

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG
(*MANIHOT UTILISSIMA*) DALAM PEMBUATAN BIOETANOL
GUNA MENGATASI MASALAH *PARAFFIN WAX*
PADA SUMUR PRODUKSI MINYAK BUMI**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

OLEH:

HANNA SORAYA
NPM: 173210264



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2022**

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG
(*MANIHOT UTILISSIMA*) DALAM PEMBUATAN BIOETANOL
GUNA MENGATASI MASALAH *PARAFFIN WAX*
PADA SUMUR PRODUKSI MINYAK BUMI**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

OLEH:

HANNA SORAYA
NPM: 173210264



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Hanna Soraya
NPM : 173210264
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong (*Manihot Utilissima*) Dalam Pembuatan Bioetanol Guna Mengatasi Masalah *Paraffin Wax* Pada Sumur Produksi Minyak Bumi

Telah berhasil dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Novia Rita, S.T.,M.T. (.....)
Penguji I : Neneng Purnamawati, S.T.,M.Eng (.....)
Penguji II : Richa Melysa, S.T.,M.T. (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 21 Maret 2022

Disahkan Oleh :

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**



Novia Rita, S.T.,M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicabut gelar dan ijazah jika ditemukan pemalsuan data atau plagiat dari penulis lain.

Pekanbaru, 21 Maret 2022



Hanna Soraya
NPM: 173210264



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanahu Wata'ala karena atas Rahmat dan Limpahan ilmu dari-Nya saya 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. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Novia Rita, S.T.,M.T Kepala Program Studi Teknik Perminyakan. Selaku dosen pembimbing skripsi saya serta Pembimbing Akademik saya sedari awal perkuliahan hingga selesainya skripsi ini yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan arahan maupun nasihat selama perkuliahan di Teknik Perminyakan UIR.
2. Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau, yang telah menyediakan sarana serta prasarana guna mendukung keberhasilan penelitian skripsi ini.
3. Seluruh dosen-dosen Teknik Perminyakan Univeristas Islam Riau yang telah memberikan arahan dan membantu kelancaran akademik.
4. Kedua orang tua dan abang-abang saya yang saya sangat sayangi yang telah memberi dukungan penuh moral dan material
5. Sahabat saya Diyana Surya Puspita dan Jesica Caroline yang memberi semangat tiada henti selama skripsi ini dan untuk teman-teman saya selama perkuliahan yang banyak wacana M. Alqindi Yarda, Indra Gunawan, Dewa Yudhistira, Irfan Oktoditio Saputra, dan M. Hafis Isnanta.
6. Teman-teman angkatan 2017 para pejuang ST (Calon Sarjana E17)
7. Terima kasih kepada Dian Tohonan Panjaitan (fans saya) yang selalu memberi motivasi dan arahan agar ST bulan Maret 2022

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

Pekanbaru, 21 Maret 2022

Hanna Soraya

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Paraffin Wax</i>	5
2.1.1. Mekanisme Pengendapan <i>Wax</i>	6
2.1.2. <i>Paraffin Wax Control</i>	6
2.2. Bioetanol	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1. Alat dan Bahan	12
3.1.1. Alat.....	12
3.1.2. Bahan	14
3.2. Prosedur Penelitian.....	16
3.2.1. Persiapan Bahan (<i>Pretreatment</i>).....	16
3.2.2. Proses Hidrolisis	16
3.2.3. Pengukuran Kadar Gula.....	17
3.2.4. Proses Fermentasi	17

3.2.5. Proses Destilasi	18
3.2.6. Uji Kadar Alkohol	18
3.2.7. Uji WAT (<i>Wax Appearance Temperature</i>)	20
3.2.8. Uji <i>Waxy Crude Oil</i>	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Kandungan Gula Reduksi	23
4.1.1. Variasi Konsentrasi Asam Klorida (HCl)	24
4.1.2. Variasi Temperatur	25
4.2. Kadar etanol dengan variasi jumlah inokulan	26
4.3. Properties Bioetanol	27
4.3.1. Densitas dan <i>Specific Gravity</i> (SG)	27
4.3.2. Viskositas	28
4.4. Analisa Model <i>Waxy Crude Oil</i> Menggunakan <i>Wax Appearance Temperature</i> (WAT)	29
4.5. Penurunan Nilai <i>Pour Point Waxy Crude Oil</i>	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1. Kesimpulan	32
5.2. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	4
Gambar 2.1 <i>Structures of hydrocarbon involved in wax deposition</i>	5
Gambar 3.1 Alat Penelitian	12
Gambar 3.2 Alat Penelitian (Lanjutan).....	13
Gambar 3.3 Alat Penelitian (Lanjutan).....	14
Gambar 3.4 Bahan Penelitian	15
Gambar 3.5 Proses hidrolisis menggunakan <i>heater</i>	16
Gambar 3.6 Proses Fermentasi	17
Gambar 3.7 Proses destilasi menggunakan unit destilasi	18
Gambar 3.8 Proses pengujian <i>Wax Apperearance Temperature (WAT)</i>	20
Gambar 4.1 Proses pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong roti.....	23
Gambar 4.2 Contoh hasil uji gula reduksi dengan <i>portable refractometer</i>	24
Gambar 4.3 Kadar gula reduksi hasil hidrolisis variasi konsentrasi asam	25
Gambar 4.4 Kadar gula reduksi hasil dari hidrolisis variasi temperatur	25
Gambar 4.5 Kadar bioetanol dengan variasi jumlah inokulan	27
Gambar 4.6 Kadar etanol terhadap densitas dan <i>specific gravity</i>	27
Gambar 4.7 Kadar etanol terhadap viskositas	28
Gambar 4.8 Hasil pencampuran bioetanol dan <i>waxy crude oil</i> terhadap <i>pour point</i>	30
Gambar 4.9 Contoh <i>Pour Point</i>	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kulit Singkong (Sastri et al., 2015).....	8
Tabel 2.2 <i>State of The Art</i> Penelitian Terdahulu	10
Tabel 3.1 Sifat Fisik Etanol (Nisa, 2014).....	18
Tabel 3.2 Rencana Jadwal Penelitian	21
Tabel 4.1 <i>Wax Appearance Temperature</i> (WAT).....	29
Tabel 4.2 <i>Pour Point</i>	29



DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I** Tabel hasil uji gula reduksi konsentrasi asam
- LAMPIRAN II** Gambar hasil uji gula reduksi variasi konsentrasi asam
- LAMPIRAN III** Tabel hasil uji gula reduksi variasi temperatur
- LAMPIRAN IV** Gambar hasil uji gula reduksi variasi temperatur
- LAMPIRAN V** Tabel kadar bioetanol (%) variasi jumlah inokulan
- LAMPIRAN VI** *Properties* bioetanol variasi jumlah inokulan
- LAMPIRAN VII** Persamaan Densitas, *Specific Gravity* (SG), °API, dan Viskositas
- LAMPIRAN VIII** *Properties crude oil*
- LAMPIRAN IX** Gambar uji *Wax Appearance Temperature* sampel *crude oil*
- LAMPIRAN X** Gambar uji *pour point* sampel *crude oil*

DAFTAR SINGKATAN

API	American Petroleum Institute
b/v	Berat per volume
cc	Centimeter cubic
CO ₂	Karbon dioksida
H ₂ O	Dihidrogen oksida
cP	Centi poise
CSM	Cell soluble matter
g	Gram
g/L	Gram per liter
HCL	Hidrogen klorida
m	Massa
M	Molaritas
mL	Mililiter
NaOH	Natrium hidroksida
SG	Specific gravity
V	Volume
v/v	Volume/volume
WAT	Wax appearance temperatur
MPa	Megapascal



DAFTAR SIMBOL

$^{\circ}\text{C}$	Derajat celcius
%	Persen
P	Densitas
μ	Viskositas
\pm	Kurang lebih



**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG
(*MANIHOT UTILISSIMA*) DALAM PEMBUATAN BIOETANOL
GUNA MENGATASI MASALAH *PARAFFIN WAX*
PADA SUMUR PRODUKSI MINYAK BUMI**

**HANNA SORAYA
NPM: 173210264**

ABSTRAK

Adanya beberapa masalah pada lapangan minyak bumi yang sedang diproduksi, salah satu masalah yang sering terjadi adalah adanya gangguan wax pada sumur produksi minyak bumi dan menyebabkan turunnya laju produksi. Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk mengatasi pengendapan wax diantaranya adalah dengan metode *chemical*, yang mana *solvent* atau bioetanol umumnya digunakan berasal dari tumbuhan dan umumnya diproduksi dengan cara *pretreatment*, hidrolisis, dan fermentasi. Selanjutnya dilakukan dengan proses destilasi guna mendapatkan produk bioetanol yang diaplikasikan dengan *waxy crude oil* untuk menurunkan nilai *pour point* dan menentukan nilai WAT (*Wax Appearance Temperature*) dari sumur minyak bumi. Dari proses hidrolisis dilakukan dengan variasi asam 15%, 20%, dan 25% dan didapatkan nilai gula reduksi yang semakin meningkat dan variasi temperatur 50°C sampai 100°C terus meningkat hingga mencapai titik optimum yaitu 30°*Brix* dan setelah 100°C nilai gula reduksi semakin menurun. Proses destilasi digunakan untuk menghasilkan produk etanol dari sampel 450 mL menjadi ±30 mL etanol dengan kadar etanol yang berbeda-beda. Jumlah inokulan juga mempengaruhi kadar etanol dimana dengan penambahan inokulan 0,015 g/mL menghasilkan kadar etanol optimum yaitu 19%. Bioetanol 70% dicampurkan ke *waxy crude oil* dan dapat menurunkan nilai WAT dari 39°C menjadi 38°C dan bioetanol 5%, 20%, 50%, 70%, dan 100% dapat menurunkan nilai *pour point* sebesar 1°C sampai 3°C. Sehingga dapat disimpulkan bahwa etanol sebagai *solvent* berpotensi guna menghambat terjadinya deposisi *paraffin wax*.

