik



STUDI LABORATORIUM PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI SUMBER *SOLVENT* DIGUNAKAN SEBAGAI PARAFIN INHIBITOR PADA LAPANGAN N

NANDA PERMATA SARI

163210857

ABSTRAK

Permasalahan *wax paraffin* pada minyak mentah yang terjadi di industri hulu migas dapat menyebabkan kerugiakan karena mengurangi kualitas dari minyak mentah. Banyak metode yang dapat digunakan untuk mengatasi hal ini salah satunya adalah *chemical*. *Chemical* yang digunakan merupakan *bioethanol* sebagai *solvent* yang berasal dari limbah pertanian yaitu sekam padi. Penelitian ini bertujuan untuk mencegah pertumbuhan *paraffin* dengan menganalisis berkurangnya nilai *pour point* minyak mentah setelah dicampurkan *solvent* dengan variasi rasio pencampuran 5%, 10%, 15%, 20%, 50% dan 100%.

Penelitian ini menggunakan metode *experiment*, pada pembuatan *bioethanol* menggunakan beberapa tahapan umum yaitu hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Hidrolisis adalah proses pemanasan sampel menggunakan *heater* atau oven pada suhu 105 °C selama tiga jam dengan media asam H₂SO₄ (asam sulfat). Selanjutnya proses fermentasi, pada proses ini bertujuan untuk mengasihkan alkohol dengan cara menambahkan bakteri berupa sakaromises sebanyak dua gram. Kemudian, sampel didiamkan pada rangkaian alat dengan metode anaerob selama kurang lebih lima hari. Yang terakhir adalah proses destilasi. Sebelum itu liquid dan solid pada sampel dipisahkan terlebih dahulu kemudian sampel dimasukkan pada rangkaian alat destilasi dengan suhu 78 °C sehingga destilat yang keluar merupakan alkohol jenis *bioethanol*. Kemudian, dilakukan karakterisasi *bioethanol* melalui pengujian beberapa parameter. Parameter tersebut meliputi densitas, SG, API, warna, aroma, pH, viskositas, *flash point* dan *fire point*. Selain itu, dilakukan juga pengujian nilai *pour point* pada minyak mentah.

Dari hasil penelitian diperoleh hasil bahwa semakin besar rasio pencampuran *solvent* yang digunakan yaitu 5%, 10%, 15%, 20%, 50% hingga 100% maka nilai *pour point* semakin berkurang, hal ini dibuktikan pada sampel A, B dan C ketika rasio pencampuran 100% mampu menurunkan *pour point* sebesar 3 °C. Pada sampel A memiliki nilai *pour point* 44 °C setelah dicampurkan *solvent* pada rasio 100% nilai *pour point* menurun menjadi 41 °C.

Kata Kunci : *Wax Paraffin, Bioethanol, Sekam Padi, Pour Point*

LABORATORY STUDY OF SOLVENT PRODUCTION FROM RICE HUSK AS A PARAFFIN INHIBITOR IN FIELD N

NANDA PERMATA SARI

163210857

ABSTRACT

Wax paraffins problem in crude oil that occurs in the upstream oil and gas industry can cause losses due to reducing the quality of crude oil. Many methods can be used to resolve it, one of them is chemical. The chemical that used is bioethanol as a solvent derived from agricultural waste, namely rice chuff. This study aims to prevent the growth of paraffin by analyzing the reduction of crude oil pour point after being mixed with the solvent under the mixing ratios variation including 5%, 10%, 15%, 20%, 50% and 100%.

This study is an experimental research, which in the making of bioethanol used several general stages; those are hydrolysis, fermentation and distillation. Hydrolysis is a process of heating a sample by using a hotplate or oven at 105°C for three hours with H₂SO₄ (sulfate acid) as the medium. The next step is fermentation, aims to produce alcohol by adding saccharomyces for two grams. Furthermore, the sample is allowed to stand for 5 days in a series of tools with an anaerobic method. The last is distillation process. In this step, the liquid and solid in the sample were separated first. Then, the sample was put in a distillation device at 78°C and produced a bioethanol. Hereafter, the bioethanol is characterize by examining the density, SG, API, color, odor, pH, viscosity, flash point and fire point. Moreover, the pour point value also examined on the crude oil.

Based on the research finding, it can be stated that the greater the ratio of mixing solvent used (5%, 10%, 15%, 20%, 50% to 100%), the lower the pour point value. This was proven by the sample A, B and C. It was when the ratio mixing at 100%, it reduced the pour point in the amount of 3°C. In the sample A, the pour point value was 44°C, after the solvent was mixed at a ratio of 100%, the pour point value decreased to 41°C.

Keywords : Wax Paraffin, Bioethanol, Rice Husk, Pour Point

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Penurunan laju produksi minyak pada sumur akan terjadi seiring dengan berjalannya waktu bila sumur diproduksi secara terus menerus. Salah satu penyebab turunnya laju produksi ialah adanya endapan *wax paraffin* yang dapat menghambat aliran minyak (Wang, Wu, Creek, Shuler, & Tang, 2003). Permasalahan *wax paraffin* merupakan masalah yang krusial pada bidang perminyakan karena dapat menyebabkan minyak tidak dapat mengalir ketika suhu dibawah titik tuang (Hidayat & Abdurrahman, 2018). *Paraffin* merupakan rantai lurus yang terdiri dari karbon atom C_{20} hingga C_{40} , *paraffin* tumbuh ketika suhu menurun (Taraneh, Rahmatollah, Hassan, & Alireza, 2008).

Terdapat beberapa metode untuk mengatasi *wax paraffin*, diantaranya ialah metode pemanasan dan metode dengan menggunakan bahan kimia. Salah satu metode yang paling efektif yaitu menggunakan bahan kimia berjenis *hydrocarbon solvent* (Khaibullina, 2016). Pada penelitian Al-yaari & Fahd (2011) *solvent* juga digunakan sebagai *wax inhibitor* yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan *wax paraffin*. *Solvent* yang biasa digunakan sebagai *paraffin inhibitor* merupakan *solvent* berbahan sintesis sementara *solvent* yang disulkan ini adalah *solvent* berasal dari limbah pertanian yang lebih ramah lingkungan. Maka dari itu perlu dilakukan pengembangan dengan cara pembuatan *solvent* yang berbahan dasar dari limbah pertanian yaitu sekam padi.

Bioethanol sebagai *solvent* dapat dihasilkan dari biomassa yang mengandung selulosa melalui berbagai proses enzimatik dan fermentasi (Hu et al., 2018). Bahan baku *bioethanol* dapat berasal dari bahan sumber selulosa seperti jerami padi, ampas tebu, tongkol jagung dan lain sebagainya (Said, Wahid, Diah, & Sabang, 2014). Produksi *bioethanol* dari limbah selulosa telah dikembangkan, sekam padi merupakan salah satu bahan baku terbarukan yang digunakan untuk bahan dasar pembuatan *bioethanol* karena mudah didapatkan dan sangat ekonomis (Kouteu Nanssou, Jiokap Nono, & Kapseu, 2016). Kandungan selulosa dan lignonselulosa pada sekam padi adalah 38.4% dan 16.1% sehingga dapat menjadi sumber pembuatan *bioethanol* (Favaro et al., 2017). Proses pembuatan

bioethanol dari bahan baku yang mengandung selulosa sangat kompleks sehingga melibatkan beberapa proses yaitu *pretreatment*, hidrolisis dan fermentasi (Kouteu Nanssou et al., 2016).

Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia daerah Riau tahun 2015 produksi padi mencapai 959 ton per tahun. Proses penggilingan sekam padi menghasilkan 20%-30% bobot gabah (Kouteu Nanssou et al., 2016). Sehingga dalam setahun bobot gabah yang dihasilkan daerah Riau adalah 288 ton per tahun, dengan angka tersebut dapat dikatakan cukup besar sehingga dapat dimanfaatkan menjadi produk yang bernilai ekonomis.

Penelitian pembuatan *bioethanol* dilakukan di laboratorium dengan menggunakan limbah biomassa yaitu sekam padi yang akan diolah sehingga menjadi *solvent* guna untuk dapat menghambat pertumbuhan *paraffin*. Parameter keberhasilan yang diujikan dalam mengatasi *paraffin* pada minyak mentah yaitu menurunnya nilai *pour point* setelah dicampurkan dengan *solvent* (Deshmukh & Bharambe, 2012). Fang, Zhang, Ma, & Zhang (2012) telah melakukan penelitian menggunakan *additives* jenis PPD (*pour point dispersant*) yang merupakan pencampuran antara *octadecanol* dan asam akrilat dengan penambahan dosis sebanyak 400 ppm sehingga *pour point* berhasil diturunkan sebesar 11 °C dengan suhu *pour point* awal yaitu 43 °C sehingga berhasil diturunkan menjadi 32 °C.

1.2 TUJUAN

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini diantaranya adalah:

- a) Menghasilkan *bioethanol* dalam skala laboratorium dari limbah sekam padi.
- b) Efisiensi dalam menurunkan *pour point crude oil* menggunakan *solvent* yang dihasilkan dari sekam padi.

1.3 MANFAAT

Manfaat dilakukannya penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai tahapan peneliti dalam menyelesaikan studi, menjadikan laboratorium UIR sebagai sarana pembuatan *solvent* alternatif serta sebagai inovasi pengetahuan baru di bidang hulu migas dengan memanfaatkan limbah pertanian yaitu sekam padi sebagai

bahan dasar pembuatan *bioethanol* sebagai *solvent* yang berguna untuk menghambat pertumbuhan *paraffin* pada minyak mentah.

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini mendapatkan hasil yang lebih terarah dan terfokus, maka perlu adanya pembatasan masalah.

Adapun batasan masalah yang diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan untuk produksi etanol merupakan sekam padi yang berasal dari desa pulau tinggi, kampar, pekanbaru.
2. Bahan sekam padi yang digunakan dari beberapa ukuran terdiri dari mesh 30, 50, 80, 100 dan 200.
3. Pada proses hidrolisis menggunakan asam H_2SO_4 pada konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dengan suhu 110 °C.
4. Tingkat keberhasilan penelitian ini hanya ditinjau dari berkurangnya nilai *pour point* yang diujikan dengan membandingkan hasil sebelum dan sesudah dicampurkan *bioethanol*.
5. Tidak mempertimbangkan aspek keekonomisan dalam rasio pencampuran *solvent* pada *crude oil*.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk memudahkan dalam memahami laporan Tugas Akhir ini maka penulis membuat sistematika penulisan laporan sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan
Merupakan Bab Pendahuluan yang mengenai latar belakang, tujuan dan manfaat, batasan masalah serta sistematika penulisan.
2. Bab II Tinjauan Pustaka
Mengenai Bab Tinjauan Pustaka yang membahas tentang sekam padi, proses produksi *bioethanol*, *wax paraffin* dan pengaplikasian *solvent* yang biasa digunakan di dunia perminyakan.
3. Bab III Metodologi Penelitian
Merupakan Bab Metodologi Penelitian yang membahas tentang lokasi

penelitian, *fishbone*, alat dan bahan, jenis penelitian, prosedur penelitian serta waktu penelitian.

4. Bab IV Pembahasan

Merupakan Bab Pembahasan yang membahas tentang hasil *bioethanol* dari limbah sekam padi.

5. Bab V Kesimpulan

Merupakan Bab yang membahas mengenai kesimpulan serta saran pada masalah yang di bahas dan merupakan bab terakhir di laporan Tugas Akhir ini.



