



# UNIVERSITAS ISLAM RIAU

## LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat: Jalan Kaharuddin Nasution No. 113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284  
Telp. +62 761 72126 Fax. +62 761 674834 Email: [lppm@uir.ac.id](mailto:lppm@uir.ac.id) Website: [www.lppm.uir.ac.id](http://www.lppm.uir.ac.id)



**KONTRAK PENELITIAN**  
**BERSAMA UIR- UTP TAHUN 2020**  
**NOMOR: 01/KONTRAK/LPPM-UIR-9-2020**



Pada hari ini Kamis tanggal 10 bulan September tahun Dua Ribu Dua Puluh, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. **Dr. Evizal Abdul Kadir, S.T., M.Eng** : Ketua Lembaga Penelitian, Universitas Islam Riau, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Islam Riau, yang berkedudukan di Jl. Kaharuddin Nasution No. 113 P. Marpoyan, Pekanbaru, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**.
2. **Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T.** : Dosen Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun 2020/2021 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

**PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian Kerjasama Tahun 2020 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

### **Pasal 1**

#### **Ruang Lingkup Kontrak**

**PIHAK PERTAMA** memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima pekerjaan tersebut dari **PIHAK PERTAMA**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan Penelitian bersama UIR-UTP Tahun Anggaran 2020/2021 dengan judul "**Utilization of Biodiesel from Natural Resources as Wax Removal in Oil Well**".

### **Pasal 2**

#### **Dana Penelitian**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar **MYR 40.000,- (empat puluh ribu ringgit malaysia)** sudah termasuk pajak.

### **Pasal 3**

#### **Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian**

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu  $70\% \times \text{MYR } 40.000 = \text{MYR. } 28.000$  (dua puluh delapan ribu ringgit malaysia) yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** membuat dan melengkapi usulan pelaksanaan penelitian yang memuat judul penelitian, halaman pengesahan, ringkasan, pendekatan dan metode penelitian yang digunakan, data yang akan diperoleh, anggaran yang akan digunakan, dan tujuan penelitian berupa luaran yang akan dicapai (sesuai pedoman sistematika dan muatan proposal penelitian). Selanjutnya **PIHAK KEDUA** mengunggah usulan penelitian yang telah diseminarkan .
  - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu  $30\% \times \text{MYR } 40.000 = \text{MYR. } 12.000$  (dua belas ribu ringgit malaysia), dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** melaporkan Laporan Akhir Pelaksanaan Penelitian dan menyerahkan hard copy sebanyak dua rangkap untuk arsip LPPM dan Pihak UTP.

*KM*



- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** ke rekening sebagai berikut:

Nama : **Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T.**  
Nomor Rekening :  
Nama Bank :

- (2) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan data peneliti, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

#### **Pasal 4** **Jangka Waktu**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak **Tanggal 01 September 2020** dan berakhir pada **Tanggal 31 Desember 2021**.

#### **Pasal 5** **Target Luaran**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian berupa artikel dimuat di jurnal Internasional Bereputasi (Q1/Q2).
- (2) **PIHAK KEDUA** diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian berupa jurnal seminar Internasional.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 6** **Hak dan Kewajiban Para Pihak**

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**:
  - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7;
  - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**:
  - a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
  - b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** luaran Penelitian dengan judul "**Utilization of Biodiesel from Natural Resources as Wax Removal in Oil Well**". **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;

#### **Pasal 7** **Laporan Pelaksanaan Penelitian**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**.
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban melaporkan Laporan hasil penelitian yang telah dilaksanakan untuk di presentasikan paling lambat **10 Desember 2021**.

KMG.

- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan akhir capaian hasil, /Poster/ artikel ilmiah **PIHAK PERTAMA**, paling lambat **31 Desember 2021**.
- (4) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
  - a. Bentuk/ukuran kertas A4;
  - b. Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh:  
Dana Penelitian Bersama UIR - UTP  
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Kerjasama  
Nomor: 01/KONTRAK/LPPM-UIR/9-2021

### **Pasal 8 Monitoring dan Evaluasi**

**PIHAK PERTAMA** dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2020/2021 ini dilaksanakan pada bulan 31 Juli tahun 2021.

### **Pasal 9 Sanksi**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Penelitian ini telah berakhir, namun **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya, terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu satu tahun berturut-turut.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** yang apabila tidak dapat dilunasi oleh **PIHAK KEDUA**, akan berdampak pada kesempatan **PIHAK KEDUA** untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **PIHAK PERTAMA**.

### **Pasal 10 Pembatalan Perjanjian**

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan dikembalikan ke panitia pemilihan bersama UIR-UTP.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

### **Pasal 11 Penyelesaian Sengketa**

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.





**Pasal 12**  
**Lain-lain**

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau dikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.


Demikianlah surat perjanjian ini dibuat pada hari ini, tanggal, bulan dan tahun seperti tersebut diatas dan dibuat dalam rangkap 2 (dua) rangkap sebagai kekuatan dan untuk dipergunakan sebagaimana semestinya.



PIHAK PERTAMA

**Dr. Evizal Abdul Kadir, S.T., M.Eng**  
NIDN: 1029027601

PIHAK KEDUA



**Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T.**  
NIDN: 1016047901



# Utilization of Biodiesel from Natural Resources as Wax Removal in Oil Well



Schedule	Laboratory
Januari – Maret 2021	Analisa Fluida Reservoir

### Team Member

No	Nama	Institution	Occupation/ Major
1	Dr. Eng. Muslim, MT	Universitas Islam Riau	Team Leader
2	Dr. Lim Jun Wei	Universiti Teknologi Petronas	Senior Researcher
3	Dr. Sopyan Hadi	Riau Science Techno Park	Researcher
4	Annur Suhadi, ST MSc	Universitas Islam Riau	Researcher
5	Ramdhani Asywal ST	Universitas Riau	Junior Researcher
6	Rifal Fauzi ST	Universitas Islam Riau	Junior Researcher
7	Jamaludin ST	Universitas Islam Riau	Junior Researcher
8	Umami Hasanah Pertiwi ST	Universitas Islam Riau	Junior Researcher
9	Reki Antoni	Universitas Islam Riau	Student

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN .....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH .....	3
1.5 HIPOTESA.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 BIODIESEL .....	4
2.2 WAX.....	6
2.3 METODE PENANGGULANGAN WAX .....	10
2.3.1 <i>Chemical Method</i> .....	10
2.3.2 <i>Hot Water Method</i> .....	10
2.3.3 <i>Magnetic Field Method</i> .....	11
2.3.4 <i>Water Dispersible Wax Inhibitor Method</i> .....	11
2.3.5 <i>Microbial Method</i> .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>
3.1 METODOLOGI PENELITIAN .....	15
3.2 FLOW CHART .....	16
3.3 ALAT DAN BAHAN .....	17
3.2.1 Alat .....	17
3.2.2 Bahan.....	19
3.4 VARIABEL PENELITIAN .....	19
3.5 PROSEDUR PENELITIAN.....	19

3.5.1	Prosedur Penentuan Densitas, <i>Specific Gravity</i> (SG) Dan °API....	19
3.5.2	Prosedur Penentuan Viscositas Menggunakan Redwood Viscosimeter .....	20
3.5.3	Prosedure Penentuan <i>Flash Point</i> .....	21
3.5.4	Prosedur Penentuan <i>Cloud Point</i> , <i>Cold Point</i> Dan <i>Pour Point</i> .....	21
3.5.5	Prosedur Penentuan <i>Persentase Dissolution Wax</i> menggunakan <i>Solvent</i> biodiesel .....	22
3.6	ANALISA PENELITIAN .....	22
3.7	TEMPAT PENELITIAN.....	22
3.8	JADWAL PENELITIAN .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN.....</b>		<b>24</b>
4.1	PARAMETER BIODIESEL .....	24
4.1.1	Densitas .....	24
4.1.2	Titik Leleh ( <i>Pour Point</i> ).....	24
4.1.3	Titik Nyala ( <i>Flash Point</i> ) .....	24
4.1.4	Viscositas.....	25
4.2	PARAMETER <i>CRUDE OIL</i> .....	27
4.2.1	Densitas .....	27
4.2.2	<i>Specific Gravity</i> .....	27
4.2.3	°API .....	28
4.2.4	Viscositas.....	28
4.2.5	<i>Cloud Point</i> .....	29
4.2.6	<i>Cold Point</i> .....	29
4.2.7	<i>Pour Point</i> .....	29
4.3	Kemampuan Biodiesel Sebagai <i>Solvent</i> Lapangan SPR Langgak .....	31
4.4	Kemampuan Biodiesel Sebagai <i>Solvent</i> Lapangan Energi Mega Persada (EMP).....	33
4.5	Kemampuan Biodiesel Sebagai <i>Solvent</i> Lapangan PHE Siak.....	35
4.6	Kemampuan Biodiesel Sebagai <i>Solvent</i> Lapangan BOB PT.BSP-PHE....	37
4.7	Pengaruh <i>Temperature</i> Dan Volume <i>Solvent</i> Biodiesel Terhadap <i>Persentase Dissolution Wax</i> Lapangan SPR Langgak.....	39
4.8	Pengaruh <i>Temperature</i> Dan Volume <i>Solvent</i> Biodiesel Terhadap <i>Persentase Dissolution Wax</i> Lapangan Energi Mega Persada (EMP).....	41



4.9 Pengaruh <i>Temperature</i> Dan Volume <i>Solvent</i> Biodiesel Terhadap Persentase <i>Dissolution Wax</i> Lapangan PHE Siak.....	43
4.10 Pengaruh <i>Temperature</i> Dan Volume <i>Solvent</i> Biodiesel Terhadap Persentase <i>Dissolution Wax</i> Lapangan BOB PT.BSP-PHE.....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
5.1 KESIMPULAN .....	47
5.2 SARAN .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>GAMBAR 2.1</b> PENGENDAPAN <i>WAX</i> .....	8
<b>GAMBAR 2.2</b> <i>MACROCRYSTALLINE WAX</i> .....	9
<b>GAMBAR 2.3</b> <i>MICROCRYSTALLINE WAX</i> .....	9
<b>GAMBAR 2.4</b> SKEMATIK REPRESENTASI PARAFIN <i>WAX</i> .....	12
<b>GAMBAR 3.1</b> ALAT YANG DIGUNAKAN PADA PENELITIAN <i>SOLVENT BIODIESEL</i> .....	18
<b>GAMBAR 4. 1</b> KEMAMPUAN BIODIESEL SEBAGAI <i>SOLVENT</i> PADA LAPANGAN SPR LANGGAK PADA <i>POUR POINT TEMPERATURE</i> (40.5°C), <i>TUBING TEMPERATURE</i> (49.1°C) DAN <i>BOTTOM HOLE TEMPERATURE</i> (57.7°C) .....	31
<b>GAMBAR 4. 2</b> KEMAMPUAN BIODIESEL SEBAGAI <i>SOLVENT</i> PADA LAPANGAN ENERGI MEGA PERSADA (EMP) PADA <i>POUR POINT TEMPERATURE</i> (30°C), <i>TUBING TEMPERATURE</i> (44°C) DAN <i>BOTTOM HOLE TEMPERATURE</i> (65°C) .....	33
<b>GAMBAR 4. 3</b> KEMAMPUAN BIODIESEL SEBAGAI <i>SOLVENT</i> PADA LAPANGAN PHE SIAK PADA <i>POUR POINT TEMPERATURE</i> (37.8°C), <i>TUBING TEMPERATURE</i> (52.8°C) DAN <i>BOTTOM HOLE TEMPERATURE</i> (62.8°C) .....	35
<b>GAMBAR 4. 4</b> KEMAMPUAN BIODIESEL SEBAGAI <i>SOLVENT</i> PADA LAPANGAN BOB PT.BSP-PHE PADA <i>POUR POINT TEMPERATURE</i> (43.3°C), <i>TUBING TEMPERATURE</i> (65.5°C) DAN <i>BOTTOM HOLE TEMPERATURE</i> (88.9°C) .....	37
<b>GAMBAR 4. 5</b> PENGARUH <i>TEMPERATURE</i> DAN PENAMBAHAN VOLUME TERHADAP PERSENTASE <i>DISSOLUTION LOSS</i> KOMPONEN <i>WAX</i> LAPANGAN SPR LANGGAK.....	39
<b>GAMBAR 4. 6</b> PENGARUH <i>TEMPERATURE</i> DAN PENAMBAHAN VOLUME TERHADAP PERSENTASE <i>DISSOLUTION LOSS</i> KOMPONEN <i>WAX</i> LAPANGAN EMP .	41
<b>GAMBAR 4. 7</b> PENGARUH <i>TEMPERATURE</i> DAN PENAMBAHAN VOLUME TERHADAP PERSENTASE <i>DISSOLUTION LOSS</i> KOMPONEN <i>WAX</i> LAPANGAN PHE SIAK .....	43
<b>GAMBAR 4. 8</b> PENGARUH <i>TEMPERATURE</i> DAN PENAMBAHAN VOLUME TERHADAP PERSENTASE <i>DISSOLUTION LOSS</i> KOMPONEN <i>WAX</i> LAPANGAN BOB PT.BSP-PHE .....	45