Kata kunci: Hidrolisis, Bioetanol, *Wax*, WAT, *Pour Point*

**UTILIZATION OF WASTE CASSAVA PEEL
(MANIHOT UTILISSIMA) IN BIOETHANOL PRODUCTION
TO SOLVE PARAFFIN WAX PROBLEMS
IN OIL PRODUCTION WELLS**

**HANNA SORAYA
NPM: 173210264**

ABSTRACT

There are several problems in the oil field that is being produced, one of the problems that often occurs is the presence of wax disturbances in oil production wells and causes a decrease in production rates. There are several methods that can be used to overcome wax deposition, including the chemical method, in which solvents or bioethanol are generally used derived from plants and are generally produced by pretreatment, hydrolysis, and fermentation. Furthermore, it was announced by a distillation process to obtain bioethanol products that were applied with waxy crude oil to reduce the pour point value and determine the WAT (Wax Appearance Temperature) value from petroleum wells. From the hydrolysis process carried out with 15%, 20%, and 25% acid variations, it was found that the value of reducing sugar was increasing and the temperature variation from 50°C to 100°C continued to increase until it reached the optimum point of 30°Brix and after 100°C the value of reducing sugar decreased. The distillation process is used to produce ethanol products from 450 mL samples to ±30 mL ethanol with different ethanol levels. The number of inoculants also affects the ethanol content where the addition of 0.015 g/mL inoculants produces the optimum ethanol content of 19%. Bioethanol 70% is mixed into waxy crude oil and can reduce the WAT value from 39°C to 38°C and bioethanol 5%, 20%, 50%, 70%, and 100% can reduce the pour point value by 1°C to 3°C. So it can be concluded that ethanol as a solvent has the potential to inhibit the deposition of paraffin wax.

Keywords: *Hydrolysis, Bioethanol, Wax, WAT, Pour Point*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu permasalahan produksi yang sering terjadi pada lapangan minyak bumi, yaitu adanya gangguan *paraffin wax*. *Wax* merupakan senyawa hidrokarbon dengan berat molekul yang besar dan mudah terendapkan mulai dari sekitar dasar sumur hingga ke permukaan (Kasmungin, 2017). Kristal yang terbentuk dari *paraffin wax* akan berbentuk mikrokristal atau seperti trombosit ataupun seperti jarum (Olajire, 2021). Pengendapan *wax* itu sendiri terjadi ketika sebagian besar komponen hidrokarbon ringan terpisahkan dari minyak bumi dan juga disebabkan akibat terjadinya penurunan temperatur. *Wax* yang terendapkan dan membentuk sumbatan terhadap aliran minyak menjadi salah satu faktor yang mempercepat penurunan produktivitas sumur minyak bumi.

Dalam mengatasi permasalahan *wax* pada sumur minyak bumi, dapat dilakukan dengan metode *thermal*, mekanis, dan *chemical*. Namun pada penelitian kali ini peneliti menggunakan metode *chemical*, yaitu dengan penginjeksian bioetanol sebagai *solvent*, yang mana *solvent* pada umumnya dapat digunakan untuk melarutkan endapan *paraffin wax*.

Bioetanol dari limbah kulit singkong roti bisa mencegah rantai hidrokarbon semakin panjang karena bioetanol berasal dari kandungan gula reduksi pada proses biomassa melalui tahapan proses biokimia, yaitu *pretreatment*, hidrolisis, dan fermentasi. Etanol juga merupakan cairan bening tidak berwarna, larut dalam air, *eter*, memiliki nilai *pourpoint* 78,4°C, nilai titik beku -112°C, dan ramah lingkungan (Bahri et al., 2019).

Pemilihan limbah kulit singkong roti sebagai bioetanol karena kulit singkong roti mengandung selulosa 43,626%, pati/amilum 36,580%, lignin 7,646%, hemiselulosa 10,384%, dan lainnya 1,764% (Widyastuti, 2019). Jika dilihat dari kandungan selulosa limbah kulit singkong roti yang cukup tinggi maka kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol.

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019, produksi singkong (*Mahinot Utilissima*) di Indonesia mencapai 21.700.250 ton sehingga dapat dipastikan akan menghasilkan limbah singkong yang melimpah atau kontinyu paska panen. Dari data produksi Badan Pusat Statistik (BPS) tersebut, diperkirakan limbah kulit singkong di Indonesia bisa mencapai sekitar 5.515.563 ton per tahun dan sebagian besar dibakar yang mana akan menimbulkan masalah polusi, dan pemanasan secara global.

Didalam penelitian ini, peneliti akan mencoba membuat bioetanol dari limbah kulit singkong roti dan dilihat apakah bioetanol tersebut dapat mencegah endapan *wax* sehingga dilakukan pengujian terhadap ketahanan bioetanol.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kadar etanol dari limbah kulit singkong roti dengan proses hidrolisis, fermentasi, dan destilasi
2. Menganalisis dan menentukan *Wax Apparance Temperatur (WAT)* sebelum dan sesudah bioetanol diinjeksikan kedalam *waxy crude oil*
3. Menganalisis dan menentukan nilai *pour point waxy crude oil* sebelum dan sesudah diinjeksikan bioetanol kedalam *waxy crude oil*

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

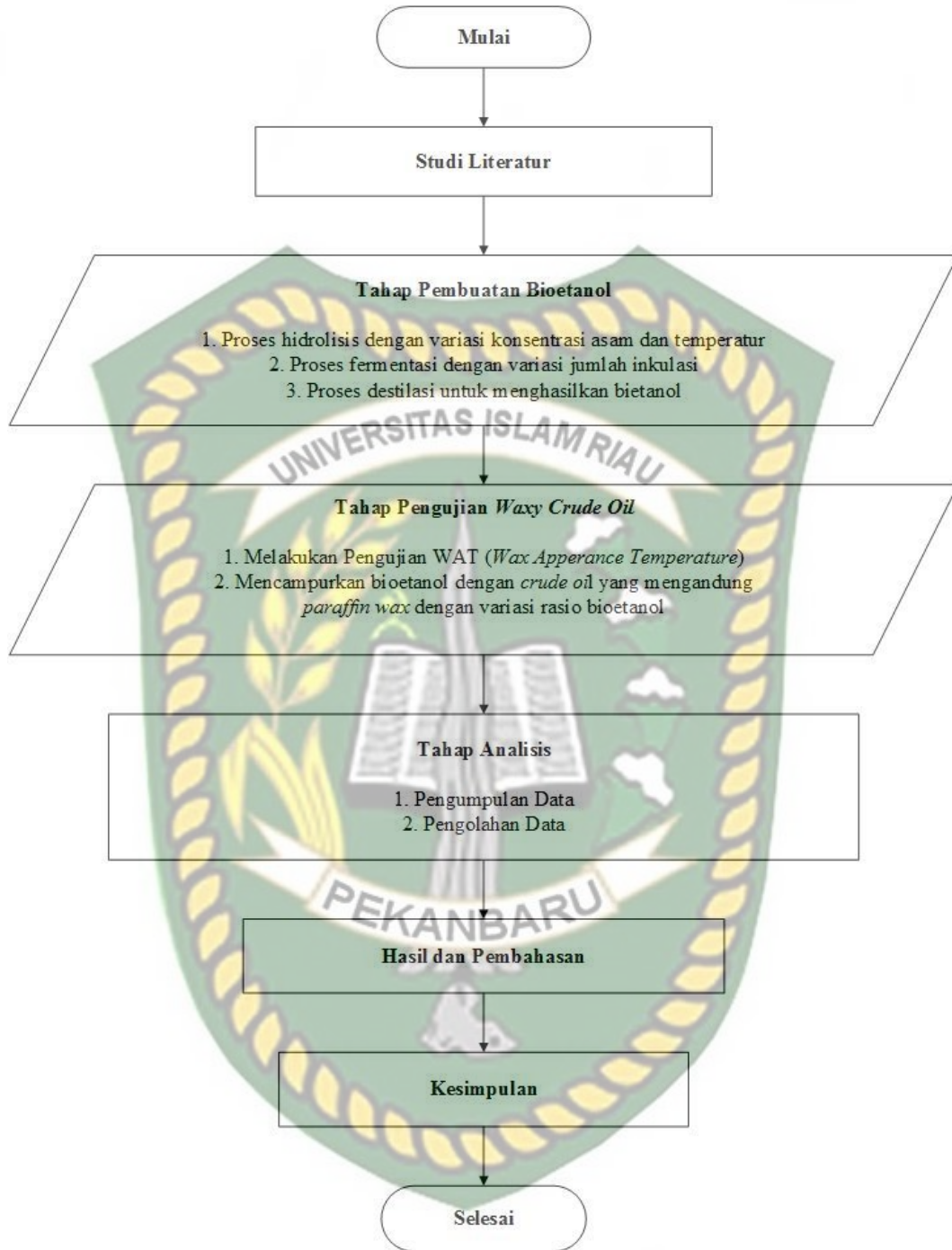
1. Hasil riset diharapkan dapat menambah produk atau bahan bioetanol sebagai pencegah *wax paraffin*
2. Memberikan informasi yang dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya dalam membahas bahan alternatif pencegah *wax paraffin*
3. Hasil penelitian dapat dijadikan paper atau karya ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal nasional ataupun internasional

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

1. Membuat produk bioetanol dari limbah kulit singkong roti yang didapat dari petani Kartama
2. Proses yang digunakan dimulai dari *pretreatment*, hidrolisis, dan fermentasi untuk menghasilkan produk bioetanol
3. Melakukan pengujian nilai *pourpoint* pada *waxy crude oil* sebelum dan sesudah dicampur bioetanol.





Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Agama Islam yang disebut sebagai *Din* yang mempunyai serangkaian aturan khusus terutama dalam pengelolaan sumber daya alam. Islam menelaah bahwa penggarapan sumber daya alam termasuk minyak dan gas bumi adalah kepunyaan bersama yang didasarkan pada sebuah hadis Nabi SAW “kaum muslim berpedoman pada tiga hal: air, padang rumput, dan api” (HR. Abu Dawud, Ahmad, Ibn Majah).