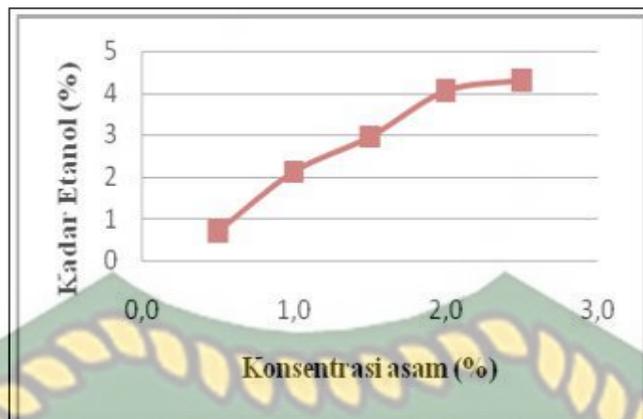
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan ini adalah pembuatan *solvent* dari limbah pertanian yaitu sekam padi yang kemudian dilarutkan dalam minyak mentah agar dapat mengurangi *pour point*. *Solvent* merupakan bahan kimia yang digunakan untuk mengurangi kadar parafin pada minyak mentah. Berkurangnya kadar parafin ini dapat disebabkan karena melarutnya *solvent* di dalam minyak mentah tersebut, sebagaimana sesuai dengan konsep *like dissolve like*, senyawa yang bersifat polar akan larut dalam pelarut polar dan senyawa yang bersifat non polar akan larut dalam pelarut non polar (Arifianti, Oktarina, & Kusumawati, 2014). Minyak mentah yang mengandung *wax paraffin* memiliki rumus kimia $C_{18}H_{38}$ dan etanol memiliki rumus kimia C_2H_5OH , kedua senyawa tersebut tidak memiliki kutub negatif maupun positif yang artinya bersifat non polar. Senyawa yang bersifat non polar akan menyebabkan gaya tarik menarik antar molekul (*solvent* dan minyak mentah) yang disebut dengan gaya london. Gaya london adalah gaya tarikan lemah yang disebabkan oleh dipol imbasan sesaat yang terjadi karena adanya pergerakan elektron dalam suatu orbital. Dipol-dipol ini dikatakan sesaat karena pergerakan elektronnya milyaran kali dalam satu detik. Dipol sesaat pada suatu atom dapat mengimbas (menginduksi) atom yang berada disekitarnya sehingga terjadi dipol terimbas. Hal tersebut yang menyebabkan terjadinya gaya tarik menarik antara dipol sesaat dengan dipol terimbas (Fariza et al., 2012). *Solvent* yang dikatakan ideal adalah *solvent* yang setelah dilarutkan dengan minyak mentah dapat mengurangi suhu *pour point* secara signifikan.

Dalam pembuatan *solvent* ini menggunakan limbah pertanian yang hasilnya disebut dengan *bioethanol*. Etanol dihasilkan melalui beberapa proses yaitu hidrolisis serta fermentasi dengan menggunakan bahan makan yang mengandung pati karbohidrat serta bahan sumber selulosa (Cai et al., 2018; Said, Wahid, Diah, & Sabang, 2014). Menurut Cai, Liu, He, Chai, & Cai (2018) akan dilakukan beberapa tahapan proses biomassa untuk dapat menghasilkan etanol, yaitu *pretreatment*, hidrolisis dan fermentasi. Tujuan dari *pretreatment* adalah untuk membuka struktur lignin selulosa agar selulosa terpisah dari lignin. Hidrolisis

merupakan proses pemecahan polisakarida yang ada berada di biomassa lignoselulosa, yaitu selulosa dan hemiselulosa yang akan dipecah menjadi monomer gula. Hidrolisis selulosa yang dilakukan secara sempurna akan menghasilkan glukosa, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hidrolisis yaitu: kandungan karbohidrat bahan baku, pH hidrolisa, waktu hidrolisis dan suhu (Osvaldo, S, & Faizal, 2012). Fermentasi adalah kegiatan mikrobia pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Mikrobia yang umum terlibat dalam fermentasi adalah bakteri, khamir dan kapang.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan *bioethanol* dari jerami padi yang mengandung Glukosa 44.8 dilakukan dengan proses *pretreatment* menggunakan 5 M Na_2CO_3 pada 100 °C selama 3 jam, hidrolisis dan fermentasi menggunakan metode pada 37 °C, pH 5.57 sehingga dari 154 gr jerami menghasilkan sekitar 83% etanol (Muktham, Bhargava, Bankupalli, & Ball, 2016). Kemudian penelitian sebelumnya menggunakan limbah pertanian yaitu limbah blewah yang dijadikan *bioethanol* dengan melakukan proses fermentasi anaerob selama 35 jam dengan suhu 30 °C, kecepatan pemutaran pada alat 120,130 dan 140 rpm menggunakan 15 kg substrat blewah kemudian ditambahkan 75 gram bakteri sakaromises (5 gram setiap kilogram dari substrat), berdasarkan teori yang ada setiap gram glukosa akan menghasilkan 0.51 gram etanol sehingga dapat dikatakan 50% akan terkonversi menjadi etanol dan 50% lagi akan berubah menjadi karbon dioksida (Salehi, Taghizadeh-alisaraei, Shahidi, & Jahanbakhshi, 2018). Dapat dilihat pada gambar 2.1 yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya menggunakan bahan alang-alang dengan konsentrasi asam 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% dan 2.5% asam sulfat, pada konsentrasi asam 0.5% menghasilkan kadar etanol sebesar 0.8%, konsentrasi 1.0 menghasilkan kadar etanol sebesar 2.2 %, konsentrasi 1.5 menghasilkan kadar etanol sebesar 3%, konsentrasi 2.0 menghasilkan kadar etanol sebesar 4% dan pada konsentrasi 2.5 menghasilkan kadar etanol sebesar 4.5% (Osvaldo et al., 2012).



Gambar 2.1 Pengaruh Konsentrasi Asam Terhadap Kadar Etanol (Osvaldo et al., 2012)

Hasil dari pembuatan *bioethanol* dari sekam padi selanjutnya diujikan pada sampel minyak mentah yang mengandung *wax paraffin* pada Lapangan N. *Wax* adalah kandungan alami yang terdapat di dalam minyak bumi yang memiliki struktur kristal dengan jumlah karbon lebih besar dari 12 dan memiliki titik lebur tinggi (Wiley & Sons, 2015; (Bacon, Romero-Zeron, & Chong, 2010). *Paraffin* merupakan rantai lurus yang terdiri dari 20 hingga 40 karbon atom dan memiliki sifat putih, tidak berbau, serta tidak berasa dan merupakan senyawa kimia *inert* yang terdiri dari senyawa hidrokarbon jenuh (Ellison, Gallagher, Frostman, & Lorimer, 2000). Sehingga dapat disimpulkan bahwa *paraffin* merupakan bagian dari *wax*, pada suhu tertentu *paraffin* akan membentuk deposit sehingga lama kelamaan akan menjadi *wax* yang dapat menghambat laju alir minyak mentah karena mengurangi diameter dari pipa. Keberhasilan dalam berkurangnya kadar parafin pada minyak mentah diindikasikan dengan menurunnya suhu *pour point* setelah dicampurkan dengan *solvent (bioethanol)*.

Pengujian dilakukan di laboratorium pengujian *pour point* dengan menggunakan ASTM D97 (Ghosh, Karmakar, Das, & Das, 2013). Pengujian *pour point* dilakukan pada minyak mentah sebelum dan sesudah dicampurkan *solvent*. Dalam prosedurnya siapkan oven karena pada suhu ruangan minyak sudah membeku akibat adanya parafin oleh karena itu digunakan oven sebagai pemanas, kemudian naikan suhu oven per 2 derajat hingga minyak dapat dituang lalu catat sebagai *pour point* minyak mentah. Pada penelitian ini penambahan *solvent* dilakukan dengan variasi rasio yaitu 5%, 10%, 15%, 20%, 50% dan 100% dari

banyaknya jumlah minyak. Penelitian ini dilakukan karena terinspirasi dari penelitian sebelumnya namun yang membedakannya adalah pada penelitian sebelumnya menggunakan *solvent* dengan campuran bahan kimia sintetis yang komersil sedangkan pada penelitian ini menggunakan *pure bioethanol* tanpa ada campuran bahan kimia lainnya.

Solvent merupakan larutan yang umum digunakan di dalam dunia perminyakan pada berbagai kegunaan pada bidangnya masing-masing dan di luar dunia perminyakan juga *solvent* banyak digunakan. Pada tabel di bawah ini merupakan kegunaan *solvent* sebagai *paraffin inhibitor* atau sebagai penghambat terbentuknya *paraffin*, dan klasifikasi *solvent* ini juga digunakan sebagai acuan untuk pembuatan *solvent* pada penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 2.1 Spesifikasi *Solvent* PARASOL II

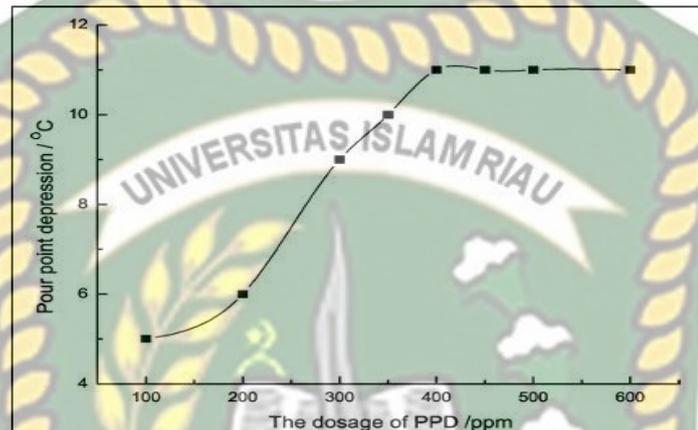
Parameter	Keterangan
Warna	Bening
Aroma	Aromatik
Keadaan fisik	Liquid
Bentuk	Liquid
pH	9
Titik didih	125 °C
Titik nyala	16.1 °C
<i>Specific gravity</i>	0.8528
<i>Relative density</i>	0.8527

Sumber : (Chemistry, n.d.)

Berikut beberapa penelitian mengenai *paraffin inhibitor* yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya dengan menggunakan *solvent* dari bahan sintesis yang berbeda, yaitu:

- 1) Pada sumur LS-124 di lirik dengan adanya adanya *paraffin* menyebabkan turunnya *flow efficiency* (FE) karena *damage formation* sehingga *productivity index* (PI) juga menurun. Dengan menginjeksikan *solvent* (*Xylene*) dan *surfactant* produksi minyak meningkat dari 7 BOPD menjadi 43 BOPD. Salah satu fungsi surfaktan yaitu untuk mengubah wettabilitas *oil wet* menjadi *water wet* yang diharapkan adalah minyak yang dapat mengalir dengan mudah (Priyandono, Amperianto, & Andrico, 2007).

2) Minyak mentah yang mengandung wax paraffin merupakan masalah yang serius bagi industri perminyakan karena dapat mengurangi aliran minyak dalam pipa. Pada penelitian ini mengidentifikasi tentang PPD (pour point dispersant) yang paling efektif digunakan pada crude oil di Shengli. Pada penelitian ini digunakan tiga jenis *additives* yaitu PPD, EVA (*ethylene-vinyl acetate copolymer*) dan MAVA.



Gambar 2.2 Efek Dari Dosis PPD pada *Pour Point* (Fang et al., 2012)

Dapat dilihat pada gambar 2.2 bahwa pada penambahan sebanyak 100 ppm PPD maka mampu menurunkan *pour point* sebesar 5 °C, selanjutnya pada penambahan dosis 200 ppm penurunan *pour point* menjadi 6 °C, kemudian dosis ditambahkan menjadi 300 ppm penurunan *pour point* menjadi lebih banyak yaitu sebesar 9 °C, ketika dosis ppm ditambahkan sebanyak 400 ppm *pour point* menurun menjadi 11 °C selanjutnya pada saat dosis yang digunakan lebih dari 400 ppm yaitu 450 ppm, 500 ppm dan 600 ppm, pengurangan *pour point* tetap sama yaitu hanya 11 °C dan hal ini dianggap tidak ekonomis. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar rasio pencampuran yang digunakan maka nilai *pour point* semakin berkurang, namun rasio pencampuran juga memiliki batasan pencampuran yang optimal.