## DAFTAR TABEL

<b>TABEL 2.1</b> PROPERTIES BIODIESEL.....	6
<b>TABEL 2.2</b> KARAKTERISTIK FLUIDA <i>CRUDE OIL</i> LAPANGAN BOB. PT. BSP PHE	13
<b>TABEL 2.3</b> KARAKTERISTIK FLUIDA <i>CRUDE OIL</i> LAPANGAN SPR LANGGAK.....	13
<b>TABEL 2.4</b> KARAKTERISTIK FLUIDA <i>CRUDE OIL</i> LAPANGAN PHE SIAK.....	13
<b>TABEL 2.5</b> KARAKTERISTIK FLUIDA <i>CRUDE OIL</i> LAPANGAN EMP.....	14
<b>TABEL 4. 1</b> <i>PROPERTIES SOLVENT</i> BIODIESEL DAN <i>SOLVENT</i> AROMATIK .....	26
<b>TABEL 4. 2</b> <i>PROPERTIES CRUDE OIL</i> DARI SETIAP LAPANGAN.....	30



## DAFTAR SINGKATAN

gr	gram
cm	centimeter
ml	milimeter
cP	centi poise
cst	centi stroke
°C	derajat Celcius
°API	derajat American Petroleum Institute

## DAFTAR SIMBOL

$\rho$	massa jenis, gr/cm <sup>3</sup>
$\rho_{oil}$	massa jenis minyak, gr/cm <sup>3</sup>
$\rho_{water}$	massa jenis air, gr/cm <sup>3</sup>
$m$	berat jenis, gr
$m_1$	berat picnometer kosong, gr
$m_2$	berat picnometer isi, gr
$V$	volume, ml
$SG$	specific gravity
$t$	waktu, s
$\mu_{kin}$	viscositas kinematic, cst
$\mu_{din}$	viscositas dinamik, cP

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Komponen *wax* pada *crude oil* merupakan salah satu permasalahan yang dapat mengganggu kegiatan industri migas (Zhu et al., 2008). Komponen *wax* dalam hidrokarbon terdapat pada fasa gas, cair dan padat tergantung dari tekanan dan *temperature*, saat *wax* membeku akan membentuk kristal (Thota & Onyeana, 2016). Jika komponen *wax* dalam *crude oil* membeku dan membentuk kristal menimbulkan permasalahan selama proses produksi termasuk *reservoir*, lubang sumur, *tubing*, *flow lines* dan *surface facility* menyebabkan hilangnya milyaran dolar per tahunnya untuk industri minyak (Zhu et al., 2008). Pengendapan yang terjadi dapat mengakibatkan penyumbatan parsial pada saat proses produksi dan transportasi sehingga membahayakan produksi di industri minyak (Wang et al., 2003). Tingkat keparahan masalah pengendapan *wax* tergantung pada jenis minyak dan komposisi molekul dari molekul *wax* (Thota & Onyeana, 2016).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menanggulangi masalah *wax* yaitu *chemical method*, *hot water method*, *magnetic field method*, *water dispersible wax inhibitor method*, dan *microbial method* (Abdurrahman et al., 2018). Pada penelitian kali ini menggunakan *chemical method*. Metode kimiawi telah terbukti menjadi metode mitigasi deposisi *wax* yang paling efektif dalam sistem minyak bumi karena berhubungan dengan akar penyebab pembentukan (Fadairo et al., 2019).

*Solvent* aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xilene* menghasilkan kelarutan yang efektif untuk melarutkan endapan *wax* yang terdapat pada *crude oil*. Menurut Chakrabarti (2018) penggunaan *solvent* aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xilene* ini berbahaya untuk lingkungan, selain berbahaya untuk lingkungan *solvent* aromatik ini memiliki harga pasaran yang mahal. Untuk itu perlu dilakukan penelitian *solvent* yang mengarah pada penerapan sumber daya terbarukan dan ramah lingkungan untuk mengatasi permasalahan ini salah satu *solvent* yang bisa digunakan adalah biodiesel. Biodiesel merupakan salah satu *solvent* alternatif yang ramah terhadap lingkungan untuk mengatasi permasalahan *wax*.

Zahan & Kano (2018) mendefinisikan biodiesel sebagai mono-alkyl ester yang dihasilkan dari berbagai bahan baku lipid termasuk minyak nabati, lemak



hewani, dan lain-lain. Biodiesel lebih mudah terurai di lingkungan, memiliki toksisitas rendah, dan titik nyala tinggi. Biodiesel mempunyai sifat yang menyerupai diesel (solar) dengan kelebihan diantaranya ramah lingkungan, dapat terurai (*biodegradable*) dan kontinuitas. Ketersediaan bahan baku terjamin karena berasal dari tumbuhan seperti sawit, jarak pagar, bunga matahari dan sebagainya.

Menurut (Rocha et al., 2006) berdasarkan sifat kimianya, minyak nabati dapat dikatakan sangat mudah larut dengan minyak bumi dan dapat digunakan sebagai *solvent* untuk menghilangkan komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi. Reaksi pelarut dapat terjadi jika interaksi solute dengan pelarut sama kuat, solute dengan pelarut keduanya sama polar atau sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Pada penelitian ini juga dilihat efektivitas *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *xilene*) untuk perbandingan dengan *solvent* biodiesel. Biodiesel yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari bahan alami yaitu *crude palm oil* (CPO).

Dengan demikian, *biodiesel* yang terbuat dari *crude palm oil* (CPO) dapat digunakan sebagai *solvent* untuk menanggulangi masalah *wax* pada *crude oil* di industri migas. Selain untuk menanggulangi masalah *wax* pada industri migas penelitian ini juga bisa menanggulangi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh *solvent* aromatik.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan dan menganalisa kemampuan biodiesel sebagai *solvent* dalam melarutkan komponen *wax* pada *crude oil*.
2. Menganalisis hubungan pengaruh *temperature* dan volume *solvent* biodiesel terhadap persentase *dissolution wax*.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan informasi tambahan bagi industri hulu migas dalam proses penanggulangan *wax* dengan menggunakan biodiesel yang terbuat dari *crude palm oil*.
2. Menjadikan biodiesel yang renewable dan ramah lingkungan sebagai *solvent*.

### 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini berjalan dengan baik dan sistematis peneliti membatasi permasalahan agar lebih terarah dan tidak menyimpang jauh dari tujuan awal maka dalam penelitian ini hanya membatasi mengenai beberapa hal sebagai berikut:

1. Biodiesel yang digunakan terbuat dari bahan alami yaitu *crude palm oil* (CPO). Biodiesel Murni B100 dari Lemigas
2. Pengujian dilakukan menggunakan jenis *solvent* biodiesel dengan variasi volume 60 ml, 80 ml dan 100 ml dan variasi *Bottom Hole Temperature*, *Pour Point Temperature* dan *Tubing Temperature*.
3. Tidak membahas reaksi kimia yang terjadi pada kelarutan biodiesel dan *wax*.
4. Sampel yang digunakan *crude oil* dari lapangan BOB. PT. BSP Pertamina Hulu Energi, PT. PHE Siak, PT. EMP dan PT. SPR Langgak.

### 1.5 Hipotesa

Berdasarkan sifat kimianya, minyak nabati dapat dikatakan sangat mudah larut dengan minyak bumi, *crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Reaksi kelarutan dapat terjadi jika interaksi zat terlarut dengan pelarut keduanya sama polar atau keduanya sama non polar. Dengan demikian hal tersebut perlu dibuktikan melalui penelitian biodiesel sebagai *solvent* yang bersifat non polar dan minyak bumi juga bersifat non polar.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biodiesel

Putri et al (2013) mendefinisikan biodiesel sebagai ester monoalkil dari minyak tanaman dan lemak hewan dan dapat dihasilkan melalui proses transesterifikasi minyak dan alhokol. Chakrabarti (2018) mengatakan biodiesel sendiri juga merupakan bahan bakar yang terdiri dari mono-alkyl ester dari asam lemak rantai panjang dan bisa diproduksi dengan cara pemanasan/pirolisis, pengenceran/pencampuran, mikro emulsi dan Transesterifikasi.

Menurut Helwani et al (2009) biodiesel adalah bahan bakar cair yang mirip dengan *petroleum* diesel dalam karakteristik pembakaran, tetapi pada dasarnya bebas dari sulfur, sehingga bahan bakar yang terbakar lebih bersih daripada *petroleum* diesel. Biodiesel berasal dari sumber energi terbarukan (*renewable*), biodiesel memiliki sifat fisik dan kimia yang mirip dengan bahan bakar solar. Namun, sifat biodiesel lebih unggul daripada petrodiesel karena memiliki titik nyala yang lebih tinggi, konsentrasi sulfur rendah, efisiensi pelumas yang lebih baik dan angka setana yang lebih baik.

Yumna (2018) melakukan analisa sifat kimia biodiesel dengan bahan *crude palm oil* menggunakan katalis La/ZnO yang diuji dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui senyawa-senyawa kimia yang terdapat dalam biodiesel. Hasil menunjukkan senyawa yang terkandung ialah metil ester yang terdiri dari metil ester palmitat (42,32%), metil ester oleat (38,82%), metil ester linoleate (8,52%) dan metil ester stearate (4,52%). Empat komponen senyawa ini merupakan komponen dalam biodiesel yang Sebagian besar trigliserida telah terkonversi menjadi metil ester.