Dalam hadis diatas terkandung bahwa lafadz api, dimana maksud dari lafadz api tersebut yaitu energi seperti listrik, batu bara, minyak dan gas bumi, batu bara, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, semua sumber energi pasti dibutuhkan oleh seluruh umat manusia terutama sumber minyak dan gas bumi.

2.1. *Paraffin Wax*



Gambar 2.1 Structures of hydrocarbon involved in wax deposition

(Sumber: *petrowiki.spe.org*)

Wax merupakan senyawa hidrokarbon yang terdiri dari rantai lurus panjang alkana dengan cepat mengendap yang disebabkan oleh perubahan suhu dan tekanan (Abdurrahman et al., 2018). Ada dua kelompok *paraffin wax* dalam crude oil *non-konvensional* termasuk *wax* makrokristalin dan mikrokristalin, dimana yang pertama memiliki panjang rantai karbon lurus dan jumlah karbon C₁₆ sampai

C₄₀ (n-alkana) dan mengkristal dalam bentuk seperti trombosit atau seperti jarum sedangkan yang kedua memiliki rantai karbon C₃₀ sampai C₆₀ dan mengkristal dalam struktur seperti amorf (Olajire, 2021). Minyak mentah mulai kehilangan karakteristik alirannya saat kristalisasi *wax* mulai terjadi (Eyankware et al., 2016). Tingkat keseriusan deposisi *paraffin* tergantung pada komposisi atau kandungan *wax* dari *crude oil* dan *pour point*, kedalaman sumur, suhu formasi, suhu lingkungan dan operasi, penurunan tekanan, kekasaran pipa, dan praktik produksi (Joseph & Ajienska, 2018).

Pengendapan *wax* dapat pula didefinisikan sebagai endapan material karbon yang tidak dapat terdispersi atau tidak bisa larut dalam *crude oil* pada kondisi normal. *Crude oil* dapat bertahan pada kondisi normal dalam bentuk cairnya saat temperatur dan tekanan di dalam reservoir berada pada kisaran 70-150°C dan 55-103 Mpa (Ridzuan et al., 2016)

2.1.1. Mekanisme Pengendapan Wax

Banyak peneliti yang mengemukakan pengendapan *wax*, tetapi telah disepakati oleh sebagian besar peneliti bahwa difusi *molecular* sebagai mekanisme pengendapan yang dominan. Hal ini disebabkan oleh kondisi bawah permukaan dinding pipa yang dingin. Ini menyebabkan *crude oil* yang mengalir dalam pipa mengalami gradien termal radial. Ketika suhu minyak mentah mencapai titik WAT, kristalisasi *wax* terjadi pada daerah dingin yang lebih dekat kedinding pipa. Kristalisasi *wax* dapat mengubah keseimbangan fase cair dan padat karena kelarutan *wax* dalam minyak mentah berkurang sehubungan dengan energi panas dan akan ada gradien konsentrasi (Ragunathan et al., 2020).

2.1.2. Paraffin Wax Control

Dalam mengatasi permasalahan *wax* pada sumur minyak bumi, dapat dilakukan dengan metode *thermal*, mekanis, dan *chemical*.

1. Secara *thermal*

Dalam mengatasi permasalahan *wax* secara termal pada umumnya sudah banyak digunakan di lapangan minyak bumi guna menghindari terjadinya pembentukan *wax* pada sistem perpipaan. Pada saat pipa kehilangan

sumber panas maka terbentuklah deposisi *wax*, penambahan panas dapat dilakukan dengan injeksi gas, injeksi air panas atau dengan injeksi solar panas, dan *xylene* yang mana pada dasarnya hanya mampu menghindari dan mengurangi terjadinya *wax*. Akan tetapi, proses ini akan membuat tambahan biaya yang cukup besar pada *system* produksi.

2. Secara *mechanical*

Dalam mengatasi permasalahan *wax* secara *mechanical* yaitu dengan menggunakan *wire-line scraper* ataupun dengan cara *flow-line pigging*. Cara ini cukup efisien untuk membersihkan pipa, tetapi jika *wax* yang menempel pada dinding pipa sudah terlalu tebal maka ada kemungkinan *pigging head* akan macet di tengah pipa sehingga akan ada waktu dan frekuensi tertentu untuk melakukan kegiatan *flow-line pigging*. Akan tetapi kegiatan produksi akan dihentikan sementara selama proses pembersihan pada pipa dan itu akan menimbulkan kerugian dalam kegiatan produksi minyak bumi.

3. Secara *chemical inhibitors*

Dalam mengatasi permasalahan *wax* secara *chemical* umumnya diinjeksikan ke *waxy crude oil* dengan tujuan agar dapat menghambat laju deposisi *wax*. Terdapat dua jenis *chemical inhibitor* sebagai cara untuk mengatasi masalah *wax*, yaitu dengan *solvent* dan dengan *dispersants*, yang mana pada umumnya pemilihan *solvent* diharapkan bisa melarutkan *wax* sehingga minyak akan menjadi lebih encer dan mudah untuk diproduksi dan juga dapat membersihkan endapan *wax paraffin* pada dinding pipa. Keuntungan dari metode ini yaitu injeksi *solvent* hanya membutuhkan modal yang cukup efisien dibandingkan dengan metode yang lain yang mana akan membutuhkan peralatan tambahan yang sangat mahal. (Rif Ati, 2016).

2.2. Bioetanol

Bioetanol merupakan ehl alkohol atau etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) yang dihasilkan melalui proses biologis yang mengubah biomassa menjadi bioetanol melalui tahapan proses biokimia, yaitu hidrolisis dan fermentasi mikrobiologi (Deenanath

et al., 2012). Bioetanol dapat berasal dari karbohidrat potensial sebagai bahan bakunya seperti tebu, nira, sorgum, jagung, jeremi, dan kulit singkong setelah melalui proses fermentasi (Roni et al., 2018).

Pembentukan etanol



Pembakaran etanol menghasilkan CO₂ dan H₂O



Pada penelitian ini, peneliti membuat bioetanol dengan bahan baku limbah kulit singkong guna mengatasi permasalahan *paraffin wax* pada lapangan produksi minyak bumi.

Tabel 2.1 Komposisi Kulit Singkong (Sastri et al., 2015)

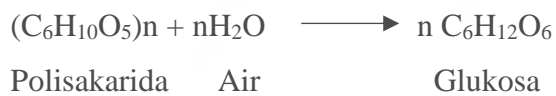
Kandungan	Persentase (%)
Selulosa	43,63
Hemiselulosa	10,38
Lignin	7,65
Amilum	36,58
Lainnya	1,76

Produksi bioetanol dari limbah kulit singkong roti dihasilkan dari proses hidrolisis, fermentasi dan destilasi.

1. Proses hidrolisis

Proses hidrolisis merupakan proses pemecahan selulosa yang berupa polisakarida menjadi monosakarida yaitu glukosa (Dayatmo & Santoso, 2015). Proses ini adalah tahap penting dalam pembuatan *bioethanol*, karena proses hidrolisis ini bertujuan untuk mengetahui jumlah glukosa yang dihasilkan guna dilakukannya fermentasi menjadi bioetanol (Bahri et al., 2019).

Reaksi Hidrolisis :

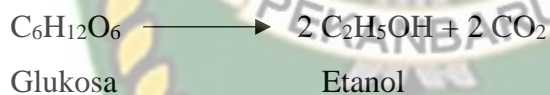


Reaksi antara air dan pati berlangsung cukup lambat sehingga dibutuhkan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Pada penelitian ini peneliti menggunakan katalisator asam klorida (HCl) karena lebih menguntungkan dan lebih reaktif (Sukmawati & Milati, 2009).

2. Proses fermentasi

Proses fermentasi merupakan proses perubahan monosakarida menjadi etanol, dimana terjadi perubahan kimia dalam substrat atau bahan organik karena aktivitas mikroba. Mikroba yang umum terlibat dalam fermentasi adalah bakteri, ragi dan jamur (M. K. Afdhol, Hidayat, Abdurrahman, Lubis, et al., 2020).

Fermentasi gula reduksi oleh bantuan ragi (*saccharomyces cerevisiae*) akan menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO₂ melalui reaksi sebagai berikut:



3. Proses destilasi

Proses destilasi merupakan proses pemurnian etanol, untuk menisahkan etanol dari larutan hasil fermentasi dilakukan dengan cara memanaskan larutan tersebut dengan suhu 78°C (Litya & R, 2014).

2.3. State of The Art Penelitian Terdahulu

Peneliti mengambil beberapa contoh hasil penelitian sebelumnya sesuai dengan topik dan konsep yang hampir sejalan dengan penelitian saat ini sebagai acuan ataupun panduan guna penelitian yang dilakukan saat ini.

Tabel 2.2 *State of The Art* Penelitian Terdahulu

No	Judul	Bahan	Hasil
1	<i>A Laboratory Scale Synthesis of Ethanol from Agricultural Waste as Bio-based Solvent for Waxy-Paraffinic Crude Oil Mitigation</i> (M. K. Afdhol, Hidayat, Abdurrahman, Husna, et al., 2020)	Limbah Pertanian (Sekam padi, Bonggol jagung)	Hasil terbaik dari pencampuran bioetanol dengan minyak menurunkan titik tuang dari 43,3 menjadi 41 pada rasio pencampuran 50%.
2	<i>Application of Pineapple Skin Waste as a Source of Biosolvent for Use as Wax Inhibitor</i> (Muhammad Khairul Afdhol et al., 2020)	Limbah kulit nanas	Pengujian etanol menggunakan <i>waxy crude oil</i> dilakukan dengan kadar bioetanol optimum adalah 6%. Penambahan kadar etanol hanya menurunkan <i>pour point</i> 2-3°C.
3	<i>Alternative Environmentally Friendly Solvents for Asphaltenes/Paraffins Removal from Oil Producing Wells</i> (Al-Taq et al., 2019)	<i>Aromatic Solvent</i> (Benzene, toluene, xylene)	Dengan penambahan <i>aromatic solvents</i> (benzene, toluene, xylene) pelarut dengan titik nyala tertinggi (132°C) mampu melarutkan 97% <i>wax</i> pada suhu lingkungan selama 2 jam.
4	<i>Pour Point Depressant Selection Study For Troubleshooting Paraffinic Oil Transportation Problems On Field X</i> (Kasmungin, 2017)	<i>Pour Point Depressant</i> (PPD) (Polimer)	Dengan injeksi 700 ppm Pour Point Depressant (PPD) mampu menurunkan 15°C <i>pour point</i> dari 33°C menjadi 18°C.