Tabel 2.2 *Pour Point* Minyak Mentah Sebelum dan Sesudah Ditambahkan *Additives*

Sampel	<i>Pour Point</i> (°C)			
	<i>Pour Point</i> (°C)	<i>Added</i> PPD	<i>Added</i> EVA	<i>Added</i> MAVA
<i>Crude Oil</i>	43	32	38	38
<i>Deaspalthened Crude Oil</i>	41	35	N/A	N/A

Lanjutan **Tabel 2.3** *Pour Point* Minyak Mentah Sebelum dan Sesudah Ditambahkan *Additives*

Sampel	<i>Pour Point</i> (°C)			
	<i>Pour Point</i> (°C)	<i>Added</i> PPD	<i>Added</i> EVA	<i>Added</i> MAVA
<i>Deresinated Crude Oil</i>	41	38	N/A	N/A
<i>Deaspalthened and Deresinated Crude Oil</i>	39	38	N/A	N/A

The entire additives concentration was 400 ppm

Sumber : Fang et al., (2012)

Yang paling efektif dalam menurunkan *pour point* adalah PPD, dosis yang digunakan sebanyak 400 ppm yang artinya 0.2 gram yang memiliki kandungan terlarut 10% ditambahkan pada 50 gram *crude oil* Shengli sehingga berhasil menurunkan *pour point* sebesar 11 °C, *pour point* awalnya adalah 43 °C setelah ditambahkan *additives* PPD turun menjadi 32 °C (Fang et al., 2012).

- 3) Pengaruh *solvent* jenis *polymer* pada *pour point* minyak mentah di Nada yang memiliki *pour point* awal 30 °C hasil titik tuang dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.4 *Influence of Additive on Nada Crude Oil Pour Point*

No	<i>Additive Code</i>	<i>Pour Point Of Neat Nada Crude Oil, °C</i>	<i>Pour Point of Additive Treated Crude Oil, ppm</i>					
			100	200	300	400	500	1000
1	R-8	30	30	30	27	27	21	15
2	R-10	30	27	27	21	18	18	09
3	R-12	30	21	12	03	03	00	-3
4	R-14	30	18	15	12	12	12	03
5	R-16	30	15	15	15	12	06	00
6	R-18	30	18	12	12	12	09	09
7	R-22	30	27	33	33	33	33	33

Sumber : Deshmukh & Bharambe (2012)

Semua aditif efektif dalam meningkatkan aliran minyak mentah Nada dari dosis kecuali aditif jenis R-22, yang meningkatkan titik tuang menjadi 33 °C. Aktivitas pendispersi yang lebih tinggi dari aditif-aditif ini mungkin disebabkan oleh efek gabungan dari karbonil oksigen anhidrida maleat dan polaritas. Pada dosis 100 hingga 1000 ppm aditif R-12 paling efektif karena dapat menurunkan titik tuang hingga -3 °C (Deshmukh & Bharambe, 2012a).

- 4) Beberapa literatur menyatakan bahwa beberapa jenis *poly alkyl acrylates* umumnya digunakan sebagai *pour point dispersant* (PPD). Studi lebih lanjut dilakukan terhadap sintesis serta evaluasi dari homopolimer yang dicampurkan dengan tiga jenis alkohol yang berbeda, yaitu *decyl alcohol*, *dodecyl alcohol* dan *myristyl alcohol* dengan harapan bahwa komposisi ini dapat menghambat terbentuknya kristal *wax*. Aditif disiapkan untuk evaluasi *pour point* terhadap minyak dasar (BO1, BO2 dan BO3) melalui dua sumber yang berbeda (S1 dan S2) menggunakan ASTM D97 dalam pengujian *pour point*. Pada percobaan dilakukan terhadap 4 sampel, yaitu P-1, P-2, P-2 dan P-4. Pada percobaan yang dilakukan PPD ini mampu menurunkan rata-rata 6 °C pada setiap sampel yang diujikan pada rasio pencampuran maksimal yaitu 6%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa homopolimer ini cukup potensial untuk digunakan sebagai dasar untuk PPD (Ghosh et al., 2013).
- 5) *Wax* merupakan senyawa hidrokarbon yang terdiri dari rantai panjang yaitu alkana dan akan membentuk endapan dengan sangat cepat akibat perubahan suhu dan tekanan. Jika *wax* tidak diatasi maka akan dapat menghambat aliran sehingga mengurangi laju alir minyak mentah dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.3 Endapan Lilin Mengurangi Diameter Efektif Dalam Pipa
(Abdurrahman, Ferizal, Husna, & Pangaribuan, 2018)

Metode kimia juga digunakan dalam mengatasi *wax*, berbagai zat kimia yang digunakan adalah *xylene*, *toluene*, dan *naphtalene*. Zat zat ini digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkan *wax paraffin* di reservoir dan meningkatkan produktivitas sumur, ada dua cara untuk menginjeksikan pelarut yaitu *continous injection* dan *soaking injection*. Pada *continous injection*, *chemical* diinjeksikan melalui annulus, sedangkan untuk metode *soaking injection*

menggunakan truk pompa untuk menginjeksikan *chemical* ke dalam lubang sumur melalui annulus pada waktu tertentu. Metode *chemical* dapat diaplikasikan di lapangan dengan kriteria sebagai berikut, kandungan *wax* lebih dari 30% dan titik tuang lebih dari 35 °C. Metode ini telah berhasil dibuktikan di beberapa lapangan minyak seperti Jiangsu (China) dan Mumbai (India). Kandungan parafin menurun sehingga dapat meningkatkan produksi minyak. Pada data menunjukkan produksi meningkat dari 8 BOPD menjadi 453 BOPD di Mimbai (India) kemudian produksi minyak juga meningkat dari 202 BOPD menjadi 231 BOPD di lapangan minyak Jiangsu (China) (Abdurrahman et al., 2018).

Tabel 2.5 *Solvent Yang Digunakan Untuk Mengatasi Wax Paraffin*

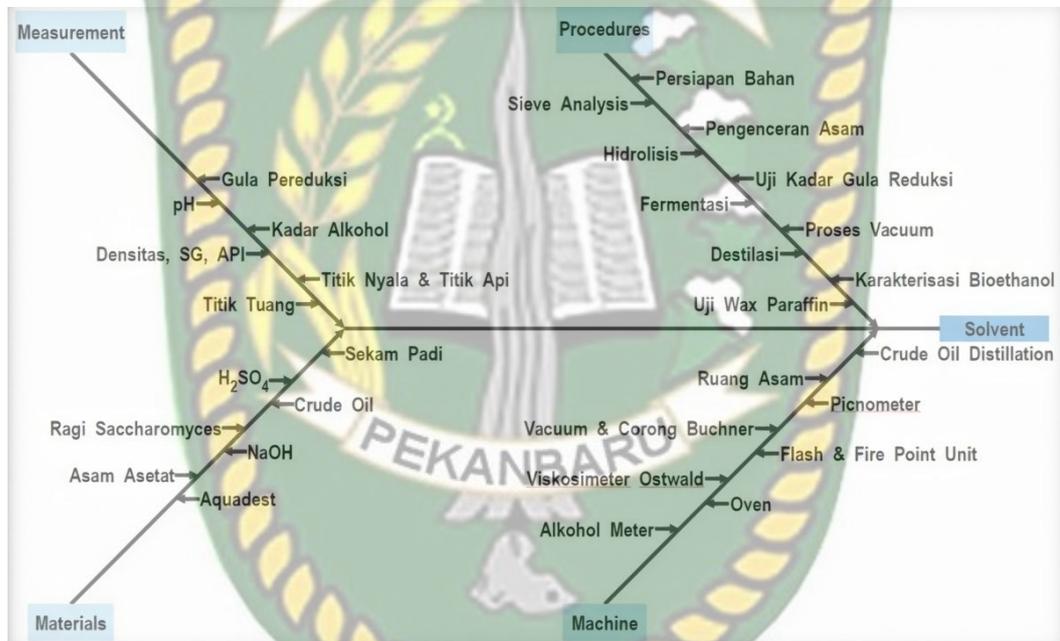
No	Jenis Solvent	Hasil
1.	<i>Xylene & Surfactan</i>	Produksi minyak meningkat dari 7 BOPD menjadi 43 BOPD
2.	PPD (<i>pour point dispersant</i>)	<i>pour point</i> pada <i>crude oil</i> Shengli turun sebesar 11 °C, <i>pour point</i> awalnya 43 °C setelah ditambahkan PPD turun menjadi 32 °C
3	Polymer jenis aditif R-8, R-10, R-12, R-14, R16, R-18, R20 dan R-22	Pada dosis 100 hingga 1000 ppm aditif R-12 paling efektif karena dapat menurunkan titik tuang hingga -3 °C
4.	<i>Decyl alcohol, dodecyl alcohol</i> dan <i>myristyl alcohol</i>	Pada percobaan yang dilakukan PPD ini mampu menurunkan rata-rata 6 °C pada setiap sampel yang diujikan pada rasio pencampuran maksimal yaitu 6%.
5.	<i>Xylene, toluene, dan naphtalene</i>	Pada data menunjukkan produksi meningkat dari 8 BOPD menjadi 453 BOPD di Mumbai (India) kemudian produksi minyak juga meningkat dari 202 BOPD menjadi 231 BOPD di lapangan minyak Jiangsu (China)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang berlokasi di jalan Kaharuddin Nasution, Marpoyan, Pekanbaru. Penentuan lokasi ini dilakukan pertimbangan bahwa di Laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau terdapat alat dan bahan yang dapat menunjang keberhasilan dari penelitian yang akan dilakukan.

3.2 FISHBONE

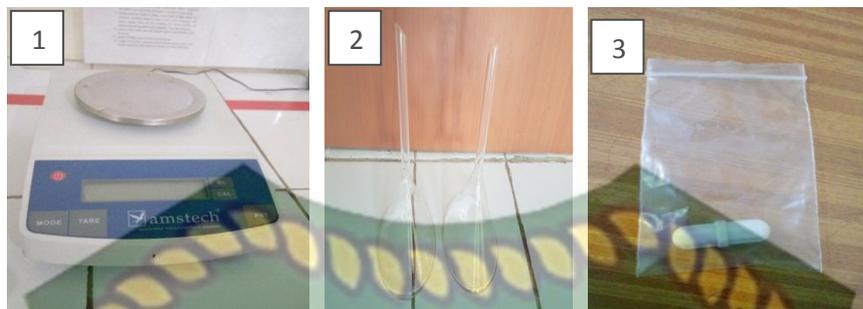


3.3 ALAT DAN BAHAN

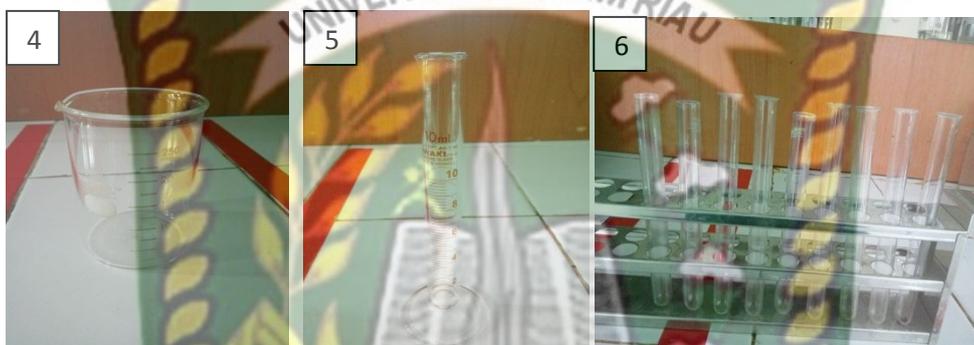
3.3.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan *bioethanol* adalah botol, gelas kimia, gelas ukur, *stirrer*, corong, *heater*, aluminium foil, *vacuum pump*, *BS&W centrifuge*, *distillation*, pH meter, thermometer, neraca digital, pipet tetes, piknometer, blender, *sieve analysis*, batang pengaduk, unit pengasaman, oven, erlenmeyer, selang dan plastisin, tabung reaksi, alkohol meter, *flash point dan fire point unit*, corong buchner, viskosimeter ostwald, bola karet, pipet

volumetrik, refraktometer. Peralatan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.1 1. Neraca Digital, 2. Corong 3. Stirrer



Gambar 3.2 4. Gelas Kimia, 5. Gelas Ukur, 6. Tabung Reaksi



Gambar 3.3 7. Pengaduk, 8. Aluminium Voil, 9. Heater



Gambar 3.4 10. Bola Karet, 11. Piknometer, 12. Pipet Volumetrik



Gambar 3.5 13. Corong Buchner, 14. Flash Point dan Fire Point Unit, 15. Oven



Gambar 3.6 16. Unit Pengasaman, 17. Destilation Unit, 18. Ostwald



Gambar 3.7 19. Termometer, 20. Refraktometer, 21. Sieve Analysis



Gambar 3.8 22. Erlenmeyer, 23. Alkohol Meter, 24. Blender

3.3.2. Bahan

- 1) Sekam Padi
- 2) Asam : H_2SO_4 (Asam Sulfat)
- 3) Bakteri anaerob: Sakaromises (*Saccharomyces*).
- 4) Aquades
- 5) NaOH
- 6) Asam Asetat
- 7) *Crude Oil*

3.4 JENIS PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode eksperimen di laboratorium. Melalui metode ini peneliti memperoleh data yang akan dicapai dengan melaksanakan percobaan secara langsung di Laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

3.5 PROSEDUR DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

3.5.1. Produksi *Bioethanol*

1. Persiapan Bahan (*Pretreatment*)

- 1) Sekam padi yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1 hari.
- 2) Menghaluskan sekam padi dengan menggunakan blender. Diblender hingga beberapa kali sampai agak halus.