Menurut (Rocha et al., 2006) berdasarkan sifat kimia, minyak nabati dapat dikatakan sangat kompatibel (*Chemically compatible*) dengan minyak bumi, sangat mudah larut dan dapat digunakan sebagai pencegah pengendapan paraffin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi. Penggunaan minyak nabati sebagai penghambat pengendapan asphaltan merupakan tindakan ekonomis yang masuk akal karena biaya produksi yang rendah, lebih murah dari pada biaya sebagian besar dispersen komersial, penanganannya yang mudah dan aplikasi yang tidak menyebabkan ancaman lingkungan.



Adesina et al (2016) melakukan penelitian tentang biodiesel yang dirancang dan disintesis secara khusus disuntikkan ke dalam emulsi sebagai surfaktan untuk memecah sampel emulsi yang relatif kental menjadi sampel emulsi yang lebih ringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aliran emulsi dapat ditingkatkan secara signifikan dengan menginjeksikan biodiesel yang bertindak sebagai surfaktan menghasilkan penurunan tegangan permukaan sampel emulsi.

Penelitian yang dilakukan (Chakrabarti, 2018) dengan melihat uji kelarutan dan uji GCMS dengan menggunakan bahan *asphaltane* dari *crude oil*, biodiesel dari minyak kanola, *benzena*, *tolune* dan *xilene* dengan variabel waktu pendinginan 24 jam, berat *asphaltane* 2 gr, *temperature* (22 °C suhu kamar) 50 °C, 70 °C dan 90 °C dengan volume solvent 20 ml, 30 ml dan 40 ml. Hasil penelitiannya menunjukkan biodiesel tidak efektif pada suhu kamar dibandingkan pelarut aromatik (*benzene*, *tolune* dan *xilene*). Pada peningkatan suhu diatas 70 °C menjadi pelarut yang sangat efektif melarutkan lebih banyak *asphaltene* dari pelarut aromatik. Volume biodiesel yang lebih besar menghasilkan pelarutan *asphaltene* yang lebih besar dengan sedikit perbedaan.

Taylor et al., (2014) mereview penggunaan biodiesel oleh negara-negara didunia seperti Jerman, Brazil, Turki dan India yang menggunakan biodiesel sebagai bahan bakar transportasi dibidang pertanian, kehutanan, dan konstruksi. Ehsan & Wahid (2012) juga meriview penggunaan biodiesel dengan campuran B5 (5% palm oil dan 95% diesel) sebagai bahan bakar untuk transportasi, sektor industry dan ekspor di Malaysia.

*Crude Palm Oil (CPO)* merupakan minyak nabati yang berasal dari buah kelapa sawit. Sebuah alternatif sumber bahan baku telah banyak tersedia seperti produk samping biomassa non kelas pangan yaitu produksi minyak kelapa sawit (Larasati et al., 2016). Indonesia merupakan penghasil CPO (*Crude Palm Oil*) terbesar di dunia. Perkembangan produksi CPO Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2020 total produksi CPO mencapai 49.117.260 ton dan memiliki luas areal perkebunan sawit sebesar 14.996.010 Ha. Sedangkan provinsi yang memiliki luas area perkebunan kelapa sawit terbesar di Indonesia adalah Riau yaitu dengan luas area sebesar 2.850.003 Ha dan total produksi CPO sebesar 9.775.672 ton (Kementrian Pertanian, 2020)

**Tabel 2.1** Properties Biodiesel

<b>Keterangan</b>	<b>Diesel</b>	<b>Biodiesel</b>
Nomor standar	ASTM D975	ASTM D6751
Komposisi	Hidrokarbon (C <sub>10</sub> -C <sub>21</sub> )	Metil Ester Asam Lemak (C <sub>12</sub> -C <sub>22</sub> )
Karbon (wt%)	87	77
Hidrogen (wt%)	13	12
Oxigen (wt%)	0	11
Sulfur (wt%)	0,05	0,05
Angka Setana	40-55	48-60

Sumber: (Helwani et al., 2009)

## 2.2 Wax

Menurut Kurnianto & Prasetyo (2018) minyak mentah (*crude oil*) terdiri dari campuran hidrokarbon yang kompleks seperti nafta, *wax* parafin, aromatik, resin, aspal, merkaptan, dan lain-lain. Rif'Ati (2016) mengatakan *wax* terbentuk karena adanya perubahan temperature tertentu yang biasa disebut *cloud point* atau *wax appearance temperature*.

Penelitian yang dilakukan (Towler et al., 2011) dengan menggunakan bahan pelarut Dakota yang di rancang sendiri dan *Crude oil* dari lapangan *fourteen mile* di Wyoming. Metode yang digunakan ialah *chemical inhibitor* untuk mengurangi pengendapan *wax paraffin* yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan pengendapan *wax paraffin* hingga 59% yang tergantung pada *temperature*.

Penelitian yang dilakukan (Hoffmann & Amundsen, 2013) dengan menggunakan bahan pelarut komersial dan *waxy crude oil* yang di ambil langsung pada saat pembersihan sumur. Metode yang digunakan ialah peningkatan konsentrasi *wax inhibitor* pada pelarut komersial. Hasil penelitian menunjukkan Pengurangan 60% - 90% dari ketebalan *wax* (tergantung pada isolasi pipa uji yang di amati). Peningkatan konsentrasi inhibitor hanya memberi efek tambahan yang kecil. Efektivitas *inhibitor* terbukti pada suhu 23 °C dan 20 °C.

Penelitian yang dilakukan (Jafari et al., 2015) dengan melihat pengaruh Turunan Fullference Amina terhadap solusi pencegahan pengendapan oleh kristalisasi *wax* pada *crude oil* dari Iran. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *octadecylamina* yang akan dicampur dengan *solvent* toluena. Hasil yang diperoleh pada penelitian menunjukkan penurunan nilai *pour point* yang semula dari 18 °C menurun menjadi 12 °C.

Penelitian yang dilakukan (M K Afdhol, Hidayat F, 2020) dengan menggunakan bioetanol yang terbuat dari limbah pertanian yaitu sekam dan bonggol jagung. Bioetanol berfungsi sebagai pelarut untuk mengurangi titik tuang (*pour point*) pada *wax* sampel minyak mentah parafin. Sampel minyak mentah dicampur dengan bioetanol dengan rasio pencampuran yang berbeda yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 50%. Hasil penelitian menunjukkan kandungan alkohol pada sekam dan bonggol jagung meningkat masing-masing 11% dan 9%. Kemudian hasil terbaik dari pencampuran bioetanol dengan minyak mentah mengurangi titik tuang (*pour point*) dari 43,3 °C menjadi 41 °C pada rasio pencampuran 50%.

Penelitian yang dilakukan (M.K. Afdhol, T. Erfando, F. Hidayat M.Y. Hasibuan, 2019) dengan menggunakan bahan dari limbah kulit nanas yang diproduksi menjadi bioetanol sebagai pelarut untuk mengurangi nilai *pour point* pada sampel minyak mentah. Sampel minyak mentah dicampur dengan kadar bioetanol dengan rasio pencampuran 5%, 10%, 15%, 20%, 50% dan 100%. Hasil



penelitian menunjukkan minyak mentah (*waxy crude oil*) dengan ditambahkan bioetanol dapat menurunkan nilai *pour point* sebesar 1 °C hingga 3 °C.

Menurut Zhu et al (2008) *wax* adalah komponen pada *crude oil* yang tetap berada pada larutan sampai kondisi pengoperasiannya menguntungkan untuk pertisipasi, suatu perubahan yang disebabkan oleh pengaruh temperature dan tekanan. *Wax* diendapkan pada sistem produksi disebabkan oleh beberapa mekanisme yaitu difusi molekuler, dispersi geser, difusi brown dan pengendapan gravitasi.

Permasalahan teknis pada pengendapan *wax* meliputi:

1. Pengurangan permeabilitas dan kerusakan formasi pada area lubang sumur.
2. Pengurangan diameter interior dan akhirnya terjadi penyumbatan produksi strings dan saluran aliran ( Gambar 2.1)
3. Perubahan komposisi fluida reservoir dan reologi fluida akibat pemisahan fasa saat *wax* padat mengendap.
4. Membatasi pengaruh pada kapasitas operasi dari seluruh sistem produksi.

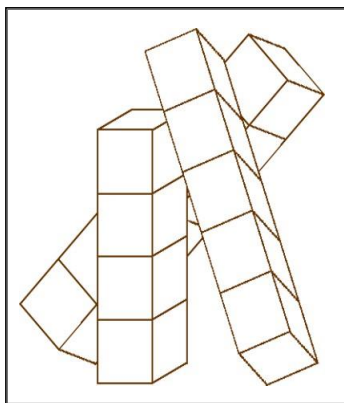


**Gambar 2.1** Pengendapan *wax* (Zhu et al., 2008)

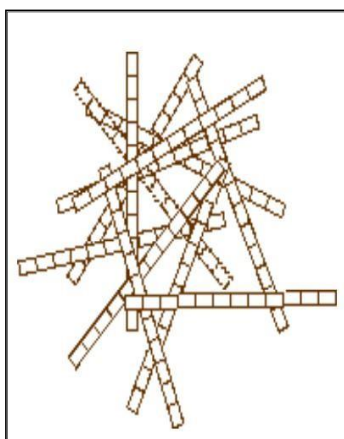
Menurut Zhu et al (2008) komponen *wax* pada *crude oil* merupakan salah satu permasalahan yang dapat mengganggu kegiatan industri migas. *Wax* merupakan senyawa dengan rantai karbon yang sangat panjang dan berimplikasi menjadi minyak memiliki titik tuang yang tinggi dan pada beberapa kasus menyebabkan menurunnya nilai API (Wardoyo, 2020). Sedangkan Parafin adalah 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 et al., 2000).

*Wax* yang terdapat pada *crude oil* terdiri dari hidrokarbon parafin ( $C_{18} - C_{36}$ ) yang dikenal dengan *wax* paraffin dan hidrokarbon naftenik ( $C_{30} - C_{60}$ ). Molekul-molekul tersebut dapat berupa rantai hidrokarbon lurus atau bercabang dan juga bisa terdapat beberapa hidrokarbon siklik/aromatik. Komponen hidrokarbon *wax* terdapat pada fasa gas, cair dan padat tergantung dari tekanan dan *temperature*, saat *wax* membeku akan membentuk kristal. *Wax* paraffin yang terbentuk dikenal dengan *macrocrystalline wax* (gambar 2.2) sedangkan naftenik dikenal dengan *microcrystalline wax* (gambar 2.3) (Thota & Onyeonuna, 2016).



**Gambar 2.2** *Macrocrystalline wax* (Thota & Onyeonuna, 2016)



**Gambar 2.3** *Microcrystalline wax* (Thota & Onyeonuna, 2016)

Thota & Onyeonuna (2016) tingkat keparahan pengendapan *wax* tergantung pada jenis minyak dan komposisi molekul. *Wax* yang terdapat pada *crude oil* sukar untuk dikontrol dibandingkan dengan kondensat karena rantai hidrokarbon *wax*

yang terdapat pada *crude oil* lebih panjang dibandingkan dengan kondensat dengan rantai hidrokarbon yang pendek dan lebih ringan.