5	<i>Bioethanol Production by Utilizing Cassava Peels Waste through Enzymatic and Microbiological Hydrolysis</i> (Witantri et al., 2017)	Kuli Singkong (Hidrolisis, fermentasi)	Persentase rendemen etanol tertinggi yang dihasilkan dari proses fermentasi adalah 3,76% dengan penambahan kadar fermipan 2%. Kadar gula produksi tertinggi akan menghasilkan persentase rendemen etanol yang tinggi.
---	--	--	---

Dilihat dari penelitian terdahulu sudah banyak yang membuat dan memproduksi bioetanol dari berbagai biomassa terutama kulit singkong. Tetapi, hanya beberapa yang menggunakannya sebagai pelarut *paraffin wax* ataupun *inhibitor wax*, kebanyakan fungsi dari bioetanol yang sudah diproduksi hanya sebagai bahan bakar untuk mengurangi emulsi gas kaca. Pemilihan kulit singkong pada pembuatan bioetanol dalam penelitian ini karena kandungan selulosa yang tinggi diharapkan dapat membuat bioetanol yang bermutu tinggi sehingga mampu menjadi pelarut yang baik untuk masalah *paraffin wax* pada sumur lapangan minyak bumi. Sehingga penelitian ini dapat dijadikan bahan acuan selanjutnya mengenai adanya potensi bioetanol sebagai *solvent paraffin wax* pada lapangan minyak bumi.

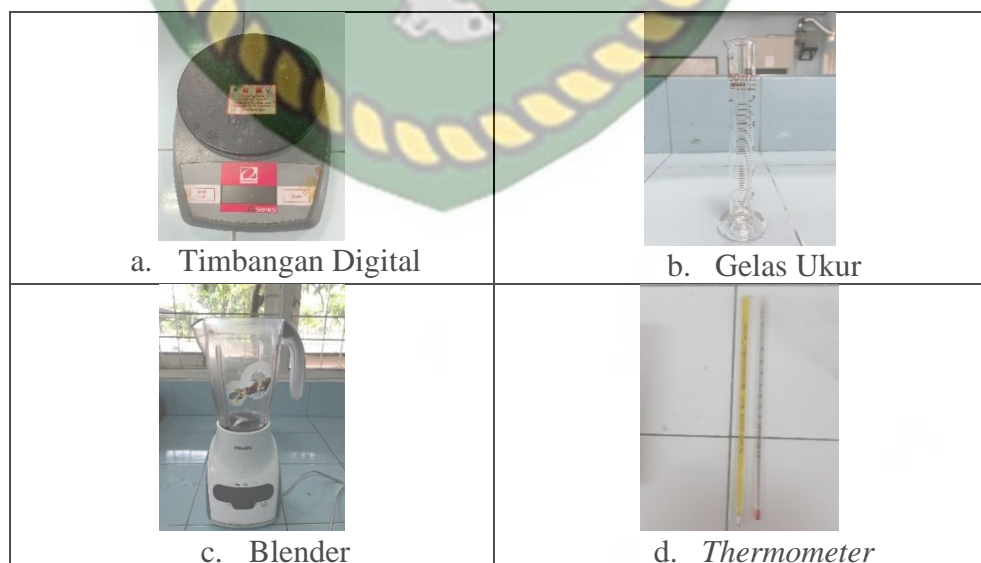
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Dasar dan Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dengan metode *Research and Development*. Peneliti menggunakan *waxy crude oil* yang didapatkan dari lapangan SPR Langgak dan limbah kulit singkong roti sebagai bahan baku bioetanol yang nanti akan digunakan sebagai pelarut *wax*.

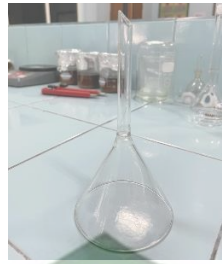
3.1. Alat dan Bahan

3.1.1. Alat

- Timbangan digital
- Piknometer
- Gelas ukur
- Alkohol meter
- Blender
- Sepasang alat distilasi
- *Thermometer*
- Tabung reaksi
- Corong
- Test *Jar* dan penutup test *Jar*
- Gelas kimia
- *Cooling Bath*
- Oven
- Ruang pengenceran asam
- *Water Heater*
- *Portable refractometer*
- pH meter
- *Viskometer Oswald*
- Pipet tetes
- Botol plastik



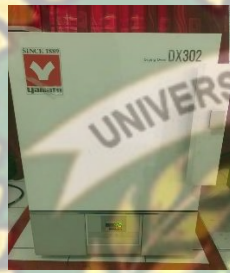
Gambar 3.1 Alat Penelitian



e. Corong



f. Gelas Kimia



g. Oven



h. Water Heater



i. Pipet Tetes



j. Piknometer



k. Alkohol Meter



l. Sepasang Alat Destilasi

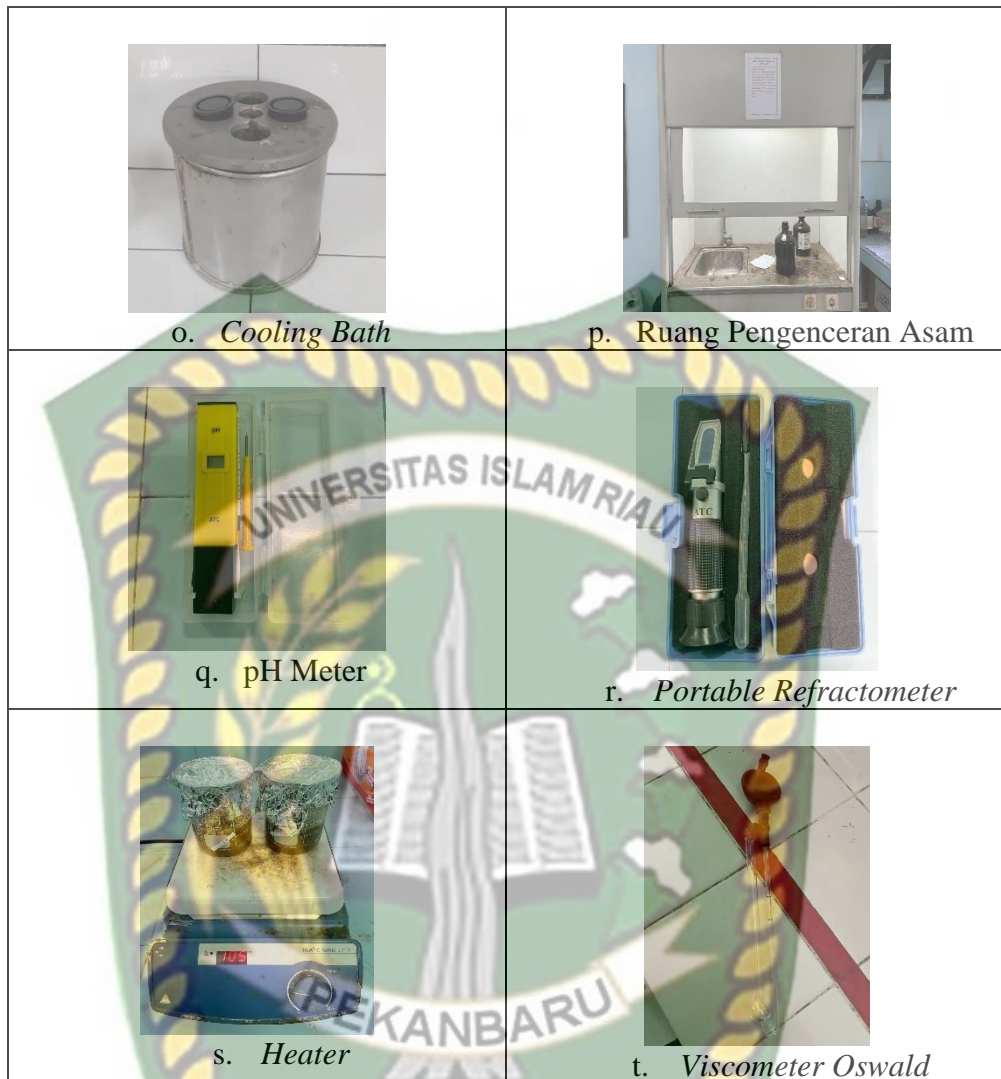


m. Tabung Reaksi



n. Test Jar





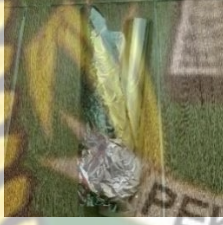

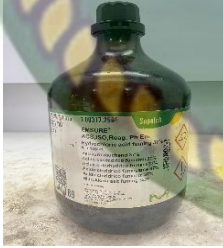


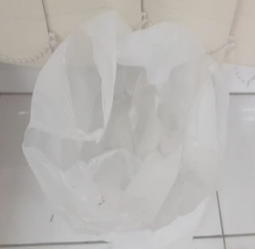
Gambar 3.2 Alat Penelitian (Lanjutan)



Gambar 3.3 Alat Penelitian (Lanjutan)

3.1.2. Bahan

- Serbuk Limbah kulit singkong
- Crude Oil
- *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti)
- Aquadest (H₂O)
- Aluminium foil
- Asam klorida (HCL)
- Natrium Hidroksida (NaOH)
- Plastisin
- Vaseline
- Es batu

 <p>a. Serbuk Limbah Kulit Singkong</p>	 <p>b. Crude Oil</p>
 <p>c. <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> (Ragi)</p>	 <p>d. Aquadest</p>
 <p>e. Aluminium Foil</p>	 <p>f. NaOH</p>
 <p>g. Asam klorida (HCL)</p>	 <p>h. Plastisin</p>
 <p>i. Vaseline</p>	 <p>j. Es batu</p>