Gambar 3.9 Sekam Padi Hasil Blender

2. Sieve Analysis

Mengayak/menyaring sekam padi hasil blender dengan menggunakan alat *sieve analysis* dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Siapkan sampel sekam padi yang telah diblender kira-kira sebanyak 500 gram.
- 2) Bersihkan *sieve analysis* dengan sikat dari bagian bawahnya serta dalamnya.
- 3) Sieve disusun diatas alat penggongcang dengan mangkok pada dasarnya, sedangkan *sieve* diatur dari yang halus diatas mangkok dan yang paling kasar di puncaknya
- 4) Urutan *sieve* yang digunakan paling atas adalah mesh 30, mesh 40, mesh 50, mesh 80, mesh 100, mesh 200.
- 5) Tuangkan dengan hati-hati sekam padi sebanyak sebanyak 500 gr.
- 6) Digoncang selama 15-30 menit dengan mengatur *stopwatch*.
- 7) Menuangkan dari sieve yang paling kasar (atas) hingga yang paling halus pada masing-masing wadah yang telah disiapkan.
- 8) Pisahkan bahan sekam padi ukuran 200 mesh sebagai bahan yang akan digunakan pada proses berikutnya (Nurjannah, 2014).



Gambar 3.10 Sekam Padi Ukuran 200 Mesh

3. Proses Pengenceran Asam H₂SO₄

Menggunakan asam sulfat karena asam sulfat berfungsi sebagai katalisator dapat membantu pada proses pemecahan karbohidrat menjadi gula pereduksi (Hayuningtyas, Sk, & Sla, 2014).

1) Siapkan alat dan bahan yaitu bahan yang berupa aquadest dan asam sulfat 96% serta alatnya merupakan labu volumetrik, gelas kimia, gelas ukur, corong, pipet tetes dan pipet volumetrik.

2) Hitung konsentrasi yang diinginkan yaitu 5%, 10%, 15%, 20% serta 25% menggunakan persamaan berikut:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (1)$$

Keterangan M_1 : Persentase asam sulfat pekat (96%)

M_2 : Persentase asam sulfat yang diinginkan (5%, 10%, 15%, 20% dan 25%)

V_1 : Volume asam sulfat yang dicari

V_2 : Volume asam sulfat yang diinginkan (1000 ml)

3) Mengencerkan asam pada tempatnya sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan yaitu 5%, 10%, 15%, 20% serta 25 dengan banyak asam pekat yang telah dihitung pada langkah kedua.

4. Hidrolisis Biomassa Lignoselulosa

1) Siapkan sekam padi yang sudah siap dilakukan hidrolisis dengan ukuran 30, 50, 80, 100 dan 200 mesh.

2) Masukkan sekam padi sebanyak 15 gr ke dalam gelas kimia (Hayuningtyas et al., 2014) .

3) Kemudian tambahkan larutan asam sulfat masing-masing sebanyak 150 ml dengan suhu 100 °C selama 2.5-3 jam (Hayuningtyas et al., 2014) pada konsentrasi asam 5%.

4) Ulangi langkah 2 dan 3 untuk konsentrasi asam 10%, 15%, 20% dan 25.

5) Sekam padi hasil hidrolisis kemudian disaring, larutan hidrolisat sebagai produk utama untuk dilalukan proses fermentasi (Osvaldo et al., 2012)



Gambar 3.11 Proses Hidrolisis

5. Uji Kadar Gula Reduksi Menggunakan Metode Luff-Schrroorl SNI 01-2891-1992

- 1) Timbang seksama lebih kurang 5 gram cuplikan ke dlm erlenmeyer 500 ml
- 2) Tambahkan 200 ml larutan HCl 3%, didihkan selama 3 jam dengan pendingin tegak
- 3) Dinginkan dan netralkan dengan larutan NaOH 30% (dengan lakmus atau fenoltalein) dan ditambahkan sedikit CH_3COOH 3% agar suasana larutan agak sedikit asam
- 4) Pindahkan isinya ke dalam labu ukur 500 ml dan impitkan hingga tanda garis, kemudian saring
- 5) Pipet 10 ml saringan ke dalam erlenmeyer 500 ml, tambahkan 25 ml larutan luff (dengan pipet) dan beberapa butir batit didih serta 15 ml air suling
- 6) Panaskan campuran tersebut dengan nyala yang tetap. Usahakan agar larutan dapat mendidih dalam waktu 3 menit (gunakan *stopwatch*), didihkan terus selama tepat 10 menit (dihitung dari saat mulai mendidih dan gunakan *stopwatch*) kemudian dengan cepat dinginkan dalam bak berisi es.
- 7) Titar secepatnya dengan larutan tio 0.1 N (gunakan penunjuk larutan kanji 0.5%)
- 8) Kemudian lakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil % gula reduksi per 100 ml sampel.

6. Hidrolisis Menggunakan Oven

- 1) Siapkan sekam padi ukuran mesh 200 dan asam sulfat konsentrasi 25%

- 2) Masukkan 3 sampel hidrolisis menggunakan yang *heater*, yaitu 45 gram sekam padi dan 450 ml asam sulfat.
- 3) Nyalakan oven lalu atur suhu sebesar 100 °C kemudian atur waktu hidrolisis selama tiga jam



Gambar 3.12 Oven yang Digunakan Pada Proses Hidrolisis

7. Fermentasi

- 1) Substrat hasil hidrolisis sekam padi tadi siap dilakukan fermentasi
- 2) Siapkan bakteri anaerob, bakteri yang digunakan adalah *Saccharomyces Cerevisiae* dengan kondisi pH 3-4 (Azizah, N., Al-Baarri, A.N., dan Mulyani, 2012)
- 3) Memasukkan hasil hidrolisis sekam padi ke dalam rangkaian fermentasi yang telah disiapkan.
- 4) Tambahkan ragi roti (fermipan) (Utami & Windiyati, 2014) dengan massa sebanyak 2 gram (Jayanti, 2011).
- 5) Difermentasikan selama 5 hari pada suhu 30 °C. (Azizah, N., Al-Baarri, A.N., dan Mulyani, 2012)



Gambar 3.13 Proses Fermentasi (Afdhol, Zulaika, & Siregar, 2019)

8. Proses Vakum

Setelah selesai difermentasikan untuk memisahkan antara liquid dan solid agar lebih efisien digunakanlah *vacum pump* yang telah dirangkai dengan corong buchner, selang serta erlenmeyer 500 ml. rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



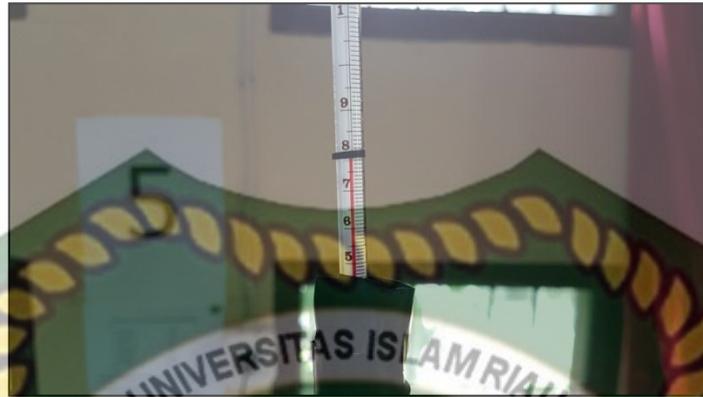
Gambar 3.14 Proses Vakum

9. Proses Destilasi ASTM D2892-18a

Proses destilasi (penyaringan) merupakan tahap pemisahan suatu zat berdasarkan titik didihnya. Berikut tahapan dari destilasi:

- 1) Ambil sampel dari hasil yang telah dilakukan fermentasi
- 2) Rangkai alat destilasi yang akan digunakan
- 3) Bersihkan dan keringkan gelas ukur, letakkan gelas ukur tersebut sedemikian rupa sehingga ujung *outlate* masuk sedikit ke dalam gelas ukur penampung destilat. Tutup gelas ukur untuk mencegah agar uap tidak keluar dari tabung.
- 4) Sirkulasikan cairan pendingin melalui kondensor.

- 5) Atur suhu destilasi sebesar $78\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Fachry et al., 2013; Salehi et al., 2018; Jaya, Arthawan, & Sari, 2012).



Gambar 3.15 Suhu Destilasi untuk Produksi Alkohol

- 6) Jalankan pemanasan pada *end boiling point* dan biarkan cairan destilat menetes pada gelas ukur hingga destilat tidak menetes lagi.
7) Setelah pendinginan catat volum destilat yang dihasilkan.

10. Uji Kadar Alkohol Menggunakan Alat Alkoholmeter Oleh Feryanto 2007 (Jaya et al., 2012)

Mengukur kandungan alkohol pada destilat menggunakan alat alkoholmeter dengan cara memasukkan destilat sebanyak 50 ml ke dalam gelas ukur, kemudian alkohol meter dicelupkan ke dalam destilat, batas yang tercelup pada permukaan menunjukkan kadar alkohol pada sampel yang diuji.

3.5.2. Uji Kadar Alkohol

Tabel 3.1 Spesifikasi Alkohol

Properties	Nilai
Berat Molekul, g/mol	46.10
Titik Didih Normal, $^{\circ}\text{C}$	78.32
Densitas, g/ml	0.80
Viskositas, cp	1.17

Sumber : Fachry et al., (2013)

Jadi pengujian yang dilakukan pada alkohol adalah berdasarkan tabel diatas yaitu pengujian berat molekul, pengujian titik beku, pengujian titik didih normal, pengujian densitas dan pengujian viskositas.