Menurut Wang et al (2003) permasalahan yang terdapat pada komponen *wax* berhubungan dengan kristalisasi dan pengendapan di sepanjang jalur produksi merupakan masalah besar di lingkungan hulu maupun hilir. Chakrabarti (2018) *Wax* dapat terbentuk di *reservoir*, lubang sumur, *tubing*, *flow lines* dan *surface facility*. Dimana pengendapan yang terjadi mengakibatkan pengurangan aktivitas sumur, kerusakan pompa, pembatasan atau penyumbatan jaringan pipa, dan pengotoran fasilitas penanganan produksi. Selain itu, pengendapan *wax* dapat terakumulasi di batuan *reservoir* dekat sumur yang menyumbat matriks berpori *reservoir* selama proses seperti pengeboran dan *chemical treatment*.

### **2.3 Metode Penanggulangan Wax**

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menanggulangi masalah *wax* yaitu:

#### **2.3.1 Chemical Method**

Metode ini berbagai bahan kimia digunakan untuk mengontrol *waxy oil* seperti biodiesel, *xylene*, *toluene*, dan *benzene*. senyawa ini digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* dalam sumur minyak untuk meningkatkan produktivitas sumur dan kondisi *reservoir*. Ada dua cara untuk menginjeksikan *solvent* yaitu *continuous injection* dan *soaking injection*.

*Continuous Injection* adalah metode yang menggunakan pompa injeksi khusus yang dipasang di *well head* kemudian *solvent* disuntikkan ke dalam lubang sumur melalui annulus. Sedangkan *soaking injection* adalah metode yang memanfaatkan truk pompa kecil untuk menjatuhkan *solvent* ke dalam lubang sumur melalui annulus pada waktu tertentu. *Chemical method* dapat di terapkan pada lapangan dengan kriteria *wax content* >30% dan *pour point* >35°C dan ini terbukti di beberapa lapangan minyak seperti di Jiangsu (China) dan Mumbai Hight (India) (Abdurrahman et al., 2018).

#### **2.3.2 Hot Water Method**

Metode ini dapat digunakan untuk menjaga temperature di *reservoir* dimana *hot water* di injeksikan ke dalam lubang sumur untuk memperlambat proses disposisi *wax*. Metode ini bisa di terapkan saat proses produksi berlangsung

(Abdurrahman et al., 2018). Metode *hot water* telah diterapkan dilapangan Manggala (India) dengan *wax content* mencapai 26% dan *pour point* sekitar 40°C - 45°C. Dilapangan lain seperti Huabei (China) dengan *wax content* 21,2% dan *pour point* 33°C.

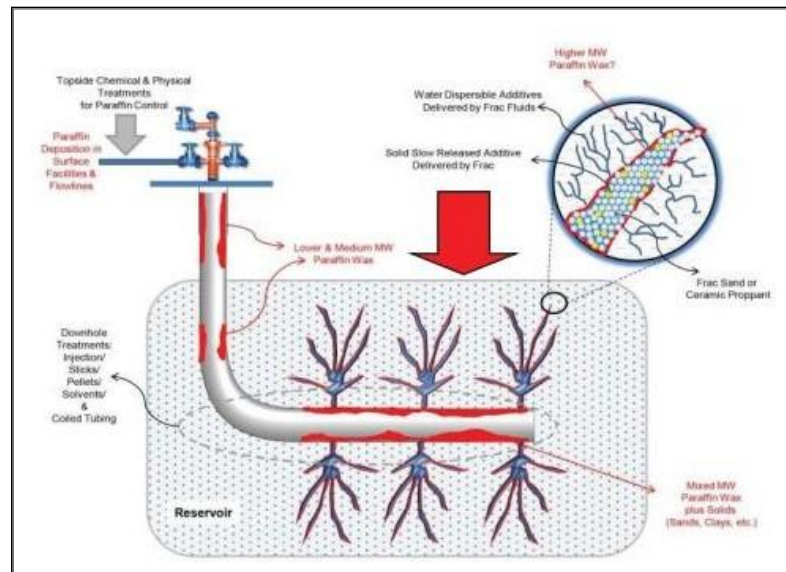
### **2.3.3 Magnetic Field Method**

Metode medan magnet mengurangi viscositas dari sampel minyak mentah, metode ini juga bisa disebut dengan *magnetic fluid conditioners* (MFC). Metode ini dapat mencegah terjadinya *wax* pada minyak mentah tanpa mempengaruhi karakteristik minyak. Efek dari perlakuan *magnetic* sangat kuat tergantung pada temperature, intensitas dan waktu penguraian. Metode ini telah diterapkan dilapangan Daqing (China) dengan *wax content* 26,2% dan *pour point* 30°C (Kitamura et al., 2010).

### **2.3.4 Water Dispersible Wax Inhibitor Method**

Metode ini terinspirasi dari *hidroulic fracturing* dimana temperature yang digunakan sering lebih rendah dari *temperature* reservoir jika *temperature* pada formasi lebih rendah dari *pour point* maka pengendapan *wax* akan mudah terjadi di pori-pori formasi. Untuk reservoir yang kaya akan parafin, pengendapan *wax* akan menyebabkan kerusakan formasi dengan demikian penurunan laju produksi otomatis akan menurun. Jika sudah terjadi maka akan sulit untuk membersihkan sumur. Untuk kasus *water-dispersible* terutama pada dispersi mikro koloid mereka paling umum ditemukan pada saat aplikasi *hydrolic fracturing*.

Untuk penanggulangannya menggunakan metode *water dispersible wax inhibitor* untuk mencegah pengendapan parafin pada minyak mentah selama pengerjaan *fracturing* sebelum propant ditempatkan dan mencegah pengendapan awal *wax*. Namun, aditif yang digunakan tidak bisa membersihkan *wax* parafin secara langsung karena mereka membutuhkan kontrol parafin jangka panjang dengan propant berpori diinfuskan yang dilakukan secara komplementer (Mahmoudkhani et al., 2017).



**Gambar 2.4** Skematik representasi parafin wax (Mahmoudkhani et al., 2017)

Gambar 2.4 merupakan gambar rekahan pada saat proses *hydraulic fracturing* dimana pada saat dilakukan *hydraulic fracturing*, *temperature* yang digunakan lebih rendah dari pada *temperature* reservoir pada saat tersebut komponen *wax crude oil* mulai terjadi pengendapan di pori-pori batuan dan rekahan yang dibuat dalam proses *hydraulic fracturing*.

Suspensi diartikan sebagai partikel padat yang terbagi menjadi halus kemudian didistribusikan secara seragam ke keseluruhan fluida. Partikel ini bisa menyebabkan terjadinya endapan dibawah pengaruh gravitasi. *Water dispersible wax inhibitor* ini adalah penelitian baru yang diuji dengan minyak mentah dari *Baken, Permian*, dan *Eagle Ford basin* di USA dengan *wax conten* 30%-50% dan *pour point* 21°C (Mahmoudkhani et al., 2017).

### 2.3.5 Microbial Method

Metode ini menggunakan mikroorganisme yang mengubah komposisi minyak mentah melalui bio-degradasi. Minyak mentah yang kontak langsung dengan mikroorganisme seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, dan *Bacillus licheniformis* dapat degradasi secara langsung memutuskan rantai panjang menjadi pendek. Sebagian besar sumur yang di uji mendapatkan hasil sangat baik, namun vaksin mikroba sangat bergantung pada impor mikroba dan harnya sangat mahal, kemudian sumur harus dibersihkan terlebih dahulu sebelum mikroba diinjeksikan. Metode ini juga digunakan untuk skala yang kecil seperti Jidong Field

dengan wax constant 15%-20% dan pour point 25°C-35°C (Del Carmen García et al., 2000).

Karakteristik sampel *crude oil* yang digunakan seperti yang di tunjukkan pada tabel berikut:

**Tabel 2.2** Karakteristik Fluida *Crude Oil* Lapangan BOB. PT. BSP PHE

BOB.PT BSP PHE	
Well	Beruk
Formation	Bekasap
Oil Gravity	38.2 API
Reservoir Temp	192 °F (88.9 °C)
Pour Point Temp	110 °F (43.33 °C)
Tubing Temp	150 °F (65.55 °C)

Sumber: Laporan Kerja Praktek BOB PT.BSP Pertamina Hulu

**Tabel 2.3** Karakteristik Fluida *Crude Oil* Lapangan SPR Langgak

SPR LANGGAK	
Well	NA
Formation	NA
Oil Gravity	31.9 API
Reservoir Temp	136 °F (57.7 °C)
Pour Point	105 °F (40.5 °C)
Tubing Temp	120.5 °F (49.1 °C)

Sumber: (Laporan LAPI UIR-SPR Langgak)

**Tabel 2.4** Karakteristik Fluida *Crude Oil* Lapangan PHE Siak

PHE SIAK	
Well	NA
Formation	Bangko A
Oil Gravity	30.8 API
Reservoir Temp	145 °F (62.78 °C)
Pour Point	100 °F (37.78 °C)
Tubing Temp	122.5 °F (50.28 °C)

Sumber: (Laporan LAPI UIR FT-PHE Siak)

**Tabel 2.5** Karakteristik Fluida Crude Oil Lapangan EMP

EMP	
Well	1
Formation	LAP. MELIBUR
Oil Gravity	22.4 API
Reservoir Temp	150 °F (65 °C)
Pour Point	74 °F (23 °C)
Tubing Temp	112 °F (44 °C)

Sumber: (Putra et al., 2011)