Gambar 3.4 Bahan Penelitian

3.2. Prosedur Penelitian

3.2.1. Persiapan Bahan (*Pretreatment*)

- Sampel kulit singkong bagian putih yang merupakan lapisan kedua kulit singkong dicuci dengan air sampai bersih (Guntama et al., 2019)
- Lalu memotong kulit singkong supaya ukuran yang didapatkan lebih kecil
- Kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 40°C selama 1 jam
- Kemudian menghaluskan kulit singkong dengan menggunakan blender untuk mendapatkan bubuk kulit singkong

3.2.2. Proses Hidrolisis

- Serbuk kulit singkong hasil delignifikasi dihidrolisis dengan HCl (asam klorida) dengan variasi konsentrasi 15%, 20%, 25% kemasing-masing gelas kimia yang sudah di isi serbuk kulit singkong dengan perbandingan 1:1 antara sampel dan asam klorida (HCl)
- Kemudian di hidrolisis diatas heater dengan *refluks* 50°C, 80°C, 100°C, 120°C, dan 150°C selama 120 menit
- Kemudian hasil hidrolisis disaring dan diambil filtratnya, lalu larutan hasil hidrolisis dinetralkan dengan NaOH sampai pH 4,6 (Tiara Osa Meutia, A. Ign. Kristijanto, 2016)



Gambar 3.5 Proses hidrolisis menggunakan heater

3.2.3. Pengukuran Kadar Gula

- Kadar gula diukur dengan *refractometer* glukosa. *Refractometer* terlebih dahulu ditetesi aquadest sebanyak 4 tetes pada bagian prismanya untuk mengkalibrasi *refractometer* terlebih dahulu
- Setelah itu diteropong hingga terlihat kadar gula sebesar 0°Brix terlihat pada *refractometer*
- Kemudian apabila sudah terlihat 0°Brix bagian prisma tadi yang ditetesi aquadest dibersihkan dari aquadest dengan menggunakan tisu hingga prisma kering sempurna
- Kemudian untuk pengukuran sampel langsung dapat dilakukan, dengan mengambil sampel lalu ditetaskan pada bagian prisma sebanyak 4 tetes
- Kemudian diteropong kembali hingga terlihat kadar gula dalam satuan 0°Brix diskala *refractometer*
- Skala 0°Brix di *refractometer* sama dengan berat gram gula dari 100 gram larutan yang diukur (Guntama et al., 2019)

3.2.4. Proses Fermentasi

- Serbuk kulit singkong yang telah dihidrolisis ditambahkan dengan fermipan (*saccharomyces cerevisiae*) ke masing-masing sampel dengan variasi 0,005 g/mL, 0,02 g/mL, 0,015 g/mL, 0,05 g/mL, dan 0,025 g/mL dari pelarut, lalu diaduk sampai membentuk keseragaman
- kemudian masukkan campuran kulit singkong tersebut kedalam botol fermentasi lalu menutup ujung botol menggunakan balon dengan rapat agar tidak terjadi kontak langsung dengan udara
- Lalu larutan difermentasikan selama 5 hari. Selanjutnya memisahkan larutan dengan bubur kulit singkong hingga diperoleh cairan alkohol dan air (Seftian et al., 2012).



Gambar 3.6 Proses Fermentasi

3.2.5. Proses Destilasi

- Akan merangkai dan menyalakan peralatan destilasi dengan benar
- Cairan hasil fermentasi tersebut lalu dimasukkan kedalam labu destilasi
- Temperatur pemanas dijaga pada suhu 78-80°C. Pada tahap ini dilakukan sampai etanol tidak menetes lagi pada waktu 1,5-2 jam.
- Kemudian mengukur destilat (etanol) yang diperoleh (Seftian et al., 2012)



Gambar 3.7 Proses destilasi menggunakan unit destilasi

3.2.6. Uji Kadar Alkohol

Tabel 3.1 Sifat Fisik Etanol (Nisa, 2014)

Massa molekul relative	46,07 g/mol
Titik beku	-114,1 °C
Titik didih normal	78,32 °C
Densitas pada 20°C	0,7893 g/mL
Kelarutan dalam air 20°C	Sangat larut
Viskositas pada 20°C	1,17 cP

a. Uji Densitas, *Specific Gravity*, dan *API*

- Terlebih dahulu menimbang *pycnometer* kosong, lalu isi *pycnometer* tersebut dengan bioetanol dan menimbang kembali lalu catat hasilnya, selisih berat *pycnometer* tersebut merupakan massa bioetanol
- Kemudian untuk menghitung volume *pycnometer* dapat dilihat dari tabel yang ada pada alat atau dengan cara menuangkan bioetanol kedalam gelas ukur untuk mengetahui volume bioetanol yang diuji

- Lalu densitas bioetanol tersebut dapat diperoleh dari perbandingan massa bioetanol terhadap volumenya dengan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

Dimana :

ρ = densitas (g/mL)

m = massa (g)

v = volume (mL)

- Lalu *specific gravity* dapat ditentukan dengan menggunakan nilai densitas sampel dan densitas air dengan persamaan :

$$SG \frac{\rho_{\text{sampel}}}{\rho_{\text{air}}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

Dimana :

SG = *Specific Gravity*

ρ_{sampel} = densitas larutan (g/mL)

ρ_{air} = densitas air (g/mL)

- Nilai *API gravity* dihitung menggunakan persamaan :

$$API \text{ Gravity} = \left(\frac{141,5}{SG} \right) - 131,5 \dots\dots\dots \text{Persamaan 3}$$

b. Pengujian Viskositas

- Mengambil *viscometer Oswald*, lalu pasang *ball valve* diujung nya
- Lalu tuangkan sampel etanol kedalam *viscometer Oswald* menggunakan corong sampai batas pengujian
- Bila sudah sampai batas pengujiannya, maka mulai saat pengujian dengan membuka jalan tutupnya (*ball valve*-nya)
- Hitung dengan *stopwatch* yang diperlukan untuk mengatur hingga batas *flask*-nya

3.2.7. Uji WAT (*Wax Appearance Temperature*)

- Masukkan sampel *crude oil* ke dalam *tube* atau *test jar* sampai garis batas
- Kemudian masukkan *thermometer* kedalam *test jar* yang telah terisi oleh sampel
- Lalu masukkan air mendidih (*boiled water*) kedalam bath agar sampel *crude oil* tidak langsung membeku ketika dimasukkan ke dalam bath tersebut
- Lalu masukkan sampel yang akan diuji kedalam *bath*
- Masukkan es batu kedalam *cooling bath* agar temperatur *cooling bath* lebih cepat turun
- Amati temperatur dan kondisi *crude oil* dengan cara memiringkan *test jar* setiap penurunan suhu
- Catat pembacaan temperatur pada saat mulai terbentuk kabut WAT atau ketika dimiringkan terdapat sejumlah sampel *crude oil* yang menempel pada dinding kaca dan kemudian melanjutkan pengujian sampai sampel *crude oil* membeku atau sudah tidak dapat mengalir lagi
- Lalu lakukan juga terdapat model *crude oil* yang telah ditambahkan bioetanol dan membandingkan hasilnya (Sembiring, 2017)



Gambar 3.8 Proses pengujian *Wax Appearance Temperature* (WAT)

3.2.8. Uji Waxy Crude Oil

a. Uji Nilai *Pour Point* ASTM D5853-17a

- Setelah mendapatkan titik beku (*Cold Point*), kemudian mengeluarkan *tube* yang berisi sampel *waxy crude oil* dalam keadaan beku dari dalam oven dan mendinginkan pada suhu ruangan sekitar 20-25°C
- Lalu amati perubahan temperatur pada saat seluruh sampel sudah bisa dituangkan dan dicatat sebagai titik tuang (*pour point*) dari *crude oil* tersebut
- Kemudian ditambahkan etanol dengan rasio 5%, 20%, 50%, 70%, dan 100%. Lalu amati penurunan nilai *pour point* minyak tersebut setelah ditambahkan bioetanol.

Tabel 3.2 Rencana Jadwal Penelitian

No	Deskripsi Kegiatan	Desember 2021		Januari 2022			Februari 2022				Maret 2022		
		3	4	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	<i>Pretreatment</i>												
2	Hidrolisis												
3	Fermentasi												
4	Destilasi												
5	Uji Bioetanol												
6	Uji WAT												
7	Uji <i>Waxy Crude Oil</i> Dengan Bioetanol												
8	Laporan Tugas Akhir												

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Kulit singkong memiliki potensi sebagai bahan utama pembuatan bioetanol karena memiliki kandungan gula reduksi. Berdasarkan penelitian sebelumnya menyatakan 66,32 % dari singkong yang di manfaatkan dan selebihnya dibuang sebagai limbah yang jarang dimanfaatkan dengan kandungan gula reduksi pada filtrat kulit singkong berkisar antara 23,3% - 32,1%. Faktor yang membuat hasil gula reduksi berbeda-beda adalah konsentrasi asam dan temperatur pada proses hidrolisis.