1. Pengujian Densitas, SG dan API Menggunakan Piknometer ASTM D2320-98 Oleh Tjokrowisastro (1986) (Jaya et al., 2012)

- 1) Timbang terlebih dahulu picnometer kosong, kemudian isi piknometer dengan sampel
- 2) Timbang kembali piknometer yang telah berisi sampel pastikan sampel yang diuji telah keluar dari lid (tutup yang memiliki rongga untuk mengalirkan fluida)
- 3) Selisih berat piknometer ini adalah massa sampel
- 4) Volume piknometer dapat dilihat dari tabel yang ada pada alat atau dengan menuangkan sampel ke dalam gelas ukur untuk mengetahui volume sampel yang diuji
- 5) Densitas sampel dapat diperoleh dari perbandingan massa sampel terhadap volumenya dapat dihitung menggunakan persamaan 2

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

Keterangan : ρ = densitas (gr/ml)

M = massa piknometer (gr)

V = volume piknometer

- 6) Kemudian tentukan nilai SG sampel menggunakan persamaan 3

$$SG = \frac{\rho_a}{\rho_w} \quad (3)$$

Keterangan : SG = Specific Gravity

ρ_a = densitas alkohol (gr/ml)

ρ_w = densitas water (gr/ml)

- 7) Dan yang terakhir menentukan API menggunakan persamaan 4

$$API = \frac{141.5}{SG} - 131.5 \quad (4)$$

2. Pengujian Viskositas Dengan Viskometer Ostwald (Santoso & Kasmungin, 2017)

- 1) Siapkan sampel cairan yang akan digunakan
- 2) Siapkan Viskometer Ostwald yang bersih dan kering, masukkan 100 cc air yang telah diukur suhunya ke dalam viskometer.
- 3) Hisap cairan dalam viskometer dengan bola karet sampai cairan berada kira-kira 1 mm diatas batas semula
- 4) Ukur waktu pengaliran cairan sampel untuk melewati batas-batas yang tertera pada batas Ostwald.
- 5) Hitung nilai viskositas dengan menggunakan SG dan waktu pengaliran cairan sampel tersebut.

$$\mu_{kin} = C \times t \quad (5)$$

Keterangan : μ_{kin} = viskositas kinematik (Cst)

C = konstanta alat ostwald, 0.4994 (Cst/detik)

t = waktu pengaliran (detik)

$$\mu_{din} = SG \times \mu_{kin} \quad (6)$$

Keterangan : μ_{din} = viskositas dinamis (Cp)

SG = *Specific Gravity*

3. Pengujian *Flash Point* dan *Fire Point* ASTM D93 (Abdelkhalik et al., 2017)

- 1) Persiapkan sampel dengan baik, kemudian periksa tutup dan *shutter* dalam keadaan bersih dan bebas dari kontaminasi.
- 2) Nyalakan panel ke posisi "I" (ON)
- 3) Menyesuaikan suhu knob temperatur kontrol sambil menekan saklar preset yang telah ditetapkan sampai meter digital membaca suhu yang diinginkan (minimal 5 °C bawah suhu titik nyala yang telah diketahui dari referensi sebelumnya)
- 4) Ketika tampilan digital mencapai suhu yang diinginkan, lampu merah akan padam. Mungkin perlu untuk membuat sedikit penyesuaian menggunakan

kontrol suhu knob. Lampu merah akan menyala setiap kali alat memanaskan *cup* untuk mempertahankan suhu yang kita inginkan.

- 5) Pastikan bahwa suntikkan dalam keadaan bersih dan kering. Ambil 2 ml sampel (uji suhu kurang dari 100 °C) atau 4 ml (uji suhu lebih dari 100 °C)
- 6) Membuka katup kontrol gas dan lampu uji nyala. Putar kontrol gas katup searah jarum jam untuk mengatur besar kecil nyala api. Pilot flame adalah menjadi ukuran minimum untuk secara otomatis menyala lagi uji nyala.
- 7) Setelah timer berhenti. Buka *lid & shutter* sepenuhnya selama 2.5 detik sambil mengamati flash. Letupan api relatif besar akan muncul dan menyebar di atas permukaan cairan. Ketika dekat suhu titik nyala yang sebenarnya, penerapan api uji dapat menimbulkan lingkaran biru (pita melingkar) ini harus diabaikan
- 8) Tutup kontrol gas *valve* setelah setiap tes.
- 9) Catat tekanan udara (Barometer)
- 10) Jika percikan api hanya sekilas catat suhu sebagai nilai *flash point*
- 11) Jika percikan api lebih dari 1 detik catat suhu sebagai nilai *fire point*

3.5.3. Uji Wax Paraffin

Terdapat beberapa pengujian yang dapat dilakukan untuk menguji *wax paraffin*:

1. *Pour Point (Titik Tuang) ASTM D97* (Ghosh et al., 2013)

- 1) Tuangkan sampel ke dalam tube sampai garis batas
- 2) Diamkan pada suhu ruangan (30-32 °C)
- 3) Masukkan sampel ke dalam oven (karena pada suhu ruangan sampel belum bisa dituangkan)
- 4) Amati perubahan temperatur pada saat seluruh sampel dapat dituangkan
- 5) Temperatur saat seluruh sampel dapat dituangkan dicatat sebagai titik tuang dari minyak tersebut.

3.6 WAKTU PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada 23 November 2018 hingga Oktober 2019, dengan rincian sebagai berikut:

No.	Kegiatan	2018			2019									
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pengumpulan Literatur													
2	<i>Pretreatment</i>													
3	Hidrolisis													
4	Fermentasi													
5	Destilasi													
6	Uji Alkohol													
7	Uji Wax													
8	Analisis Hasil													
9	Laporan Akhir													

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber daya alam adalah segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah di bumi ini yang dapat dimanfaatkan oleh manusia agar kebutuhan hidupnya dapat tercukupi. Seperti yang kita ketahui sumber daya alam terdapat di mana saja di air, udara dan tanah yaitu berupa tanaman, hewan serta tambang yang berada di dalam tanah misalnya minyak bumi. Berdasarkan firman Allah SWT yang tertera pada QS. Al-Mu'minun (23) ayat 19-20 yang artinya “ lalu dengan (air) itu, Kami tumbuhkan untukmu kebun-kebun kurma dan anggur, disana kamu memperoleh buah-buahan yang banyak dan sebagian sebagian (buah-buahan) itu kamu makan, “ dan (Kami tumbuhkan pohon (zaitun) yang tumbuh dari gunung Sinai, yang menghasilkan minyak, dan bahan pembangkit selera bagi orang-orang yang makan” . dari kedua ayat tersebut dapat diterjemahkan bahwa sesungguhnya Allah telah menciptakan sumber daya alam yang berlimpah agar dapat dimanfaatkan oleh umatnya, pada penelitian ini pemanfaatan sumber daya alam yang kurang ekonomis yaitu sekam padi untuk dapat diubah menjadi etanol melalui beberapa proses sehingga dapat digunakan untuk mengurangi permasalahan *paraffin* pada minyak mentah.

Sebagai manusia yang dhoif sangat patut kita bersyukur atas ketersediaan sumber daya alam yang melimpah oleh Allah SWT, karena Allah telah berjanji jika umatnya bersyukur maka akan ia tambah sebagaimana yang tertera pada firman-NYA QS. Ibrahim (14) ayat 7 yang artinya “ Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu memaklumkan, Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka pasti azab-Ku sangat berat.”

4.1 PEMILIHAN BAHAN UNTUK PEMBUATAN ETANOL

Pada tahun 2016, Khaibullina menyatakan bahwa metode yang cukup efektif untuk menangani *paraffin* adalah dengan injeksi *solvent*, maka dari itu pada penelitian ini dilakukan pembuatan *solvent* berupa *bioethanol* yang berbahan dasar sekam padi. Ketersediaan bahan sekam padi di daerah Riau menjadi salah satu alasan dipilihnya sekam padi menjadi bahan dasar pembuatan etanol.

Berdasarkan data BPS daerah Riau tahun 2015 produksi padi mencapai 959 ton pertahun. Menurut Kouteu Nanssou et al., (2016) proses penggilingan padi dapat menghasilkan sekitar 20%-30% bobot gabah sehingga total limbah sekam padi daerah Riau menghasilkan sekitar 287.7 ton pertahun. Angka tersebut cukup besar, jika dibiarkan dan tidak dimanfaatkan secara terus menerus maka akan menjadi limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi limbah sekam padi serta merubah sekam padi menjadi limbah yang ekonomis.

Penelitian ini menggunakan sekam padi yang berasal dari desa pulau tinggi, kampar yang diambil pada tanggal 23 November 2018 asal mula bibit ini berasal dari bareh solok dengan jenis padi bb 8 atau padi bb. Jenis tanah yang ada pada sawah tempat penanaman padi ini yaitu didominasi oleh tanah liat. Padi ditanam selama enam bulan, pertiga bulan diberi pupuk agar padi subur jadi selama penanaman enam bulan tersebut padi ini diberi pupuk sebanyak dua kali. Beberapa pupuk yang digunakan pada sawah ini adalah urea, mpk dan abu bakar. Setelah dipanen selama enam bulan bibit padi hasil panen itulah yang digunakan untuk menjadi bibit pada penanaman selanjutnya. Kemudian dilakukan penggilingan padi dengan menggunakan alat giling agar padi dan sekamnya terpisah. Sekam dari padi inilah yang digunakan pada penelitian ini, untuk lebih jelasnya sekam padi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Sekam Padi

4.2 TAHAPAN PEMBUATAN *BIOETHANOL*

4.2.1 Proses Hidrolisis Sekam Padi Untuk Menghasilkan Glukosa

Pada proses hidrolisis dilakukan beberapa variasi antara ukuran mesh dan konsentrasi asam tujuannya untuk mengetahui kondisi yang paling optimal dalam menghasilkan glukosa. Pada variasi beda mesh digunakan satu jenis konsentrasi asam yaitu 25% H_2SO_4 , mesh yang digunakan adalah 30, 50, 80, 100 dan 200 mesh sedangkan pada beda konsentrasi asam hanya satu ukuran mesh yang digunakan yaitu 80 mesh dengan variasi konsentrasi asam berupa 5%, 10%, 15%, 20% dan 25. Setelah semuanya selesai dihidrolisis sampel diantarkan ke tempat pengujian di Baku Mutu. Pengujian ini dilakukan beberapa kali hingga mendapatkan hasil seperti yang diharapkan.

Pada tabel 4.1 dan 4.2 merupakan hasil dari pengujian gula reduksi sekam padi pada variasi beda mesh dan variasi beda konsentrasi asam di Baku Mutu. Telah dilakukan pengujian sebanyak empat kali sehingga menghasilkan nilai gula reduksi yang diharapkan, semakin tinggi ukuran mesh yang digunakan maka hasil gula reduksi semakin besar, begitu juga variasi beda asam semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan maka hasil gula reduksi semakin besar juga, sehingga dengan kadar gula reduksi yang tinggi maka diharapkan kadar etanolnya juga tinggi. Perbedaan hasil setiap pengujian dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu adalah perbedaan suhu ruangan akibat keterbatasan fasilitas di laboratorium sehingga menyebabkan suhu tidak konstan misalnya hidrolisis yang dilakukan pada pagi hari dan siang hari akan berbeda hasilnya karena pada normalnya suhu siang hari lebih panas daripada suhu pagi hari. Sedangkan jika dilakukan hidrolisis pada satu kondisi misalnya hanya pagi atau siang hari saja akan membuat waktu terbuang sia-sia. Akan tetapi hal ini tidak berpengaruh cukup besar terhadap hasil uji gula reduksi yang ada karena telah dilakukan pengujian beberapa kali untuk membuat data tersebut menjadi cukup akurat.