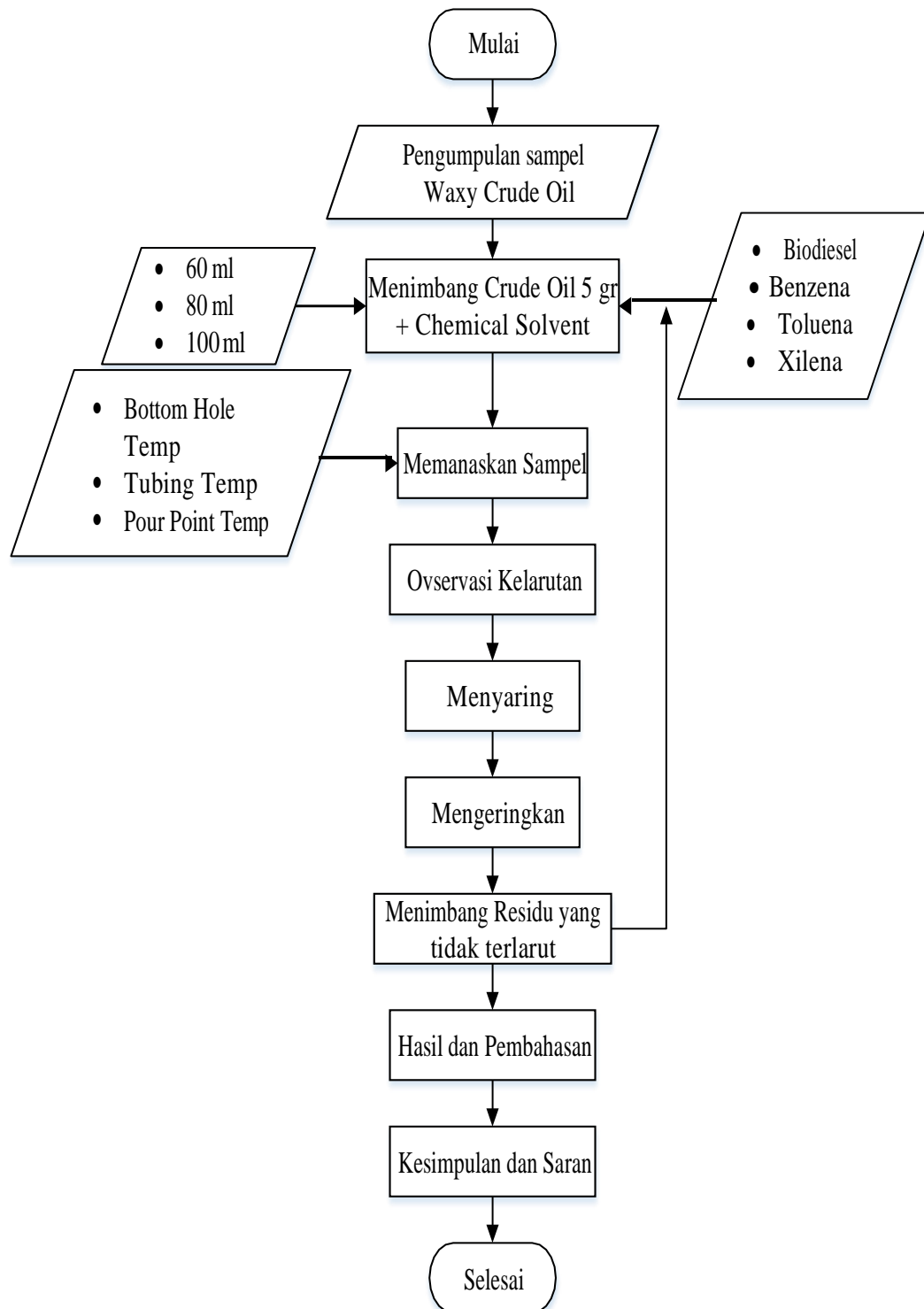


## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Metodologi Penelitian**

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan merupakan metode eksperimen. Pengujian *solvent* biodiesel dilakukan dengan menggunakan *Chemical method* untuk mempelajari hubungan pengaruh *temperature*, dan penambahan jumlah *solvent* biodiesel dalam mengatasi masalah *wax*. Sedangkan, teknik pengumpulan data yaitu data primer didapatkan dari hasil penelitian, buku, jurnal, makalah yang sesuai dengan topik penelitian. Setelah mendapatkan hasil, dilakukan evaluasi data yang membawa kepada kesimpulan yang merupakan tujuan dari penelitian.

### 3.2 Flow Chart



### 3.3 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian *solvent* biodiesel adalah :

1. Gelas Kimia
2. *Water Bath*
3. Corong Kaca
4. Termometer
5. *Erlenmeyer*
6. Timbangan Analitik
7. Spatula
8. Gelas Ukur
9. Kertas Saring
10. Aluminium Foil
11. Pipet Tetes
12. *Picnometer*
13. *Waterbath*
14. *Rapid Tester*
15. Tabung Reaksi & Tube
16. *Viscosimeter Redwood*



Timbangan Analitik



*Waterbath*



Corong Kaca



Gelas Beaker



Gelas Ukur



*Erlenmeyer*



Pengaduk/Spatula



Aluminium Foil



*Termometer*



Pipet Tetes



Kertas Saring



*Picnometer*



*Waterbath*



*Rapid Tester*



Tabung Reaksi & Tube



*Viscosimeter Redwood*

**Gambar 3.1** Alat yang digunakan pada penelitian *solvent* biodiesel

### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian *solvent* Biodiesel adalah :

1. *Crude oil*
  - BOB PT. BSP Pertamina Hulu Energi
  - PT. PHE Siak
  - PT. EMP
  - PT. SPR Langgak
2. Biodiesel (B100) Lemigas
3. Benzena
4. Toluena
5. Xilena

### 3.4 Variabel Penelitian

1. Variabel tetap :
  - Massa sampel *Crude Oil* : 5 gram
  - Waktu pemanasan : 1 jam
2. Variabel berubah :
  - Volume *Solvent* : 60 ml, 80 ml dan 100 ml
  - Temperature* : *Bottom Hole Temperatur, Pour Point Temperature*  
dan *Tubing Temperature*
  - Jenis *solvent* : Biodiesel (B100), Benzena, Toluena dan Xilena

### 3.5 Prosedur Penelitian

Sebelum melakukan penentuan *persentase dissolution wax* pada *crude oil* menggunakan biodiesel akan dilakukan analisa fluida seperti densitas, *specific gravity* (SG), °API, viscositas, *flash point*, *cold point*, *cloud point* dan *pour point*. Prosedur penelitiannya sebagai berikut:

#### 3.5.1 Prosedur Penentuan Densitas, *Specific Gravity* (SG) Dan °API

1. Timbang terlebih dahulu picnometer kosong, kemudian isi picnometer dengan biodiesel.

2. Timbang kembali picnometer yang telah berisi biodiesel, pastikan biodiesel yang diuji telah keluar dari lid (tutup yang memiliki rongga untuk mengalirkan fluida).
3. Selisih berat picnometer ini adalah massa biodiesel.
4. Volume picnometer dapat dilihat dari table yang ada pada alat atau dengan menuangkan biodiesel kedalam gelas ukur untuk mengetahui volume biodiesel yang diuji.
5. Densitas biodiesel dapat diperoleh dari perbandingan massa biodiesel terhadap volume biodiesel.
6. Gunakan langkah 1 sampai dengan 5 pada sampel *crude oil* untuk mengetahui densitasnya.

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{m_2 - m_1}{V} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\text{specific gravity (SG)} = \frac{\rho_{\text{fluida}}}{\rho_{\text{water}}} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{SG} = 131,5 \dots\dots\dots (3.3)$$

### 3.5.2 Prosedur Penentuan Viscositas Menggunakan Redwood Viscosimeter

1. Tuangkan sampel pada gelas ukur sebanyak 50 ml
2. Pastikan bola besi pada tube berada tepat pada lobang tempat mengalirnya sampel
3. Masukkan sampel kedalam tube
4. *Setting temperature* yang diinginkan untuk memanaskan sampel
5. Angkat bola besi pada tube setelah *temperature* mencapai batas yang diinginkan
6. Kemudian catat waktu alir sampel sampai tetesan terakhir
7. Lakukan Langkah 1 sampai dengan 6 untuk sampel berikutnya.
8. Viscositas fluida bisa dihitung menggunakan rumus:

$$\mu_{kin} = \left( 0.0026 \times t \right) - \left( \frac{1.88}{t} \right) \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\mu_{din} = \rho \times \mu_{kin} \dots\dots\dots (3.5)$$

### 3.5.3 Prosedure Penentuan *Flash Point*

1. Tuangkan sampel biodiesel pada gelas ukur
2. Nyalakan *rapid tester* untuk mengatur *temperature* yang diinginkan
3. Ambil sampel biodiesel yang berada pada gelas ukur menggunakan *syringe*
4. Buka tutup katup pada *rapid tester* untuk untuk meletakkan sampel biodiesel pada katup secara perlahan kemudian tutup kembali tutup katup
5. Atur waktu 2 menit untuk memanaskan sampel didalam katup
6. Nyalakan api pada ujung katup kemudian tarik penutup katup untuk melihat *flash point* sampel biodiesel
7. Mengatur *temperature* dari yang terendah sampai yang tertinggi dengan konsentrasi kenaikan 1 °C
8. Catat pembacaan *temperature* yang terendah saat terjadi *flash point*

### 3.5.4 Prosedur Penentuan *Cloud Point, Cold Point Dan Pour Point*

1. Meletakkan es batu kedalam bath kemudian letakkan sedikit garam kedalam bath agar es batu tidak mudah mencair
2. Isi sampel biodiesel kedalam tabung reaksi sampai mencapai batas pada tube
3. Letakkan *thermometer* kedalam tabung reaksi yang berisi sampel biodiesel kemudian masukkan tabung reaksi kedalam bath
4. Mengamati pembacaan *temperature* pada *thermometer* dan sampel biodiesel setiap 1 menit sekali
5. Mencatat pembacaan *temperature* pada saat terjadinya kabut atau yang disebut juga *cloud point*
6. Kemudian melanjutkannya sampai sampel biodiesel telah diyakini membeku atau *cold point*
7. Setelah mendapatkan sampel biodiesel pada titik membeku, keluarkan tabung reaksi dari bath pada kondisi sampel biodiesel yang masih membeku



8. Mendingkannya pada *temperature* kamar/ruangan
9. Membaca pengamatan perubahan *temperature* pada saat sampel biodiesel dapat dituangkan, laporkan pembacaan *temperature* pada *thermometer* sebagai *pour point*
10. Ulangi langkah 1 sampai dengan 9 untuk sampel *crude oil*.

### 3.5.5 Prosedur Penentuan *Persentase Dissolution Wax* menggunakan *Solvent biodiesel*

1. Timbang sampel *waxy crude oil* sebanyak 5 gram masukkan ke dalam gelas kimia.
2. Tambahkan *chemicals solvent* biodiesel pada variasi volume (60 ml, 80 ml, dan 100 ml).
3. Panaskan pada *water bath* selama 1 jam pada variasi suhu *bottom hole*, *pour point* dan *tubing* dan diaduk perlahan.
4. Observasi kelarutan untuk melihat komponen *wax* yang tidak terlarut
5. Saring larutan dengan kertas saring .
6. Keringkan pada *temperature* kamar dan timbang kertas saring dan deposit yang tidak larut.

## 3.6 Analisa Penelitian

Pengujian kelarutan dilakukan dengan menyaring larutan dengan kertas saring yang sudah ditimbang berat awalnya. Sisa larutan pada kertas saring dibiarkan selama 1 malam dengan suhu kamar, kemudian kertas saring di timbang, sehingga % kelarutan (*dissolution loss*) dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Dissolution Loss} : \frac{\text{Berat sampel awal} - \text{Berat Residu}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.6)$$

## 3.7 Tempat Penelitian

Laboratorium Analisa Fluida Reservoir Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

### 4.1 Parameter Biodiesel

#### 4.1.1 Densitas

Densitas atau massa jenis merupakan perbandingan berat massa terhadap volume. Semakin besar nilai massa jenis suatu fluida maka semakin berat massa yang terkandung didalamnya. Nilai berat massa suatu fluida dipengaruhi oleh material yang terdapat dalam fluida, semakin padat material yang terkandung di dalam suatu fluida maka semakin besar nilai berat massanya (Mohammad Istajarul Alim, Amalia Firdausi, 2020). Pada tabel 4.1 nilai densitas *solvent* biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan nilai densitas *solvent* aromatik.

#### 4.1.2 Titik Leleh (*Pour Point*)

Titik leleh (*Pour point*) merupakan titik dimana suatu fluida dapat mengalir pada *temperature* terendah (Kasmungin, 2017). Pada tabel 4.1 dapat dilihat nilai *pour point* untuk *solvent* biodiesel sebesar 9 °C, dimana pada *temperature* 9 °C penggunaan *solvent* biodiesel tidak bekerja sebagai *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* karena pada *temperature* dibawah 9 °C *solvent* biodiesel sudah tidak dapat mengalir.