Gambar 4.1 Proses pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong roti

4.1. Kandungan Gula Reduksi

Proses hidrolisis merupakan proses penguraian suatu polimer yang kompleks menjadi sampel monomer (Zelvi et al., 2017). Proses ini bertujuan untuk

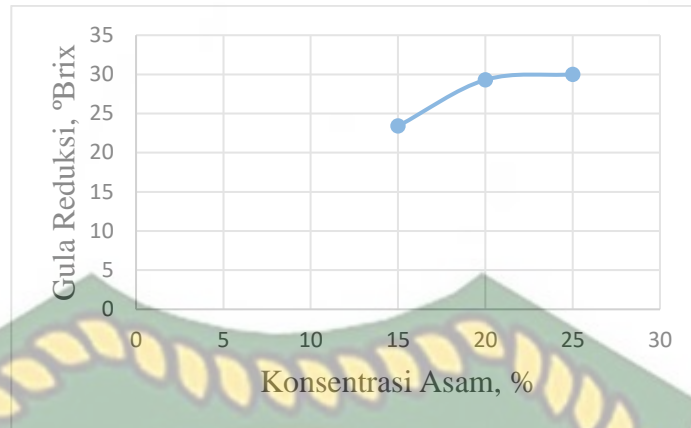
mendapatkan gula sederhana dan memudahkan kerja pada proses fermentasi (Zelvi et al., 2017). Sebelum melakukan proses hidrolisis, dilakukan terlebih dahulu proses *pretreatment* dengan menghaluskan kulit singkong, dimana proses ini bertujuan untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa dan selulosa sehingga menghasilkan gula reduksi yang lebih baik (Dias et al., 2011). Untuk mengukur gula reduksi pada suatu larutan bisa menggunakan alat *portable refractometer* HT113ATC. Setelah proses hidrolisis pH diatur 4,6 sebelum memulai fermentasi dengan ditambahkan NaOH (Tiara Osa Meutia, A. Ign. Kristijanto, 2016).



Gambar 4.2 Contoh hasil uji gula reduksi dengan *portable refractometer*

4.1.1. Variasi Konsentrasi Asam Klorida (HCl)

Pada penelitian ini peneliti menggunakan asam klorida (HCl) sebagai katalis pada proses hidrolisis karena dapat mempercepat terbentuknya gula reduksi dan hanya membutuhkan sedikit bahan penetral (Aniriani et al., 2018). Ada 3 konsentrasi HCl yang digunakan yaitu 15%, 20%, dan 25% dengan waktu 120 menit. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran I dan II.

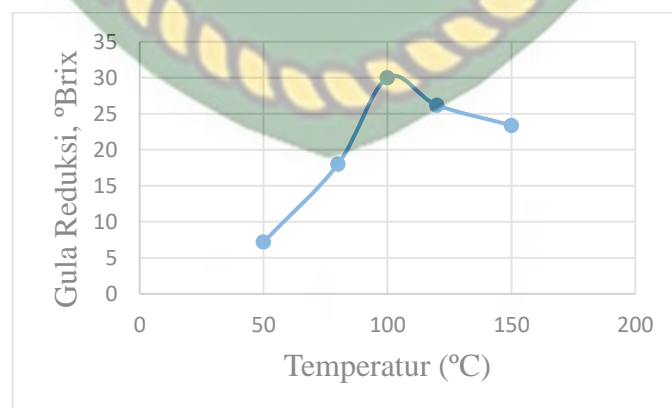


Gambar 4.3 Kadar gula reduksi hasil hidrolisis variasi konsentrasi asam

Konsentrasi asam 15% menghasilkan gula reduksi sebesar 23,8 °Brix, untuk konsentrasi 20% dan 25% masing-masing menghasilkan gula reduksi sebesar 24,1 °Brix dan 30°Brix. Kadar gula reduksi yang tinggi akan menghasilkan kadar etanol yang tinggi pula (Winarni & Maulidina, 2018).

4.1.2. Variasi Temperatur

Temperatur adalah salah satu faktor terpenting dalam proses hidrolisis. Pada penelitian ini terdapat beberapa variasi temperatur yaitu temperatur 50°C, 80°C, 100°C, 120°C, dan 150°C. Pada dasarnya, saat proses hidrolisis semakin tinggi temperatur maka akan semakin menghasilkan glukosa yang tinggi pula karena dapat mempercepat degradasi reaksi kimia (Fuadi & Harismah, 2014).

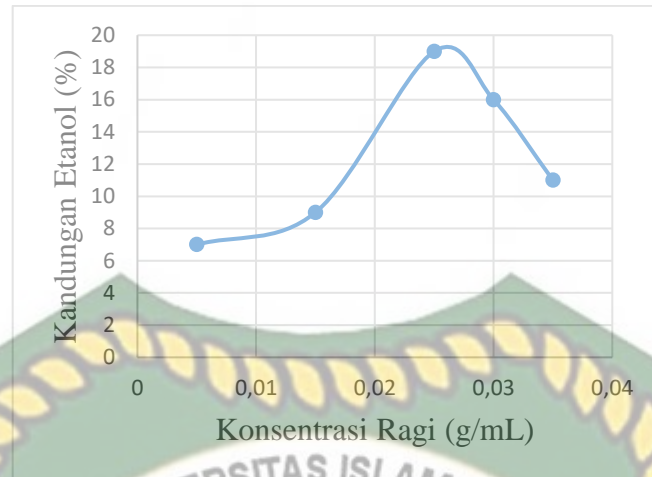


Gambar 4.4 Kadar gula reduksi hasil dari hidrolisis variasi temperatur

Namun, terdapat kondisi temperatur optimum dimana ketika proses hidrolisis melewati temperatur optimum, maka kadar gula reduksi juga akan semakin menurun. Jika dilihat dari grafik diatas menunjukkan bahwa temperatur optimumnya adalah 100°C. Temperatur 50°C sampai 100°C hasil uji gula reduksi meningkat, namun pada temperatur setelah 100°C hasil gula reduksi menurun. Hal ini disebabkan karena adanya glukosa yang pecah menjadi arang pada sampel tersebut, dan juga pada temperatur optimum, air berperan sebagai zat penghidrolisis tetap berada pada fase cair, sehingga dapat terjadi kontak yang baik yang memungkinkan reaksi dapat bekerja dengan baik (Miskah Siti, Istiqomah Nisa'ul, 2016). Terlepas daripada itu, apabila temperatur diatas dari temperatur optimum maka katalis akan menguap dan mengakibatkan melambatnya reaksi hidrolisis dimana akan berpengaruh terhadap konsentrasi gula yang akan didapatkan (Mayangsari, 2014). Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran III dan IV.

4.2. Kadar etanol dengan variasi jumlah inokulan

Pada dasarnya, fermentasi merupakan perubahan 1 mol glukosa menjadi 2 mol etanol dan 2 mol karbon dioksida dengan bantuan metabolisme ragi (Winarni & Maulidina, 2018). Pada penelitian ini proses fermentasi dilakukan oleh spesialis ragi *saccharomyces*. Pemilihan ragi ini disebabkan karena tidak sensitif terhadap suhu dan konsentrasi substrat, pH 4-6 diatur untuk menjaga agar ragi atau bakteri tersebut tetap hidup, untuk mengatur pH 4-6 dapat menggunakan natrium hidroksida (NaOH) agar pH dapat meningkat dan untuk menurunkan pH dapat menggunakan asam klorida (HCl) (Hossain & Fazliny, 2010). Setelah melakukan proses fermentasi maka tahap selanjutnya adalah proses destilasi menggunakan rangkaian alat destilasi alkohol pada suhu 70-80°C (Thangavelu et al., 2019). Dari proses destilasi, sampel sebanyak 450 mL dapat menghasilkan etanol sebanyak kurang lebih ± 30 mL dengan kadar etanol yang berbeda-beda.

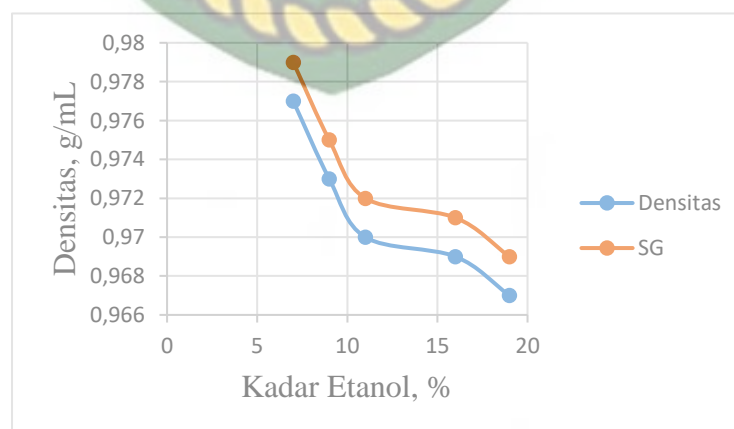


Gambar 4.5 Kadar bioetanol dengan variasi jumlah inokulan

Bisa dilihat dari gambar diatas bahwa perbedaan jumlah inokulan nantinya sangat berpengaruh pada kadar etanol. Kadar etanol menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi inokulan setelah mencapai titik optimumnya. Dari jumlah inokulan 0,005 g/mL ke 0,15 g/mL mengalami kenaikan kadar etanol yaitu dari 7% menjadi 9%. Lalu ditambahkan inokulan dengan jumlah 0,025 g/mL dan kadar etanolnya lebih meningkat menjadi 19%. Namun , ketika ditambahkan inokulan dengan variasi 0,03 g/mL dan 0,035 g/mL kadar etanol malah semakin menurun, yaitu 16% dan 11%. Hal ini disebabkan oleh habisnya glukosa dan transisi metabolisme ragi untuk pemanfaatan etanol sebagai sumber karbon (Hajar et al., 2012). Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran V.

4.3. Properties Bioetanol

4.3.1. Densitas dan *Specific Gravity* (SG)

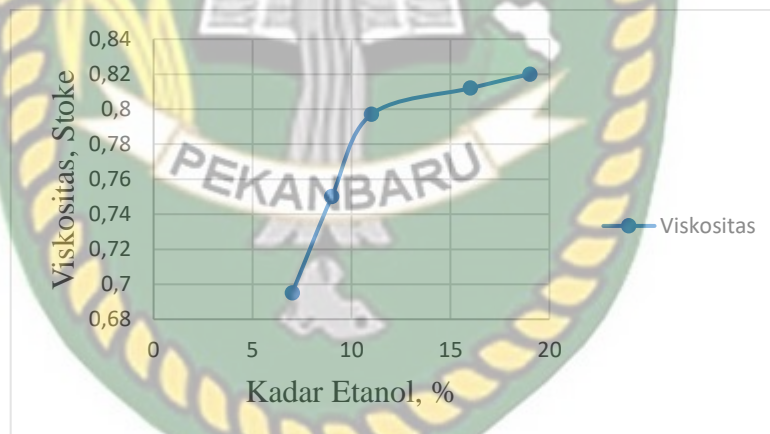


Gambar 4.6 Kadar etanol terhadap densitas dan *specific gravity*

Semakin tinggi kadar suatu etanol, maka akan semakin rendah nilai densitas suatu etanol sehingga mempunyai hubungan yang berbanding terbalik dengan nilai kadar etanol 7%, 9%, 19%, 16%, dan 11% mempunyai nilai densitas 0,977 g/mL, 0,973 g/mL, 0,967 g/mL, 0,969 g/mL, dan 0,970 g/mL. Hal ini disebabkan karena pada temperatur tertentu hasil etanol yang telah difermentasi akan mengalami penguapan karena terbawa oleh gas CO₂ dan mengakibatkan larutan tersebut sulit untuk menguap (Mayangsari, 2014).