Tabel 4.1 Hasil Gula Reduksi Sekam Padi Variasi Beda Mesh (25% H_2SO_4)

Ukuran Mesh	Kadar Gula Reduksi, %				Dipakai
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	
30	9.17		12.95	11.26	9.17

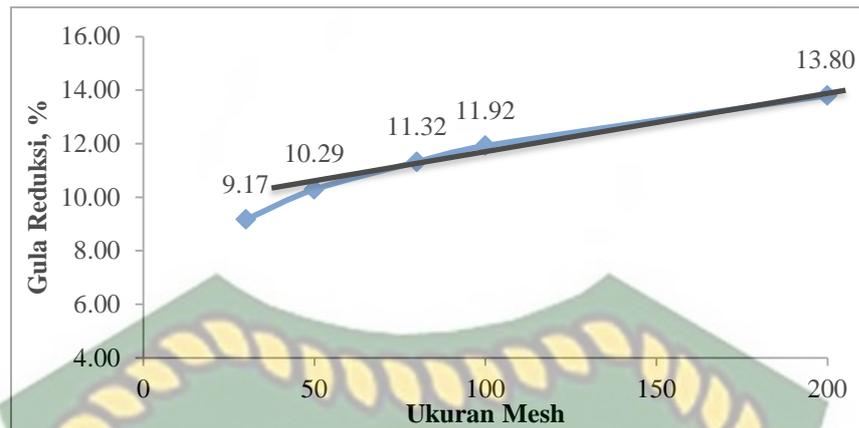
Lanjutan **Tabel 4.2** Hasil Gula Reduksi Sekam Padi Variasi Beda Mesh (25% H₂SO₄)

Kadar Gula Reduksi, %				
50		7.05	13.53	10.29
80	11.32		12.39	11.32
100		11.92	12.58	11.92
200	8.39		10.25	13.80

Tabel 4.3 Hasil Gula Reduksi Sekam Padi Variasi Beda Konsentrasi Asam (50 Mesh)

Kadar Gula Reduksi, %					
Konsentrasi Asam	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Dipakai
5%	0.70				0.70
10%		7.72			7.72
15%	10.94			6.86	8.90
20%		10.04	11.76		10.04
25%	7.05		11.17		11.17

Analisis terhadap hasil gula reduksi variasi beda ukuran mesh seperti gambar 4.2 menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran mesh yang digunakan maka hasil gula reduksi yang dihasilkan semakin besar. Terbukti pada saat ukuran 30 mesh menghasilkan gula reduksi 9.17, pada saat ukuran mesh 50 menghasilkan gula reduksi 10.29, selanjutnya ukuran mesh 80 menghasilkan gula reduksi 11.32, ukuran mesh 100 menghasilkan gula reduksi 11.92 dan ukuran mesh yang besar yaitu 200 menghasilkan gula reduksi sebesar 13.8. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin kecil mesh yang digunakan maka akan menghasilkan gula reduksi yang besar. Garis hitam pada gambar merupakan *trendline* yaitu garis perwakilan terbanyak dari nilai gula reduksi yang menunjukkan bahwa nilai hasil gula reduksi hampir naik secara berurutan pada keadaan *Uptrend*.



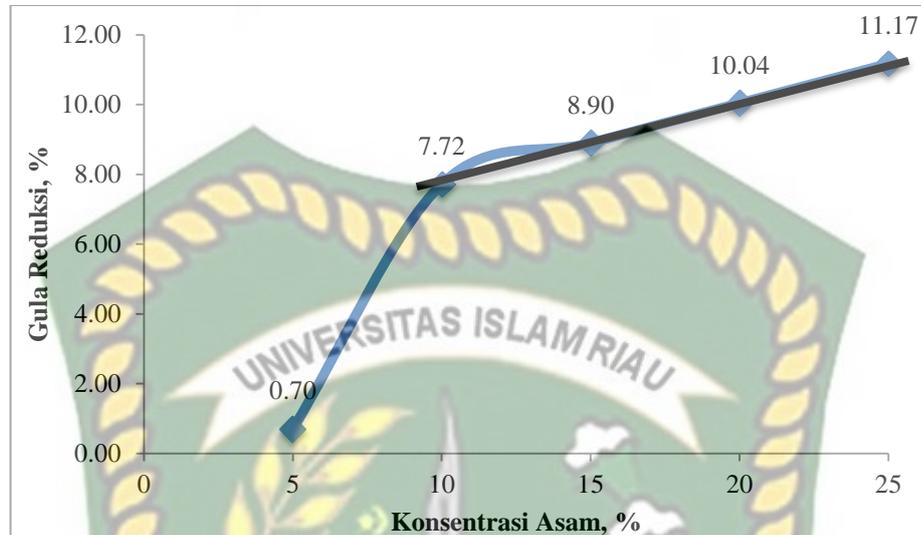
Gambar 4.2 Hasil Gula Reduksi Berdasarkan Beda Ukuran Mesh



Gambar 4.3 Hasil Hidrolisis Berdasarkan Beda Mesh

Pada gambar 4.3 merupakan gambar hasil hidrolisis berdasarkan beda mesh dengan menggunakan konsentrasi asam sulfat 25%. Dapat dilihat perbedaan warna cairan pada gambar tersebut semakin besar mesh yang digunakan maka warna dari cairan tersebut bertambah pekat. Maka dari kedua gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin kecil mesh yang digunakan warna cairannya akan semakin pekat yang artinya semakin tinggi juga kandungan glukosanya. Menurut Osvaldo et al., (2012) ukuran bahan baku yang digunakan akan mempengaruhi ukuran porositas sehingga dapat memaksimalkan kontak antara bahan dengan asam untuk meningkatkan hasil hidrolisis selulosa yang menyebabkan kandungan lignin dan dan hemiselulosanya lebih banyak terurai

yang mengakibatkan warnanya semakin pekat sehingga semakin kecil ukuran bahan yang digunakan maka hasil gula reduksinya semakin besar.



Gambar 4.4 Hasil Gula Reduksi Berdasarkan Beda Konsentrasi Asam

Sementara itu untuk pengamatan gambar 4.4 mengenai hasil gula reduksi yang dipengaruhi oleh beda konsentrasi asam, diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi asam sulfat yang digunakan pada proses hidrolisis maka hasil gula reduksi juga semakin besar. Dapat dilihat pada gambar ketika konsentrasi asam 5% hasil gula reduksi sebesar 0.7, konsentrasi asam 10% menghasilkan gula reduksi 7.72%, konsentrasi asam 15% menghasilkan gula reduksi 8.9%, konsentrasi 20% menghasilkan gula reduksi 10.04 dan konsentrasi 25% menghasilkan gula reduksi sebesar 11.17. Besarnya nilai gula reduksi mempengaruhi nilai kadar etanol, semakin besar konsentrasi asam sulfat yang digunakan maka semakin besar juga kadar etanol yang dihasilkan. Garis hitam pada gambar merupakan *trendline* yaitu garis perwakilan terbanyak dari nilai gula reduksi yang menunjukkan bahwa nilai hasil gula reduksi hampir naik secara berurutan pada keadaan *Uptrend*.

Peneliti sebelumnya telah melakukan sebuah penelitian dengan membandingkan konsentrasi asam sulfat yang digunakan dalam menghasilkan *bioethanol* yang berasal dari alang-alang, hasilnya menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi asam yang digunakan maka hasil etanolnya semakin tinggi, konsentrasi asam sulfat maksimal yang digunakan adalah 2.5% dan menghasilkan

kadar etanol 4.5% (Osvaldo et al., 2012). Sehingga dapat disimpulkan semakin besar konsentrasi asam yang digunakan maka hasil etanolnya juga semakin besar karena hasil gula reduksi berbanding lurus dengan kadar etanol.

Penjelasan dari kedua gambar tersebut maka didapatkan kondisi optimal untuk menghasilkan nilai gula reduksi yang tertinggi adalah pada ukuran mesh 200 dan konsentrasi asam sulfat 25%. Setelah diproduksi dalam jumlah banyak menggunakan oven kadar gula reduksi diukur kembali menggunakan alat refrakto meter, hasil gula reduksi didapatkan sebesar 28% sehingga dapat dilanjutkan pada proses selanjutnya karena dinilai cukup besar untuk dikonversikan menjadi etanol pada proses fermentasi selanjutnya.

4.2.2 Fermentasi Sekam Padi Menggunakan Sakaromises

Proses fermentasi dilakukan menggunakan bakteri sakaromises yang bermerek fermipan atau ragi roti (Utami & Windiyati, 2014). Sampel hasil hidrolisis memiliki pH 0, keadaan pHnya sangat asam. Menurut Azizah, N., Al-Baarri, A.N., dan Mulyani (2012) derajat keasaman pH perlu diperhatikan pada proses fermentasi karena pH mempengaruhi proses pertumbuhan sakaromises, pertumbuhan sakaromises adalah pada pH 3.5-6.5. Pada kondisi basa sakaromises tidak dapat tumbuh.

Untuk memastikan lagi dilakukan pengujian ulang guna mengetahui kondisi bakteri sakaromises dapat hidup, pada kondisi 1 pada pH 0-1, kondisi 2 pada pH 7-8 atau kondisi 3 pada pH 11-12, dapat dilihat pada gambar 4.5. Pada pengujian ini menggunakan rangkaian botol yang ditutup menggunakan balon karet, jika terdapat alkohol pada sampel maka balon akan menggelembung. Kondisi 1 yaitu pada saat sampel selesai dihidrolisis, pada kondisi ini pH sampel antara 0-1, menurut H.S, Turnip, & Dahlan (2012) untuk merubah pH menjadi lebih besar ialah diberi larutan NaOH sedikit demi sedikit secara terus menerus diiringi dengan pengecekan pH hingga mencapai pH yang diinginkan, namun jika ingin mengurangi pH tambahkan asam asetat.

Pada hari kedua balon yang terletak pada sampel kondisi 2 dengan pH 7-8 mulai menggelembung, sedangkan balon yang terletak pada sampel kondisi 1 dan kondisi 3 tidak menggelembung. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5 pada

botol a. pH 0-1 tidak ada gelembung, botol b. pH 7-8 terdapat gelembung dan botol c. pH 11-12 tidak ada gelembung. Sehingga dari hasil pengujian tersebut dapat dipastikan bahwa bakteri sakaromises pada penelitian ini dapat hidup dengan keadaan pH antara 7-8 sehingga pada proses fermentasi yang akan dilakukan menghasilkan alkohol. Maka dari itu pada proses fermentasi pada sampel menggunakan *range* pH 7-8. Sampel dengan pH 7-8 ditambahkan ragi untuk proses fermentasi sebanyak 2 gram (untuk satu kali sampel hidrolisis) kemudian difermentasikan selama 5 hari pada kondisi suhu ruangan menggunakan rangkaian seperti gambar 3.13 pada Bab III.



Gambar 4.5 Percobaan Fermentasi Selama Tiga Hari, a. Asam pH 0-1, b. Netral pH 7-8, c. Basa pH 11-12

Menurut Utami & Windiyati (2014) lama fermentasi paling optimal adalah 5 hari yang menghasilkan kadar etanol paling tinggi, pada penelitian ini dilakukan fermentasi dengan variasi waktu 1, 3, 5, 7 dan 9 hari pada kondisi satu hari menghasilkan etanol sebesar 0.3%, pada hari ke 3 menghasilkan etanol sebesar 2.4%, pada hari ke 5 menghasilkan etanol sebesar 14.4%, pada hari ke 7 kadar etanol mulai menurun menjadi 11% dan pada hari terakhir yaitu hari ke 9 menurun menjadi 8.3%. Hal ini terjadi karena waktu fermentasi sangat berhubungan erat dengan kurva pertumbuhan mikroba. Fase pertumbuhan mikroba terdiri dari lima fase, yaitu fase adaptasi, fase permulaan pembiakan, fase pembiakan cepat, fase stasioner atau fase konstan, dan fase akhir atau fase kematian. Rentang waktu satu hingga dua hari adalah fase adaptasi mikroba.

Setelah lima hari fermentasi kadar *bioethanol* menurun. Pada kondisi ini, mikroba mengalami fase konstan atau stasioner yang menyebabkan tidak terjadi lagi konversi glukosa menjadi bioetanol. Penurunan kadar *bioethanol* setelah jumlah maksimum dapat terjadi karena *bioethanol* mengalami fermentasi lanjutan menjadi asam asetat.

Pada penelitian sebelumnya oleh Jayanti (2011) melakukan fermentasi dengan variasi banyak ragi yaitu 0.5 gram, 1 gram dan 1.5 gram, pada 0.5 gram ragi menghasilkan etanol sebesar 0.95%, pada 1 gram ragi menghasilkan etanol sebesar 2.64% dan pada 1.5 gram ragi menghasilkan 2.84% etanol, sehingga pada penelitian ini menggunakan jumlah ragi sebanyak 2 gram karena dianggap semakin banyak ragi yang digunakan maka kadar etanol yang dihasilkan semakin besar.