#### 4.1.3 Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala (*flash point*) merupakan titik *temperature* terendah dimana fluida dapat menyala (munculnya percikan api) dalam kondisi tertentu pada *temperature* dan tekanan atmosfer. Titik nyala (*flash point*) ialah faktor penting untuk keamanan terhadap terjadinya kebakaran (Nasrun et al., 2017). Pada tabel 4.1 dapat dilihat nilai titik nyala (*flash point*) sebesar 170 °C dimana untuk *solvent* biodiesel pada *temperature* 170 °C titik munculnya percikan api. Untuk aplikasi lapangan pengukuran *flash point* dilakukan karena keamanan *safety* yang diakibatkan gesekan pompa yang meningkatkan *temperature* sekitar sehingga jika digunakan *solvent* yang memiliki nilai *flash point* yang rendah akan menyebabkan mudahnya terjadi kebakaran.

#### 4.1.4 Viscositas

Viscositas dapat dibedakan menjadi dua yaitu viscositas kinematik dan viscositas dinamik. Viscositas kinematik merupakan ukuran seberapa sulit suatu fluida untuk mengalir yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan densitas sedangkan viscositas dinamik merupakan ukuran suatu seberapa sulit suatu fluida untuk mengalir yang dipengaruhi oleh gaya dari luar (Kasmungin, 2017). Pada tabel 4.1 dapat dilihat nilai viscositas kinematik untuk *solvent* biodiesel sebesar 2.290 cst dan nilai viscositas dinamis untuk *solvent* biodiesel sebesar 2.025 cP.

**Tabel 4. 1 Properties Solvent Biodiesel dan Solvent Aromatik**

Properties	Densitas	Titik Didih	Titik Leleh	Specific gravity	Tekanan Uap	Titik Nyala	Viscositas	Titik Kabut	Bentuk	Warna	Bau
Benzena	0.880 gr/cm <sup>3</sup> pada 20 °C	80.1 °C	5.5 °C	0,876	20 °C	-11 °C	0,6076 cP pada 20 °C	-	Cair	Tidak Bewarna	Ciri Khas
Toluena	0.860 gr/cm <sup>3</sup> pada suhu 20 °C	110.6 °C	-95 °C	0,865	25 °C	N/A	0.590 cP pada 20 °C	-	cair	Tidak Bewarna	Ciri khas toluena
Xilena	0.865 gr/cm <sup>3</sup> pada suhu 20 °C	118 °C	-34 °C	0,871	20 °C	25 °C	0.812 cP pada 20 °C	-	Cair	Tidak Bewarna	Berbau khas xilena
Biodiesel	0,882 gr/cm <sup>3</sup> pada suhu 40 °C	N/A	9 °C	0,889	N/A	170 °C	2,025 cP / 2,29 cst pada 40 °C	12 °C	cair	Kekuningan	Berbau khas biodiesel

**Table 4.1** *properties solvent* biodiesel dan *solvent* aromatik. *Properties* biodiesel didapatkan melalui pengukuran menggunakan alat laboratorium Analisa Fluida Reservoir Teknik Perminyakan sedangkan *properties solvent* aromatik didapatkan dari *American Society for Testing and Materials* (ASTM).

## 4.2 Parameter *Crude Oil*

Bahan baku pada penelitian ini adalah *Crude Oil* yang diambil dari 4 lapangan minyak bumi di Riau yang berasal dari PT. SPR Langgak, PT. PHE Siak, BOB PT. BSP-Pertamina Hulu, dan PT EMP.

### 4.2.1 Densitas

Densitas atau massa jenis merupakan perbandingan berat massa terhadap volume. Semakin besar nilai massa jenis suatu fluida maka semakin berat massa yang terkandung didalamnya. Nilai berat massa suatu fluida dipengaruhi oleh material yang terdapat dalam fluida, semakin padat material yang terkandung di dalam suatu fluida maka semakin besar nilai berat massanya (Mohammad Istajarul Alim, Amalia Firdausi, 2020). Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai densitas untuk tiap-tiap lapangan. Nilai densitas untuk lapangan BOB sebesar 0.898 gr/ml, nilai densitas untuk lapangan SPR Langgak sebesar 0.947 gr/ml, nilai densitas untuk lapangan PHE Siak sebesar 0.937 gr/ml, dan nilai densitas untuk lapangan EMP sebesar 0.934 gr/ml.

### 4.2.2 Specific Gravity

*Specific gravity* merupakan perbandingan massa jenis *crude oil* terhadap massa jenis air pada *temperature* tertentu. Penentuan *specific gravity* pada *crude oil* dilakukan untuk melihat apakah *crude oil* tersebut masuk kedalam kategori *light oil*, *medium oil* atau *heavy oil* (Wahyu et al., 2013). Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai *specific gravity* untuk tiap-tiap lapangan. Nilai *specific gravity* lapangan BOB sebesar 0.905, nilai *specific gravity* untuk lapangan SPR Langgak sebesar 0.954, nilai *specific gravity* untuk lapangan PHE Siak sebesar 0.944, dan nilai *specific gravity* untuk lapangan EMP sebesar 0.941.

### 4.2.3 °API

°API mencerminkan seberapa padat atau kentalnya *crude oil* dibandingkan dengan air. Klasifikasi °API sangat digunakan oleh industri perminyakan karena melalui properti ini memungkinkan untuk memperkirakan parameter yang terkait dengan produksi, pemurnian, distribusi, harga dan toksisitas minyak. °API yang tinggi diinginkan oleh industri karena lebih mudah dan lebih murah untuk diproduksi (Correa Pabón & Souza Filho, 2019). Klasifikasi *crude oil* untuk °API yaitu *crude oil* dengan nilai °API >31.1 tergolong kedalam kategori *light oil*, *crude oil* dengan nilai °API 22.3-31.1 tergolong kedalam kategori *medium oil*, dan *crude oil* dengan nilai °API 10-22.3 tergolong kedalam kategori *heavy oil* sedangkan *crude oil* dengan nilai °API <10 tergolong kedalam *extra heavy oil*.

Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai °API untuk tiap-tiap lapangan. Untuk nilai °API lapangan BOB sebesar 24.85 dan tergolong kedalam kategori *medium oil*, untuk nilai °API lapangan SPR Langgak sebesar 16.82 dan ini tergolong kedalam *heavy oil*, nilai °API untuk lapangan PHE Siak sebesar 18.39 ini tergolong kedalam kategori *heavy oil*, dan nilai °API untuk lapangan EMP sebesar 18.87 dan ini tergolong kedalam kategori *heavy oil*.

### 4.2.4 Viscositas

Viscositas dapat dibedakan menjadi dua yaitu viscositas kinematik dan viscositas dinamik. Viscositas kinematik merupakan ukuran seberapa sulit suatu fluida untuk mengalir yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan densitas sedangkan viscositas dinamik merupakan ukuran suatu seberapa sulit suatu fluida untuk mengalir yang dipengaruhi oleh gaya dari luar (Kasmungin, 2017). Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai viscositas kinematik untuk lapangan BOB sebesar 0.286 cst dan nilai viscositas dinamis sebesar 0.256 cP. nilai viscositas kinematik untuk lapangan SPR Langgak sebesar 0.667 cst dan nilai viscositas dinamis sebesar 0.631 cP, nilai viscositas kinematik untuk lapangan PHE Siak sebesar 3.974 cst dan nilai viscositas dinamis sebesar 3.698 cP dan nilai viscositas kinematik untuk lapangan EMP sebesar 0.531 cst dan nilai viscositas dinamis sebesar 0.496 cP.



#### 4.2.5 Cloud Point

*Cloud point* (titik embun) merupakan titik dimana pada *temperature* tertentu *crude oil* mulai mengalami pengembunan. Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai *pour point* untuk lapangan BOB sebesar 16 °C, nilai *pour point* untuk lapangan SPR Langgak 16 °C, nilai *pour point* untuk lapangan PHE Siak sebesar 10 °C, dan nilai *pour point* untuk lapangan EMP sebesar 20 °C

#### 4.2.6 Cold Point

Cold point (titik beku) merupakan titik dimana pada *temperature* tertentu *crude oil* sudah membeku. Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai *pour point* untuk lapangan BOB sebesar 12 °C, nilai *pour point* untuk lapangan SPR Langgak 6 °C, nilai *pour point* untuk lapangan PHE Siak sebesar 5 °C, dan nilai *pour point* untuk lapangan EMP sebesar 24 °C. Dimana pada *temperature* tersebut *crude oil* sudah dalam kondisi membeku.

#### 4.2.7 Pour Point

Titik leleh (*Pour point*) merupakan titik dimana suatu fluida dapat mengalir pada *temperature* terendah (Kasmungin, 2017). Pada tabel 4.2 dapat dilihat nilai *pour point* untuk lapangan BOB sebesar 43.3 °C, nilai *pour point* untuk lapangan SPR Langgak 40.5 °C, nilai *pour point* untuk lapangan PHE Siak sebesar 37.8 °C, dan nilai *pour point* untuk lapangan EMP sebesar 30 °C. Dimana pada *temperature* tersebut *crude oil* mulai mengalir, jika *temperature* dibawah *pour point* maka *crude oil* tersebut sudah tidak bisa mengalir lagi.

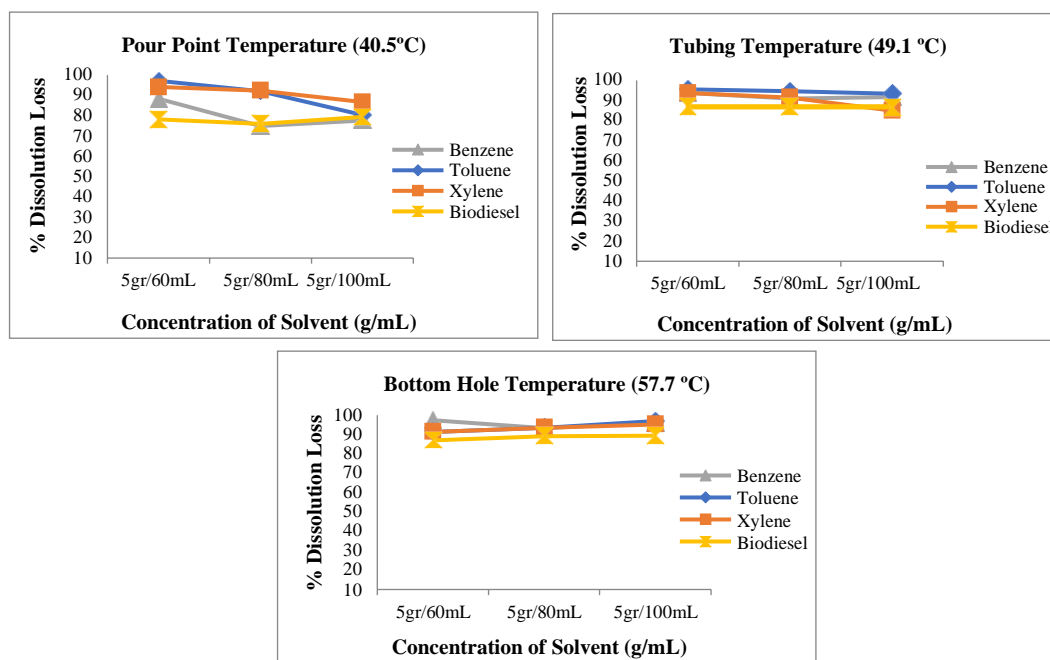
**Tabel 4. 2 *Properties Crude Oil* Dari Setiap Lapangan**

<b>Sampel Crude Oil</b>	<b>Densitas</b>	<b>Spekifik Gravity</b>	<b>Api</b>	<b>Viscositas</b>	<b>Cloud Point</b>	<b>Cold Point</b>	<b>Pour Point</b>
BOB	0,815 gr/ml	0,821	40.85	0.286 cst dan 0,256 cP	33 °C	31 °C	43,3 °C
SPR	0,857 gr/ml	0,863	32.46	0.667 cst dan 0,631 cP	38 °C	35 °C	40,5 °C
PHE	0,897 gr/ml	0,904	25.02	3.974 cst dan 3,698 cP	23 °C	14 °C	37,8 °C
EMP	0,853 gr/ml	0,860	33.03	0.531 cst dan 0,496 cP	24 °C	20 °C	30 °C

**Table 4.2** *properties crude oil* dari setiap lapangan yang didapatkan melalui pengukuran menggunakan alat Laboratorium Analisa Fluida Reservoir Teknik Perminyakan.