Semakin tinggi kadar etanol, maka akan semakin rendah pula nilai *specific gravity* (SG) nya. Hal ini disebabkan karena densitas berbanding lurus dengan SG sesuai dengan persamaan densitas dimana SG merupakan perbandingan antara densitas dan etanol dengan densitas air (Braide et al., 2018). Nilai *specific gravity* (SG) rata-rata dari bioetanol 7%, 9%, 19%, 16%, dan 11% yaitu 0,9712. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran VI dan VII.

4.3.2. Viskositas



Gambar 4.7 Kadar etanol terhadap viskositas

Semakin tinggi kadar etanol, maka semakin tinggi pula nilai viskositasnya sehingga bisa disimpulkan hubungan viskositas dan kadar etanol berbanding lurus. Nilai viskositas yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh jumlah kadar etanol, hal tersebut disebabkan karena adanya perbedaan *specific gravity* (SG) pada etanol yang mana bila kadar etanol tinggi, maka kadar air semakin sedikit (Rudy Sutanto et al., 2013). Dimana nilai viskositas untuk kadar etanol 7%, 9%, 19%, 16%, dan

11% adalah 0,695, 0,750, 0,820, 0,812, dan 0,797 sehingga nilai rata-rata viskositasnya adalah 0,775.

4.4. Analisa Model Waxy Crude Oil Menggunakan Wax Appearance Temperature (WAT)

Pengujian WAT pada penelitian ini dilakukan pada sampel *waxy crude oil* dan *waxy crude oil* yang telah dicampurkan dengan bioetanol. Hasil pengujian yang dihasilkan pada sampel *waxy crude oil* menunjukkan nilai WAT yang berkurang setelah di tambahkan bioetanol 70% walaupun tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara sampel *waxy crude oil* dengan sampel *waxy crude oil* yang telah di tambahkan bioetanol. Hal ini disebabkan oleh tidak larutnya sampel *waxy crude oil* dengan bioetanol secara sempurna (Sembiring, 2017). Pada pengujian ini diperoleh nilai WAT untuk *waxy crude oil* adalah 39°C dan untuk *waxy crude oil* yang ditambahkan bioetanol yaitu 38°C. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran IX.

Tabel 4.1 Wax Appearance Temperature (WAT)

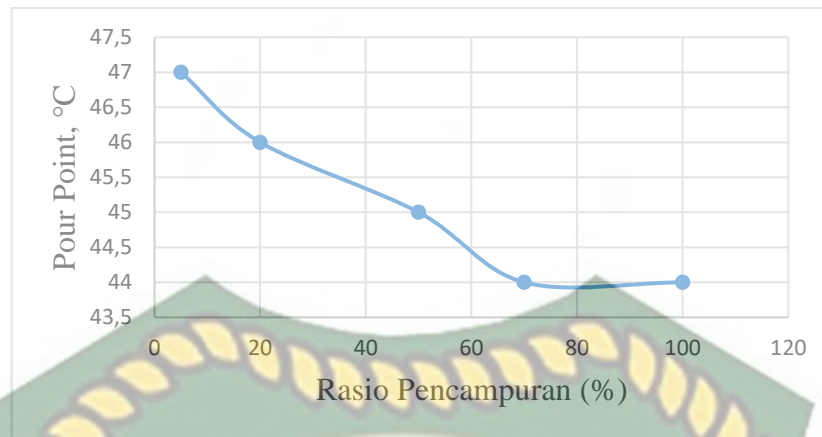
Crude Oil		Crude Oil + Bioetanol	
Pour Point (°C)	Nilai WAT (°C)	Pour Point (°C)	Nilai WAT (°C)
47	39	44	38

4.5. Penurunan Nilai Pour Point Waxy Crude Oil

Pada pengujian bioetanol terhadap *waxy crude oil* dilakukan dengan kadar optimum bioetanol yaitu 19% dengan variasi konsentrasi asam 25% dan temperatur 100°C pada proses hidrolisis dengan jumlah inokulan 0,015 g/mL. pada proses fermentasi dengan jenis sumur minyak yang mengandung *wax*. Hasil dari pencampuran bioetanol terhadap *waxy crude oil* bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Pour Point

Parameter	Waxy Crude Oil	Rasio Pencampuran Waxy Crude Oil + Bioetanol (%)				
		5%	20%	50%	70%	100%
Pour Point	47	47	46	45	44	44



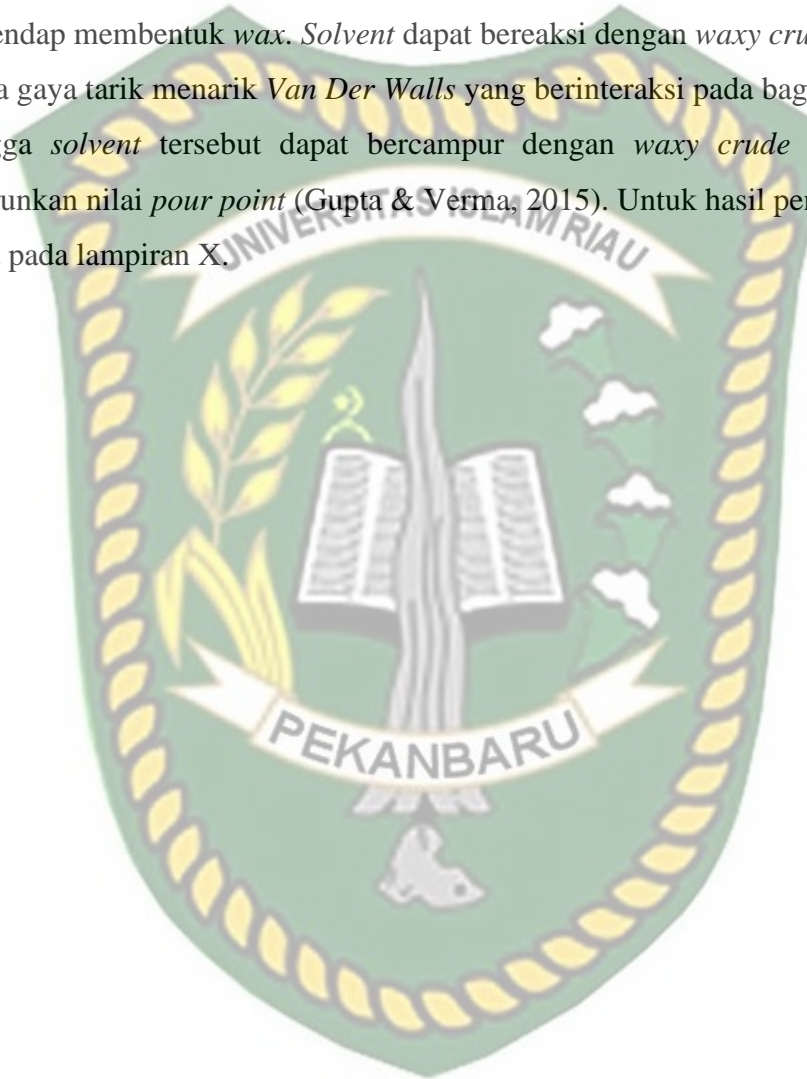
Gambar 4.8 Hasil pencampuran bioetanol dan *waxy crude oil* terhadap *pour point*



Gambar 4.9 Contoh *Pour Point*

Nilai *pour point* suatu *waxy crude oil* mempunyai efek apabila ditambahkan dengan bioetanol (Pedersen & Rønningesen, 2003). Dapat dilihat dari nilai *pour point* *waxy crude oil* yang telah ditambahkan bioetanol semakin menurun walaupun tidak signifikan. Dari rasio pencampuran etanol 5%, 20%, 50%, 70%, dan 100% hanya menurunkan nilai *pour point* sebesar 2-3%. Pada sampel *waxy crude oil*, nilai *pour point* tidak terjadi perubahan dengan penambahan bioetanol sebanyak 5%. Namun, dengan penambahan bioetanol 20% dapat menurunkan nilai *pour point* dari temperatur 47°C menjadi 46°C. Pada pencampuran bioetanol sebanyak 50% nilai *pour point* juga mengalami penurunan dari 46°C menjadi 45°C dan pada pencampuran bioetanol 70% nilai *pour point* menurun lagi dari 45°C menjadi 44°C. Tetapi pada pencampuran 100% bioetanol nilai *pour point* sudah tidak mengalami penurunan lagi.