4.2.3 Proses Destilasi untuk Menghasilkan *Bioethanol*

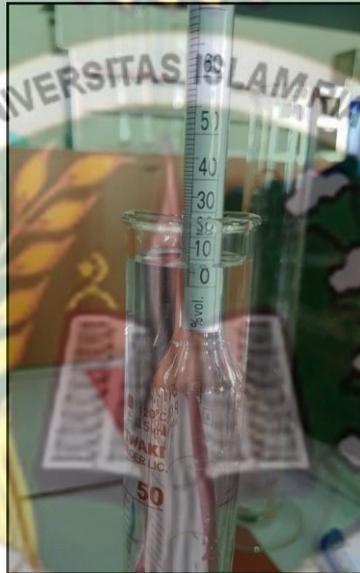
Menggunakan rangkaian destilasi pada gambar 4.6 pada penelitian ini menghasilkan destilat alkohol sebanyak 200 ml dengan sampel awal 800 ml setelah dilakukan destilasi selama 4 jam maka sampel berkurang menjadi 575 ml.



Gambar 4.6 Rangkaian Destilasi

.Persentase alkohol pada sampel destilat setelah diukur menggunakan alat refraktometer adalah sebesar 8%, dapat dilihat pada gambar 4.7. Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan bahan sekam padi yang difermentasikan selama 5 hari menghasilkan alkohol sebesar 14.4227% (Utami & Windiyati, 2014). Perbedaan hasil etanol pada penelitian sebelumnya dengan hasil penelitian

ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, yang pertama adalah pada penelitian sebelumnya dilakukan proses *pretreatment* dengan menggunakan *Soaking In Aqueous Pretreatment (SAA)* dan *Acid Pretreatment* menggunakan H_2SO_4 0.18 N dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan lignin yang dapat mengganggu pada proses hidrolisis, kedua adalah pada proses hidrolisis menggunakan enzim selulase dan ketiga adalah perbedaan penggunaan massa ragi pada sampel ini menggunakan ragi sebanyak 4 gram.



Gambar 4.7 Kadar Alkohol Pada Destilat Sekam Padi

Pada tabel 4.3 merupakan perbandingan *properties bioethanol* yang dihasilkan dari sekam padi yang diujikan sesuai dengan standar prosedur pengerjaan yang ada pada Bab III dengan *properties* parasol II (*solvent* sintesis) yang digunakan sebagai *paraffin inhibittor*, pada *properties bioethanol* pengujian pH dan warna dapat dilihat pada gambar 4.8. Nilai densitas sebesar 0.971 gr/cc cukup besar bahkan mendekati nilai densitas air hal ini disebabkan karena nilai kandungan alkohol pada destilat hanya 8%. Nilai viskositasnya hanya 0.752 cp yang artinya *bioethanol* ini sangat mudah mengalir. Nilai *flash point* sampel adalah 48 °C yang artinya pada suhu ruangan sampel belum terbakar sehingga aman untuk digunakan dalam skala laboratorium hal ini merupakan keunggulan *bioethanol* daripada parasol II, karena parasol II memiliki *flash point* 16.1 yang

artinya di bawah suhu ruangan yaitu sekitar 32 °C parasol II akan mudah terbakar sehingga *bioethanol* lebih *safety* dibandingkan dengan parasol II.



Gambar 4.8 Test pH dan Warna Etanol dari Sekam Padi

Tabel 4.4 Perbandingan *Properties Bioethanol* dengan Parasol II

<i>Properties</i>	<i>Bioethanol</i>	<i>Parasol II</i>	Δ
Densitas, gr/cc	0.97	0.85	0.14
SG	0.97	0.85	0.14
°API	14.13	34.42	[-0.59]
Warna	Bening	Bening	N/A
Aroma	Aromatik	Aromatik	N/A
pH	4	9	[-0.56]
Viskositas, cp	0.75	0	N/A
<i>Flash Point</i> , °C	48	16.10	1.98
<i>Fire Point</i> , °C	54	0	N/A

Pada tabel 4.3 terdapat Δ yang merupakan selisih perbandingan nilai *properties bioethanol* terhadap parasol II yaitu adalah densitas, SG, API, pH dan *flash point*. *Properties* densitas dan SG memiliki nilai Δ 0.14 yang artinya bahwa selisih nilai *properties biethanol* terhadap parasol II tidak terlalu jauh berbeda. Nilai Δ *properties* API dan pH adalah [-0.59] dan [-0.56] selisih nilai tersebut cukup besar yang artinya bahwa selisih nilai *properties biethanol* terhadap parasol II cukup jauh berbeda. Nilai deviasi *properties flash point* adalah 1.98, selisih nilai *properties flash point* pada *bioethanol* dan parasol II jauh sehingga menyebabkan nilai Δ besar juga.

4.3 PENGUJIAN WAX PARAFFIN

Pengujian minyak dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan *solvent* mengurangi kadar *paraffin* dengan cara menurunkan nilai *pour point*. Nilai *pour*

pour point sebelum dicampurkan dengan *solvent* dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini. Sampel yang digunakan merupakan *crude oil* dari lapangan N, sampel diambil dari lapangan yang sama namun hanya berbeda waktu pengambilannya saja. Waktu pengambilan *crude oil* A pada Tanggal 11 bulan Juli 2018, *crude oil* B pada Tanggal 24 April 2018 dan *crude oil* C pada Tanggal 28 Juli 2018. Digunakan tiga sampel adalah untuk mengetahui perbedaan *properties* sebagai pembandingan, setelah dilakukan pengujian menyatakan bahwa hasil *properties* ketiga sampel tidak jauh berbeda. Untuk data lapangan N dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 4.5 Nilai *Pour Point* Minyak Sebelum Dicampurkan *Solvent*

	<i>Pour Point</i>
<i>Crude Oil A</i>	44 °C
<i>Crude Oil B</i>	43 °C
<i>Crude Oil C</i>	43 °C

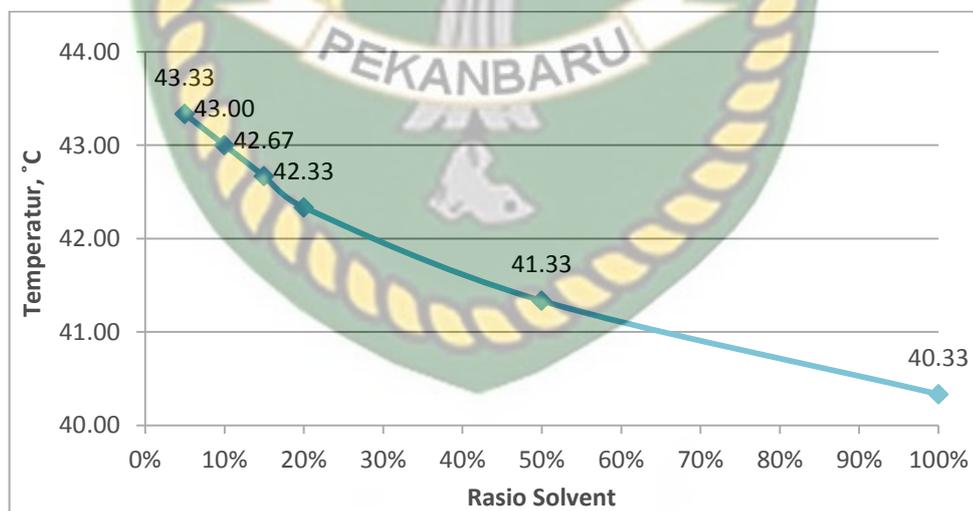
4.3.1. *Pour Point*

Sebuah metode ASTM D5853-17a yang dilakukan untuk pengujian *pour point* pada *crude oil* A, B dan C dari lapangan N dengan membandingkan hasil pengujian pada sampel yang dicampurkan *solvent* dan yang tidak dicampurkan *solvent*. *Pour point* adalah suhu minyak mentah mulai kehilangan fluiditasnya (Chi, Yang, Sarica, & Daraboina, 2019). *Pour point* adalah suhu larutan (minyak) tidak akan mengalir ketika dimiringkan ke posisi horizontal dalam botol (Sadeghazad, Christiansen L, & Sobhi, 2000). Sehingga dapat diartikan bahwa *pour point* adalah suhu terendah pertama minyak dapat mengalir. Maka dari itu sangat penting untuk memprediksi suhu *pour point* karena di bawah suhu *pour point* ini minyak tidak dapat mengalir. Wax inhibitor dan PPD (*Pour Point Dispersant*) dapat menurunkan *pour point* (Chi et al., 2019). Untuk mensintesis aditif yang akan digunakan untuk mengurangi *pour point*, karakteristik berikut ini harus dipertimbangkan, misalnya bilangan yang cukup dari lingkaran gugus alkil, kelompok alkil dengan rantai panjang dan massa molar yang medium (Deshmukh & Bharambe, 2012b).

Tabel 4.6 Nilai *Pour Point* Sampel Setelah Dicampurkan *Solvent*

Rasio <i>Solvent</i>	Crude Oil A (44 °C)	Crude Oil B (43 °C)	Crude Oil C (43 °C)	Rata-rata
5%	44	43	43	43.33
10%	43	43	43	43
15%	43	43	42	42.67
20%	43	42	42	42.33
50%	42	41	41	41.33
100%	41	40	40	40.33

Data pada tabel 4.5 menunjukkan keefektifan *bioethanol* dalam menurunkan *pour point* pada sampel lapangan N. Rasio pencampuran yang digunakan adalah 5%, 10%, 15%, 20%, 50% dan 100% misalnya pada rasio pencampuran 100% maksudnya adalah minyak mentah sebanyak 10 ml dicampurkan dengan 10 ml *bioethanol*. Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa *chemical additives* (yang biasa disebut sebagai PPD) dapat menurunkan laju air, sebagai *paraffin inhibitors* atau dapat mengubah *wax crystalin* yang banyak digunakan diseluruh dunia (Fang et al., 2012).

**Gambar 4.9** Grafik Penurunan *Pour Point* Rata-rata *Crude Oil*

Analisis terhadap penurunan nilai *pour point* rata-rata *crude oil* pada gambar 4.9 adalah pada rasio pencampuran 5% penurunan rata-rata sampel *crude oil* menjadi 43.3 °C, pada rasio pencampuran 10% penurunan rata-rata sampel

crude oil menjadi 43 °C, pada rasio pencampuran 15% penurunan rata-rata sampel *crude oil* menjadi 42.67 °C, pada rasio pencampuran 20% penurunan rata-rata sampel *crude oil* menjadi 42.33 °C, pada rasio pencampuran 50% penurunan rata-rata sampel *crude oil* menjadi 41.33 °C kemudian pada rasio pencampuran 100% yaitu rasio maksimal pencampuran penurunan rata-rata sampel *crude oil* menjadi 40.33 °C. Namun jika rasio pencampuran yang digunakan mencapai 50% bahkan 100% maka akan tidak optimal karena jumlah *solvent* yang digunakan akan sangat banyak pada saat pengaplikasiannya hal tersebut menyebabkan biaya operasional menjadi lebih mahal.