### 4.3 Kemampuan Biodiesel Sebagai *Solvent* Lapangan SPR Langgak

Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* untuk melarutkan *wax* pada *pour point temperature*, *tubing temperature* dan *bottom hole temperature* dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



**Gambar 4. 1** Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* pada Lapangan SPR Langgak pada *Pour Point Temperature* (40.5°C), *Tubing Temperature* (49.1°C) dan *Bottom Hole Temperature* (57.7°C)

**Gambar 4.1** menunjukkan perbandingan kinerja biodiesel dibandingkan *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *Xylene*) pada sampel *crude oil* PT. SPR Langgak dalam melarutkan komponen *wax* pada *pour point temperature* (40.5°C), *tubing temperature* (49.1 °C) *bottom hole temperature* (57.7°C), dan pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL, 5gr/80 mL dan 5gr/100 mL. Teramati bahwa kinerja biodiesel dalam melarutkan komponen *wax* tidak jauh berbeda dibandingkan dengan penggunaan *solvent* aromatik. Pada *bottom hole temperature* terdapat selisih 8% jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada *solvent* aromatik. Persentase tertinggi *dissolution loss* biodiesel pada *bottom hole temperature* (57.7°C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/100 mL yaitu 89.4%. Pada *tubing temperature* terdapat selisih 7.4% jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada *solvent* aromatik. Persentase tertinggi

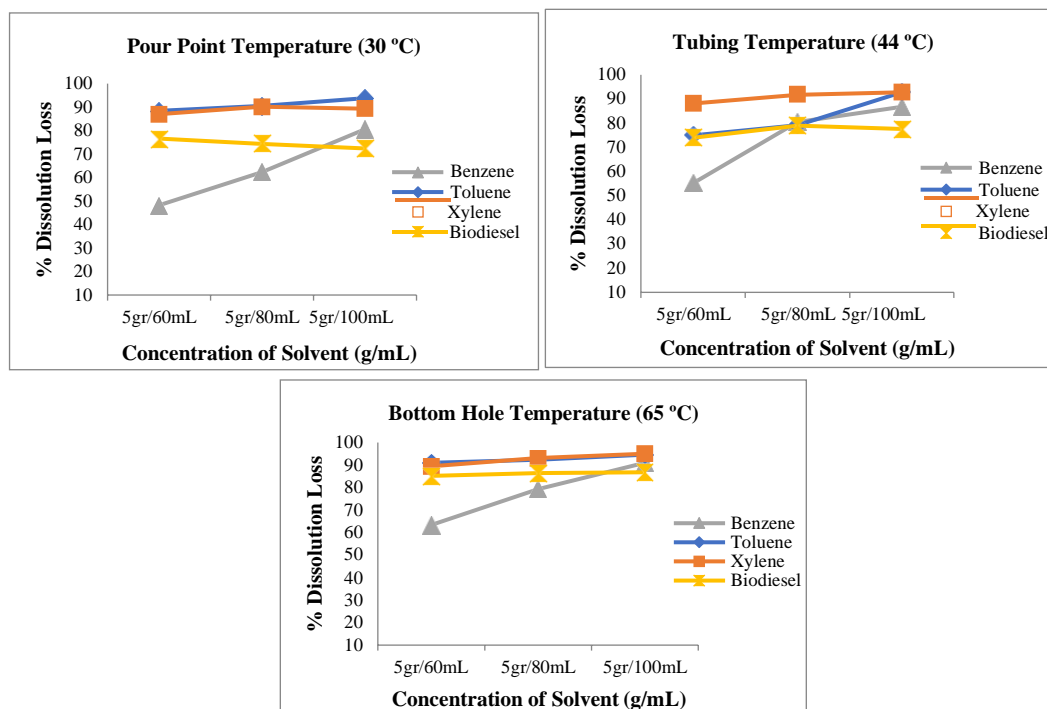
*dissolution loss* biodiesel pada suhu tubing (49.1 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/80 mL yaitu 87.2%. Sedangkan pada *pour point temperature* terdapat selisih 14.8 % jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada *solvent* aromatik. Persentase tertinggi *dissolution loss* biodiesel pada *pour point temperature* (40.5 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL yaitu 79.4%.

Hal ini membuktikan bahwa biodiesel bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* dimana persentase kelarutannya tidak jauh berbeda dengan *solvent* aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*. Seperti yang dinyatakan (Rocha et al., 2006) bahwa minyak nabati sangat kompatibel dengan minyak bumi dan mudah larut, dapat digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi.

Biodiesel bisa digunakan sebagai *solvent* jika dilihat dari reaksi kelarutan dimana zat terlarut dan pelarut keduanya sama-sama polar atau keduanya sama-sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Hasil penelitian menunjukkan persentase kelarutan biodiesel tidak jauh berbeda dengan *solvent* yang terbuat dari oil base seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*.

#### 4.4 Kemampuan Biodiesel Sebagai *Solvent* Lapangan Energi Mega Persada (EMP)

Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* untuk melarutkan *wax* pada *pour point temperature*, *tubing temperature* dan *bottom hole temperature* dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



**Gambar 4. 2** Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* pada Lapangan Energi Mega Persada (EMP) pada *Pour Point Temperature* (30°C), *Tubing Temperature* (44°C) dan *Bottom Hole Temperature* (65°C)

**Gambar 4.2** menunjukkan perbandingan kinerja biodiesel dibandingkan *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *Xylene*) pada sampel *crude oil* PT. EMP dalam melarutkan komponen *wax* pada *pour point temperature* (30 °C), *tubing temperature* (44 °C) dan *bottom hole temperature* (65 °C) pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL, 5gr/80 mL dan 5gr/100 mL. Teramati bahwa kinerja biodiesel dalam melarutkan komponen *wax* tidak jauh berbeda dibandingkan dengan penggunaan *solvent* aromatik. Pada *bottom hole temperature* persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi daripada persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL dan 5gr/80 mL. Terdapat selisih 6% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi *solvent*

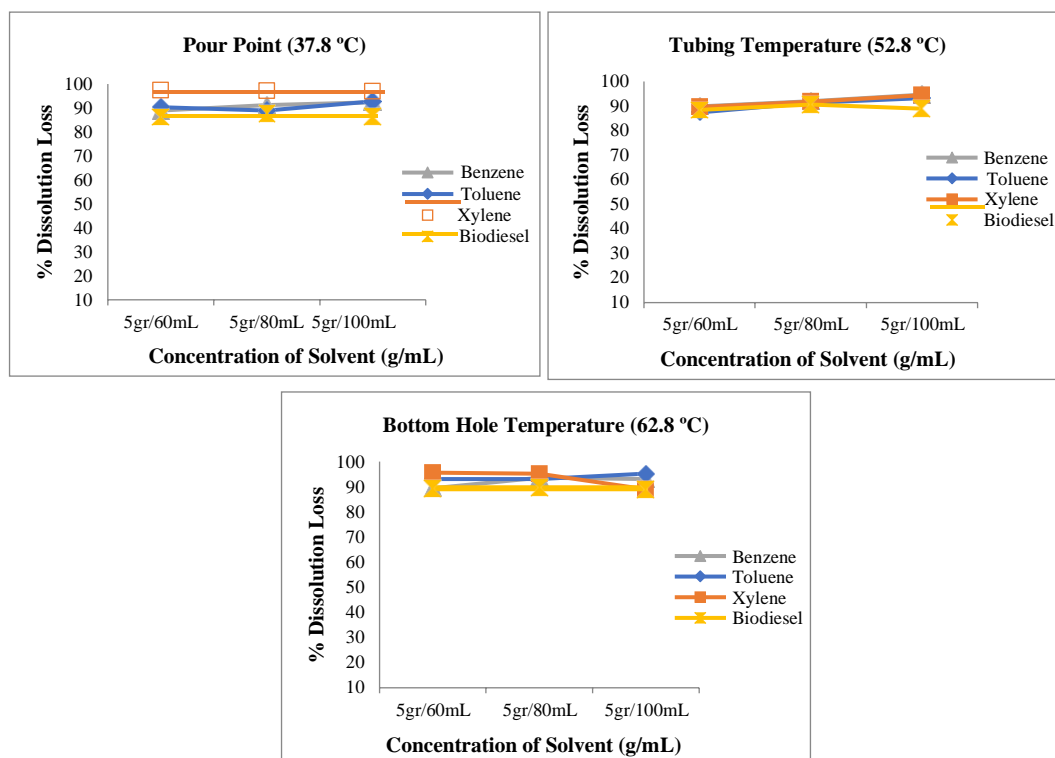
5gr/100 mL yaitu 86.8%. Pada *bottom hole temperature* persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi dari pada persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL dan 5gr/80 mL. Pada *tubing temperature* (44 °C) persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi dari pada persentase *dissolution loss solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL dan *toluene* pada konsentrasi 5gr/60 mL. Terdapat selisih 13.8% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/80 mL yaitu 79 %. Sedangkan pada suhu *pour point* (40.5 °C) persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi daripada persentase *dissolution loss* pelarut aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL dan pada konsentrasi 5gr/80 mL. Terdapat selisih 17.2% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi pelarut aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL yaitu 76.6%.

Hal ini membuktikan bahwa biodiesel bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* Lapangan Energi Mega Persada (EMP) dimana persentase kelarutannya tidak jauh berbeda dengan *solvent* aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*. Seperti yang dinyatakan (Rocha et al., 2006) bahwa minyak nabati sangat kompatibel dengan minyak bumi dan mudah larut, dapat digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi.

Biodiesel bisa digunakan sebagai *solvent* jika dilihat dari reaksi kelarutan dimana zat terlarut dan pelarut keduanya sama-sama polar atau keduanya sama-sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Hasil penelitian menunjukkan persentase kelarutan biodiesel tidak jauh berbeda dengan *solvent* yang terbuat dari oil base seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*.