Penurunan nilai *pour point* oleh bioetanol disebabkan karena adanya gaya *Van Der Walls* yang terjadi dimana saat *waxy crude oil* mempunyai dua bagian molekul yaitu bagian polar dan bagian non polar. *Non polar* merupakan rantai alkil panjang yang akan berinteraksi dengan *solvent* melalui nukleasi, adsorpsi atau co-kristalisasi. Kristalisasi sendiri merupakan proses pembentukan paraffin yang mengendap membentuk *wax*. *Solvent* dapat bereaksi dengan *waxy crude oil* karena adanya gaya tarik menarik *Van Der Walls* yang berinteraksi pada bagian *non polar* sehingga *solvent* tersebut dapat bercampur dengan *waxy crude oil* dan bisa menurunkan nilai *pour point* (Gupta & Verma, 2015). Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran X.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses destilasi dengan temperatur 70-80°C dengan sebanyak 450 mL sampel hasil fermentasi dapat menghasilkan sebanyak ±30 mL etanol. Kadar gula reduksi optimum sebesar 30°*Brix* dengan temperatur 100°C, asam klorida 25°C, dan kadar etanol 19% pada jumlah inokulan 0,025 g/mL.
2. Pencampuran *solvent* dengan kadar etanol optimum 70% dan 100% pada *waxy crude oil* dapat mendeagregasikan nilai *wax* sehingga nilai WAT dapat menurun dari 39°C menjadi 38°C.
3. Pencampuran etanol dengan *waxy crude oil* dapat menurunkan nilai *pour point* sebesar 1°C hingga 3°C. Pada sampel penelitian yang diuji terjadi 3°C penurunan *pour point* dari 47°C menjadi 44°C dengan penggunaan bioetanol 70% dan 100%.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut :

1. Dapat melakukan pengujian parameter lainnya seperti *fire point*, *flash point*, dan FTIR (*Spektrum Fourier Transform Infra Red*) terhadap pencampuran etanol.
2. Dapat melakukan *blending solvent* dengan larutan lainnya seperti *xylene*, *toluene*, *benzene*, dan *aromatic solvent* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, M., Ferizal, F. H., Husna, U. Z., & Pangaribuan, L. (2018). Possibility of wax control techniques in Indonesian oil fields. *AIP Conference Proceedings*, 1941, 0–6.
- Afdhol, M. K., Hidayat, F., Abdurrahman, M., Husna, U. Z., Sari, N. P., & Wijaya, R. K. (2020). A Laboratory Scale Synthesis of Ethanol from Agricultural Waste as Bio-based Solvent for Waxy-Paraffinic Crude Oil Mitigation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 854(1).
- Afdhol, M. K., Hidayat, F., Abdurrahman, M., Lubis, H. Z., Wijaya, R. K., & Sari, N. P. (2020). Utilization of Agricultural Waste to Be Bioethanol Sources as a Solvent on Paraffin Wax Crude Oil Issues. *ICoSET 2019*, 315–321.
- Afdhol, Muhammad Khairul, Erfando, T., Hidayat, F., Hasibuan, R., Hasibuan, M. Y., & Siregar, C. P. (2020). Application of Pineapple Skin Waste as a Source of Biosolvent for Use as Wax Inhibitor. *Journal of Earth Energy Engineering*, 9(2), 102–111.
- Al-Taq, A., Alfakher, B., Alrustum, A., & Aldarweesh, S. (2019). Alternative environmentally friendly solvents for asphaltenes/paraffins removal from oil producing wells. *Society of Petroleum Engineers - Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference 2019, ADIP 2019*.
- Aniriani, G. W., Apriliani, N. F., & Sulistiono, E. (2018). Hidrolisis Polisakarida Xilan Jerami Menggunakan Larutan Asam Kuatuntuk Bahan Dasar Produksi Bioetanol. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2), 113.
- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2019). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85.
- Braide, W., Udegbumam, L. I., & Mike-Anosike, E. E. (2018). Production and Spectrophotometric Quantification of Bioethanol from Pineapple Fruit Skin. *Sumerianz Journal of Biotechnology*, 1(2), 67–74.

- Dayatmo, D., & Santoso, H. H. (2015). Pembuatan Bioethanol Dari Limbah Ampas Pati Aren Dengan Metode Hidrolisis Enzimatis Menggunakan Enzim Ligninolitik Dari Jamur Pelapuk Putih. *Jurnal Konversi*, 4(2), 43.
- Deenanath, E. D., Iyuke, S., & Rumbold, K. (2012). The bioethanol industry in sub-Saharan Africa: History, challenges, and prospects. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2012.
- Dias, M. O. S., Da Cunha, M. P., MacIel Filho, R., Bonomi, A., Jesus, C. D. F., & Rossell, C. E. V. (2011). Simulation of integrated first and second generation bioethanol production from sugarcane: Comparison between different biomass pretreatment methods. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 38(8), 955–966.
- Eyankware, O., Ulakpa, C., & Eyankware, M. O. (2016). Determination of Cloud and Pour Point of Crude Oil with Reference to Crude Transportation. *International Journal of Science and Healthcare Research*, 1(3), 20–28.
- Fuadi, A. M., & Harismah, K. (2014). *The Influence of Temperature, Time and Initial Heating on Enzymatic Hydrolysis of a Used Paper to Produce Glucose*. 59–64.
- Guntama, D., Herdiana, Y., Sujiana, U. A., Endes, R. L., & Sunandar, E. (2019). Bioethanol Dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot Esculenta* Crantz) Melalui Metode Hidrolisa Dan Fermentasi Dengan Bantuan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 86–96.
- Gupta, A., & Verma, J. P. (2015). Sustainable bio-ethanol production from agro-residues: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 550–567.
- Hajar, N., Elida, T., Zainal, & Atikah, S. (2012). Optimization of Ethanol Fermentation from Pineapple Peel Extract Using Response Surface. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 6(12), 596–602.
- Hossain, A. B. M. S., & Fazlily, A. R. (2010). Creation of alternative energy by bio-ethanol production from pineapple waste and the usage of its properties

for engine. *African Journal of Microbiology Research*, 4(9), 813–819.

Joseph, A., & Ajienska, J. A. (2018). Waxy crude oil well surveillance. *European Journal of Engineering and Technology*, 6(2), 10–23.

Kasmungin, S. (2017). *Studi Pemilihan Pour Point Depressant Untuk Penanggulangan Masalah Transportasi Minyak Parafinik Pada Lapangan X. Seminar Nasional Cendekiawan*, 211–217.

Litya, J., & R, I. (2014). Pembuatan Bioetanol Dari Tebu Dan Ubi Jalar serta Pengujian Pada Motor Bakar Torak. *Teknika*, 21(2), 45–56.

Mayangsari, V. (2014). *Analisa Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Pada Proses Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa Dalam Pemanfaatan Lemna minor Lemna minor Sebagai Bioetanol*. 07(01), 16–22.

Miskah Siti, Istiqomah Nisa'ul, M. S. (2016). Pengaruh Konsentrasi Asam Pada Proses Hidrolisis dan Waktu Fermentasi Pembuatan Bioetanol Dari Buah Suku (*Artocarpus altilis*). *Teknik Kimia*, 22(3), 45–57.

Nisa, W. W. (2014). Produksi Bioetanol dari Onggok (Limbah Padat Tapioka) dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Menggunakan Khamir Hasil Isolasi dari Tetes Tebu. *Skripsi*.

Olajire, A. A. (2021). Review of wax deposition in subsea oil pipeline systems and mitigation technologies in the petroleum industry. *Chemical Engineering Journal Advances*, 6(March), 100104.

Pedersen, K. S., & Rønningsen, H. P. (2003). Influence of wax inhibitors on wax appearance temperature, pour point, and viscosity of waxy crude oils. *Energy and Fuels*, 17(2), 321–328.

Ragunathan, T., Husin, H., & Wood, C. D. (2020). Wax formation mechanisms, wax chemical inhibitors and factors affecting chemical inhibition. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(2), 1–18.

Ridzuan, N., Adam, F., & Yaacob, Z. (2016). Evaluation of the inhibitor selection on wax deposition for Malaysian crude oil. *Petroleum Science and*

Technology, 34(4), 366–371.

Rif Ati, E. F. (2016). *Alternatif Strategi Penanggulangan Masalah Waxy Parafin Pada Tubing Sumur Yang Memproduksi Minyak Parafinik*. 06(1), 80–92.

Roni, K. A., Hastarina, M., & Herawati, N. (2018). *Effects of yeast 's weight and fermentation time to percent yield of bioethanol from peatland*. 7(4), 5945–5949.

Rudy Sutanto, Harisman Jaya, & Arif Mulyanto. (2013). *Analisa Pengaruh Lama Fermentasi Dan Temperatur Distilasi Terhadap Sifat Fisik (Specific Gravity Dan Nilai Kalor) Bioetanol Berbahan Baku Nanas (Ananas Comosus)*. *Dinamika Teknik Mesin*, 3(2), 91–100.

Sastri, I. G. A. A. D., Anggreni, A. A. M. D., & Putra, G. P. G. (2015). *Optimasi Konsentrasi Substrat Kulit Singkong (Manihot esculenta CRANTZ) Dan Lama Fermentasi Terhadap Aktivitas Filter Paperase Dari Kapang Trichoderma Viride FNCC 6013*. *Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 3(1), 31–38.

Seftian, D., Antonius, F., & Faizal, M. (2012). *Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi*. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), 10–16.

Sembiring, J. (2017). *Pengaruh Pencampuran Perbandingan Wax dan Aspalthene Terhadap PP, Viskositas, WAT dari Crude Oil*. Universitas Sumatera Utara.

Sukmawati, R. F., & Milati, S. (2009). *Laporan Tugas Akhir Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Singkong*.

Thangavelu, S. K., Rajkumar, T., Pandi, D. K., Ahmed, A. S., & Ani, F. N. (2019). *Microwave assisted acid hydrolysis for bioethanol fuel production from sago pith waste*. *Waste Management*, 86, 80–86.

Tiara Osa Meutia, A. Ign. Kristijanto, dan S. H. (2016). *Optimasi Hasil Dan Kadar Bioetanol Kulit Bawang*. 1(3), 180–185.

Widyastuti, P. (2019). *Pengolahan Limbah Kulit Singkong Sebagai Bahan Bakar*

Bioetanol Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 11(1), 41–46.

Winarni, I., & Maulidina, R. (2018). Bioethanol production from bamboo pulp using enzymatic saccharification with several concentration of surfactant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 209(1).

Witantri, R. G., Purwoko, T., Sunarto, & Mahajoeno, E. (2017). Bioethanol Production by Utilizing Cassava Peels Waste Through Enzymatic and Microbiological Hydrolysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 75(1).

Zelvi, M., Suryani, A., & Setyaningsih, D. (2017). Hidrolisis *Eucheuma cottonii* Dengan Enzim K-Karagenase Dalam Menghasilkan Gula Reduksi Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(1), 33–42.