Gambar 4.10 Nilai *Pour Point* Minyak Sampel A Setelah Dicampurkan *Solvent*

Pada gambar 4.10 merupakan kenampakan *pour point* pada sampel A minyak Lapangan N yang dicampurkan *solvent* pada rasio 5%, 10%, 15%, 20%, 50% dan 100%, semakin tinggi rasio pencampuran yang digunakan maka suhu *pour point* semakin turun. Untuk gambar *pour point* sampel B dan sampel C dapat dilihat pada lampiran 3 dan lampiran 4.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Fang et al (2012) menggunakan dosis kombinasi PPD yaitu sebanyak 400 ppm, yang berarti bahwa 0.2 gram kombinasi

PPD yang memiliki kandungan terlarut 10% ditambahkan ke 50 gram minyak mentah Shengli. Pada penelitian tersebut menggunakan beberapa jenis *additives* yaitu PPD, EVA dan MAVVA, dapat dilihat pada tabel 4.4. PPD merupakan pencampuran antara *octadecanol* dan asam akrilat, EVA merupakan pencampuran dari tiga jenis bahan kimia yaitu *ethylene-vinyl acetat copolymer* dan MAVVA merupakan hasil purifikasi dari produk polimer yang dilakukan dengan mendinginkan campuran reaksi, endapan dari toluena dalam metanol sambil diaduk lalu disaring dan dikeringkan di dalam vakum. Sampel *crude oil* sebelum ditambahkan *additives* memiliki nilai *pour point* sebesar 43 °C, setelah ditambahkan *additives* sebanyak 400 ppm maka nilai *pour point* berkurang. Penambahan pada *additives* jenis PPD *pour point* menurun menjadi 32 °C, penambahan pada *additives* jenis EVA *pour point* menurun menjadi 38 °C dan pada penambahan *additives* jenis MAVVA *pour point* turun menjadi 38 °C. Dengan hasil tersebut maka *additives* jenis PPD merupakan *additives* yang paling efektif dalam menurunkan *pour point*, setelah ditambahkan dosis sebanyak 400 ppm PPD menurunkan *pour point* sebesar 11 °C sedangkan *additives* jenis EVA dan MAVVA hanya mampu menurunkan *pour point* sebesar 5 °C.

Perbedaan hasil penurunan *pour point* pada penelitian sebelumnya dengan hasil penelitian ini dapat disebabkan oleh perbedaan karakteristik dari *solvent* yang digunakan. Pada penelitian sebelumnya menggunakan berbagai campuran *solvent* sintesis komersil yang diberi nama PPD, EVA dan MAVVA sehingga cukup efektif menurunkan suhu *pour point* minyak mentah. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan *pure bioethanol* dengan kadar alkohol sebesar 8% dapat menurunkan suhu *pour point* tetapi dengan hasil yang tidak terlalu signifikan sehingga jika dibandingkan dengan *solvent* jenis PPD, EVA dan MAVVA maka *pure bioethanol* ini belum efektif dalam menurunkan *pour point* minyak mentah. Sehingga dapat dilakukan *blending solvent* menggunakan bahan sintesis seperti *Ethanol Up Grade*, *Surfactant*, *toluene*, *N-Hexane*, *Xylene*, *Solvent Mix Khloroform* serta zat aditif lainnya agar kemampuan *solvent* dapat lebih baik lagi dalam menurunkan nilai *pour point* (Yang, 2017).

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. *Bioethanol* yang dihasilkan dari limbah sekam padi dalam skala laboratorium memiliki kandungan alkohol sebesar 8%
2. *Solvent* yang berasal dari sekam padi efisien dalam menurunkan nilai *pour point crude oil*, semakin besar rasio *solvent* yang dicampurkan maka nilai *pour point* semakin menurun.

Sampel *crude oil* memiliki nilai *pour point* rata-rata awal 43.33 °C setelah dicampurkan dengan *solvent* pada rasio maksimal yaitu 100% nilai *pour point* berkurang menjadi 40.33 °C.

5.2 SARAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dijabarkan, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat melakukan *blending solvent* dengan menambahkan bahan sintesis yang biasa digunakan pada industri migas diharapkan penurunan nilai *pour point* pada *crude oil* lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelkhalik, A., Elsayed, H., Hassan, M., Nour, M., Shehata, A. B., & Helmy, M. (2017). Using thermal analysis techniques for identifying the flash point temperatures of some lubricant and base oils. *Egyptian Journal of Petroleum*, 4–9.
- Abdurrahman, M., Ferizal, F. H., Husna, U. Z., & Pangaribuan, L. (2018). Possibility of Wax Control Techniques in Indonesian Oil Fields. In *AIP*.
- Afdhol, M. K., Zulaika, H., & Siregar, C. P. (2019). Production of Bioethanol from Spent Tea and Potential used in Petroleum Region. *Journal Of Erath Energy Engineering*, 8(1), 21–26.
- Al-yaari, M., & Fahd, K. (2011). Paraffin Wax Deposition: Mitigation & Removal Techniques. *SPE International Symposium on Oilfield Chemistry 155412*.
- Arifianti, L., Oktarina, R. D., & Kusumawati, I. (2014). Pengaruh Jenis Pelarut Pengekstraksi Terhadap Kadar Sinensetin Dalam Ekstrak Daun Orthosiphon stamineus Benth. *E-Journal Planta Husada*, 2(1), 2–4.
- Azizah, N., Al-Baarri, A.N., dan Mulyani, S. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2), 72–77.
- Bacon, M. M., Romero-Zeron, L. B., & Chong, K. K. (2010). Determining wax type: Paraffin or naphthene? *SPE Journal*, 969–974.
- Cai, W., Liu, R., He, Y., Chai, M., & Cai, J. (2018). Bio-oil production from fast pyrolysis of rice husk in a commercial-scale plant with a downdraft circulating fluidized bed reactor. *Fuel Processing Technology*, 171, 308–317.
- Chemistry, E. (n.d.). *Material Safety Data Sheet Parasol II*.
- Chi, Y., Yang, J., Sarica, C., & Daraboina, N. (2019). A Critical Review of Controlling Paraffin Deposition in Production Lines using Chemicals A Critical Review of Controlling Paraffin Deposition in Production Lines. *Energy & Fuels*
- Deshmukh, S., & Bharambe, D. P. (2012). Wax Dispersant Additives for Improving the Low Temperature Flow Behavior of Waxy Crude Oil. *Energy Source*, 1121–1129.
- Ellison, B. T., Gallagher, C. T., Frostman, L. M., & Lorimer, S. E. (2000). The Physical Chemistry of Wax, Hydrates, and Asphaltene. *Proceedings of*

Offshore Technology Conference.

- Fachry, A. R., Astuti, P., & Puspitasari, T. G. (2013). PEMBUATAN BIETANOL DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG DENGAN VARIASI KONSENTRASI ASAM KLOORIDA DAN WAKTU FERMENTASI. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1), 60–69.
- Fang, L., Zhang, X., Ma, J., & Zhang, B. (2012). Investigation into a Pour Point Depressant for Shengli Crude Oil. *Industrial And Engineering Chemistry Research*, (51), 11605–11612.
- Fariza, A., Kom, S., Kom, M., K, E. M., Kom, S., Kom, M., & Wahyuningtyas, E. (2012). APLIKASI FLASH LITE UNTUK PEMBELAJARAN KIMIA (MATERI : IKATAN KIMIA & STRUKTUR ATOM) (pp. 1–8).
- Favaro, L., Cagnin, L., Basaglia, M., Pizzocchero, V., van Zyl, W. H., & Casella, S. (2017). Production of bioethanol from multiple waste streams of rice milling. *Bioresource Technology*.
- Ghosh, P., Karmakar, G., Das, M., & Das, T. (2013). Synthesis and Characterization of Homo Polymer of Acrylate of Mixed Alcohols (Decyl , Dodecyl , and Myristyl Alcohol)— A Potential Pour Point Depressant for Lubricating Oils Synthesis and Characterization of Homo Polymer of Acrylate of Mixed Alcohols (. *Petroleum Science and Technology*, 1513–1521.
- H.S, J., Turnip, A., & Dahlan, M. H. (2012). Pengaruh Massa Ragi, Jenis Ragi dan Waktu Fermentasi Pada Bioetanol Dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), 43–51.
- Hayuningtyas, S. R. I. K., Sk, H., & Sla, S. (2014). Produksi bioetanol dari jerami padi (*Oryza sativa*) melalui hidrolisis asam dan fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioteknologi*, 11(1), 1–4.
- Hidayat, F., & Abdurrahman, M. (2018). A Prospective Method to Increase Oil Recovery in Waxy-Shallow Reservoir. In *IOP Conferences Series : Materials Sciences and Engineering* (pp. 1–5).
- Hu, Y., Wang, S., Li, J., Wang, Q., He, Z., Feng, Y., ... Hui, C. (2018). Co-pyrolysis and co-hydrothermal liquefaction of seaweeds and rice husk: Comparative study towards enhanced biofuel production. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*.
- Jaya, M. A. S., Arthawan, G. K. A., & Sari, A. N. (2012). Potensi nira kelapa sebagai bahan baku bioetanol. *Jurnal Bumi Lestari*, 12(1), 85–92.
- Jayanti, R. T. (2011). *Pengaruh pH, suhu hidrolisis Enzim A-Amilase Dan Konsentrasi Ragi Roti Untuk Produksi Etanol Menggunakan Pati Bekatul.*

- Khaibullina, K. (2016). SPE-184502-STU Technology to Remove Asphaltene, Resin and Paraffin Deposits in Wells Using Organic Solvents.
- Kouteu Nanssou, P. A., Jiokap Nono, Y., & Kapseu, C. (2016). Pretreatment of cassava stems and peelings by thermohydrolysis to enhance hydrolysis yield of cellulose in bioethanol production process. *Renewable Energy*, 97, 252–265.
- Muktham, R., Bhargava, S. K., Bankupalli, S., & Ball, A. S. (2016). A Review on 1 st and 2 nd Generation Bioethanol Production-Recent Progress. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 6, 72–92.
- Nurjannah, L. (2014). Delignifikasi Sekam Padi Oleh Jamur Pelapuk Putih Untuk Produksi Bioetanol Dengan Teknik Amobilisasi Sel *Zymomonas mobilis*. *Bogor Agricultural University*, 45.
- Oswaldo, Z. S., S, P. P., & Faizal, M. (2012). PENGARUH KONSENTRASI ASAM DAN WAKTU PADA PROSES HIDROLISIS DAN FERMENTASI PEMBUATAN BIOETHANOL DARI ALANG-ALANG. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2), 52–62.
- Priyandono, H., Amperianto, A., & Andrico, D. (2007). Upaya Peningkatan Produksi Minyak Di Sumur Produksi Paraffinik Unuk Bisnis EP Lirik - Riau Menggunakan Inovasi Solvents dan Surfactants. *Proceedings Simposium Nasional IATMI*.
- Sadeghzad, A., Cristiansen L, R., & Sobhi, G. A. (2000). The Prediction of Cloud Point Temperature : In Wax Deposition. In *SPE Asia Pacific Oil ...* (pp. 1–9).
- Said, M., Wahid, A., Diah, M., & Sabang, S. M. (2014). Sintesis Bioetnaol Dari Jerami Padi (*Oryza Sativa L*) Melalui Fermentasi. In *ISSN 2302-6030* (pp. 178–182).
- Salehi, R., Taghizadeh-alisaraei, A., Shahidi, F., & Jahanbakhshi, A. (2018). Potentiometric of bioethanol production from cantaloupe waste (Magassi Neishabouri Cultivar). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.
- Santoso, A., & Kasmungin, S. (2017). KAJIAN AWAL LABORATORIUM MENGENAI VISKOSITAS POLIMER TERHADAP PENGARUH SALINITAS, TEMPERATUR DAN KONSENTRASI POLIMER (Laboratorium Study). In *Seminar nasional cendikiawan* (pp. 1–6).
- Taraneh, J. B., Rahmatollah, G., Hassan, A., & Alireza, D. (2008). Effect of wax inhibitors on pour point and rheological properties of Iranian waxy crude oil. *Fuel Processing Technology*, 89, 973–977.
- Utami, I., & Windiyati, L. (2014). Pembuatan Bioetanol Dari Sekam Padi

Menggunakan Kombinasi Soaking in Aqueous Ammonia (Saa) Pretreatment – Acid Pretreatment – Hidrolisis – Fermentasi, *20*(1), 46–53.

Wang, K., Wu, C., Creek, J. L., Shuler, P. J., & Tang, Y. (2003). Evaluation of Effects of Selected Wax Inhibitors on Paraffin Deposition. *Petroleum Science and Technology*, *21*(3), 369–379. <https://doi.org/10.1081/LFT-120018526>

Wiley, J., & Sons. (2015). Wax. In *Handbook of Petroleum Product Analysis* (pp. 255–264).

Yang, S. (2017). *Fundamentals of Petrophysics second edition*.