#### 4.5 Kemampuan Biodiesel Sebagai *Solvent* Lapangan PHE Siak

Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* untuk melarutkan *wax* pada *pour point temperature*, *tubing temperature* dan *bottom hole temperature* dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut:



**Gambar 4. 3 Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* pada Lapangan PHE Siak pada *Pour Point Temperature* (37.8°C), *Tubing Temperature* (52.8°C) dan *Bottom Hole Temperature* (62.8°C)**

**Gambar 4.3** menunjukkan perbandingan kinerja biodiesel dibandingkan dengan *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *xylene*) menggunakan sampel *crude oil* PT. PHE Siak dalam melarutkan komponen *wax* pada *pour point temperature* (37.8 °C), *tubing temperature* (52.8 °C) *bottom hole temperature* (62.8 °C), dan pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL, 5gr/80 mL dan 5gr/100 mL. Teramati bahwa kinerja biodiesel dalam melarutkan komponen *wax* tidak jauh berbeda dibandingkan dengan penggunaan *solvent* aromatik. Pada *bottom hole temperature* terdapat selisih 5.4% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi 5gr/80 mL yaitu 89.8%. Pada *tubing temperature* (52.8 °C) terdapat selisih 4% jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada

*solvent* aromatik. Persentase tertinggi *dissolution loss* biodiesel pada *tubing temperature* (52.8 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/80 mL yaitu 90.6%. Sedangkan pada *pour point temperature* (37.8 °C) terdapat selisih 5% jika dibandingkan dengan nilai persentase *dissolution loss* tertinggi pada *solvent* aromatik. Persentase tertinggi *dissolution loss* biodiesel pada *pour point temperature* (40.5 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/80 mL yaitu 87.8%.

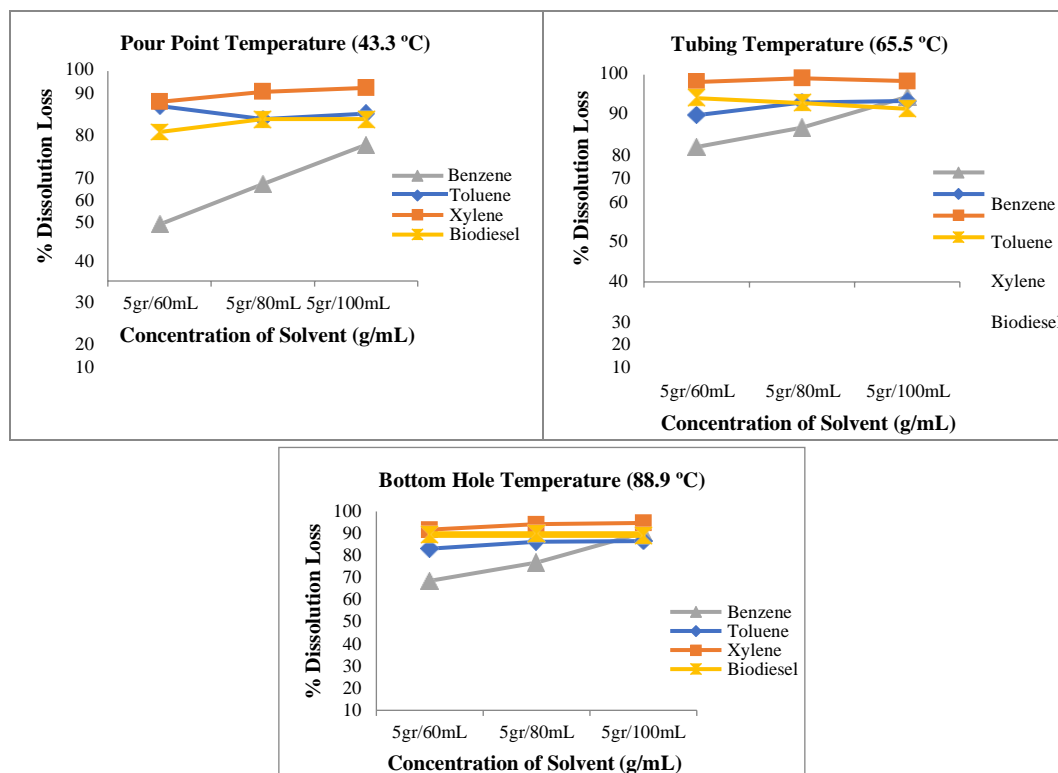
Hal ini membuktikan bahwa biodiesel juga bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* Lapanag PHE Siak dimana persentase kelarutannya tidak jauh berbeda dengan *solvent* aromatik seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*. Seperti yang dinyatakan (Rocha et al., 2006) bahwa minyak nabati sangat kompatibel dengan minyak bumi dan mudah larut, dapat digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkannya komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi.

Biodiesel bisa digunakan sebagai *solvent* jika dilihat dari reaksi kelarutan dimana zat terlarut dan pelarut keduanya sama-sama polar atau keduanya sama-sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Hasil penelitian menunjukkan persentase kelarutan biodiesel tidak jauh berbeda dengan *solvent* yang terbuat dari oil base seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*.



#### 4.6 Kemampuan Biodiesel Sebagai *Solvent* Lapangan BOB PT.BSP-PHE

Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* untuk melarutkan *wax* pada *pour point temperature*, *tubing temperature* dan *bottom hole temperature* dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut:



**Gambar 4. 4** Kemampuan biodiesel sebagai *solvent* pada Lapangan BOB PT.BSP-PHE pada *Pour Point Temperature* (43.3 °C), *Tubing Temperature* (65.5 °C) dan *Bottom Hole Temperature* (88.9 °C)

**Gambar 4.4** menunjukkan perbandingan kinerja biodiesel dibandingkan dengan *solvent* aromatik (*benzene*, *toluene* dan *xylene*) menggunakan sampel *crude oil* Lapangan BOB PT. BSP-PHE dalam melarutkan komponen *wax* pada *pour point temperature* (43.3 °C), *tubing temperature* (65.5 °C) dan *bottom hole temperature* (88.9 °C) dengan konsentrasi *solvent* 5gr/60mL, 5gr/80mL dan 5gr/100 mL. Pada *bottom hole temperature* (88.9 °C) teramati bahwa persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan persentase *dissolution loss solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL dan 5gr/80 mL. Terdapat selisih 6% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik *benzene*. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/100 mL yaitu 86.8%. Pada *tubing temperature* (65.5 °C), persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi daripada persentase *dissolution*

*loss solvent* aromatik *benzene* dan *toluene* pada konsentrasi 5gr/60 mL. Terdapat selisih 8.6% jika dibandingkan dengan persentase *dissolution loss* tertinggi *solvent* aromatik. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel pada *tubing temperature* (65.5 °C) adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/60 mL yaitu 89.8%. Sedangkan pada *pour point temperature* (43.3 °C) persentase *dissolution loss* biodiesel lebih tinggi dari pada persentase *dissolution loss solvent* aromatik *benzene* pada konsentrasi 5gr/60 mL, 5gr/80 mL dan 5 gr/100 mL. Persentase *dissolution loss* tertinggi biodiesel pada *pour point temperature* (43.3 °C) persentase *dissolution loss* tertinggi adalah pada konsentrasi *solvent* 5gr/100 mL yaitu 79.4%.

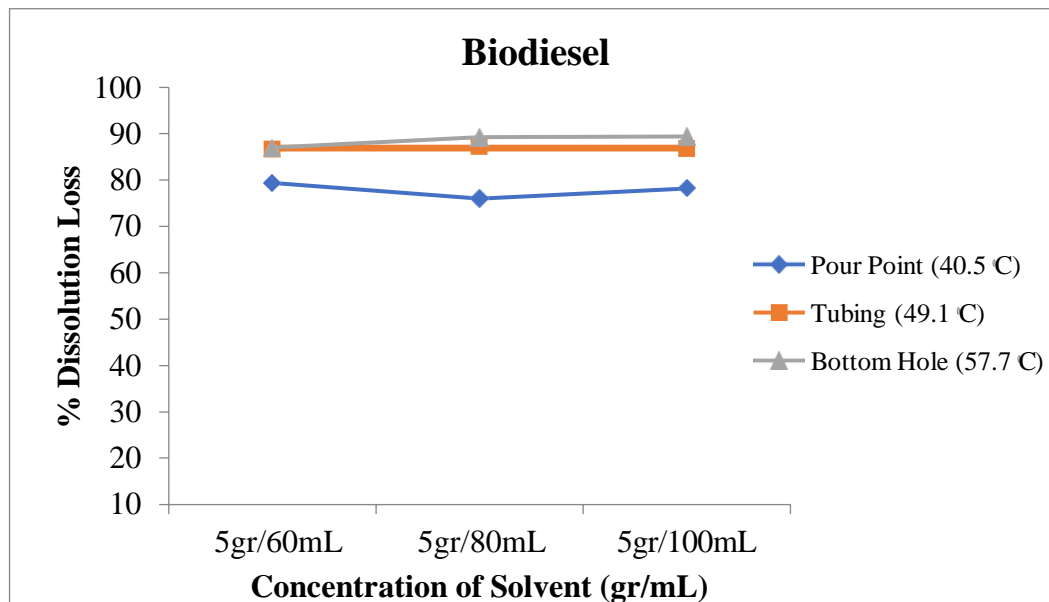
Hal ini membuktikan bahwa biodiesel juga bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* pada *crude oil* Lapanag BOB PT.BSP-PHE dimana persentase kelarutannya lebih baik dari *solvent* aromatic *benzene* tidak jauh berbeda dengan *solvent* aromatik seperti *toluene* dan *xylene*. Seperti yang dinyatakan (Rocha et al., 2006) bahwa minyak nabati sangat kompatibel dengan minyak bumi dan mudah larut, dapat digunakan sebagai *solvent* untuk melarutkankan komponen *wax* parafin dan *asphaltene* tanpa menurunkan kualitas minyak bumi.

Biodiesel bisa digunakan sebagai *solvent* jika dilihat dari reaksi kelarutan dimana zat terlarut dan pelarut keduanya sama-sama polar atau keduanya sama-sama non polar. *Crude palm oil* tersusun atas senyawa trigliserida. Senyawa trigliserida bersifat non polar (Wulandari & Hernawati, 2017) sedangkan *wax* juga bersifat non polar (Ganeeva et al., 2016). Hal ini dapat membuat biodiesel bisa dijadikan *solvent* untuk melarutkan komponen *wax* dalam *crude oil*. Hasil penelitian menunjukkan persentase kelarutan biodiesel tidak jauh berbeda dengan *solvent* yang terbuat dari oil base seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene*.

*Chemical solvent* yang efektif untuk satu sistem tidak selalu mempunyai keefektifan yang sama untuk sistem lainnya, bahkan untuk sumur dengan reservoir yang sama (Baha et al., 2018). Karakteristik *crude oil* berbeda-beda dari setiap sumur. *Chemical solvent* yang efektif pada satu sumur belum tentu efektif untuk sumur lain. Penggunaan *solvent* biodiesel jika dilihat dari hasil penelitian menunjukkan efektivitas tertinggi pada *crude oil* PHE Siak (90.6%) diikuti sampel *crude oil* BOB PT.BSP-PHE (90.2%) kemudian sampel *crude oil* PT SPR Langgak (89.4%) dan sampe *crude oil* PT EMP (86.8%).

#### 4.7 Pengaruh *Temperature* Dan *Volume Solvent* Biodiesel Terhadap *Persentase Dissolution Wax Lapangan SPR Langgak*

Pengaruh peningkatan *temperature* dan penambahan *volume solvent* untuk kelarutan *wax* dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut:



**Gambar 4.5** Pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax* lapangan SPR Langgak

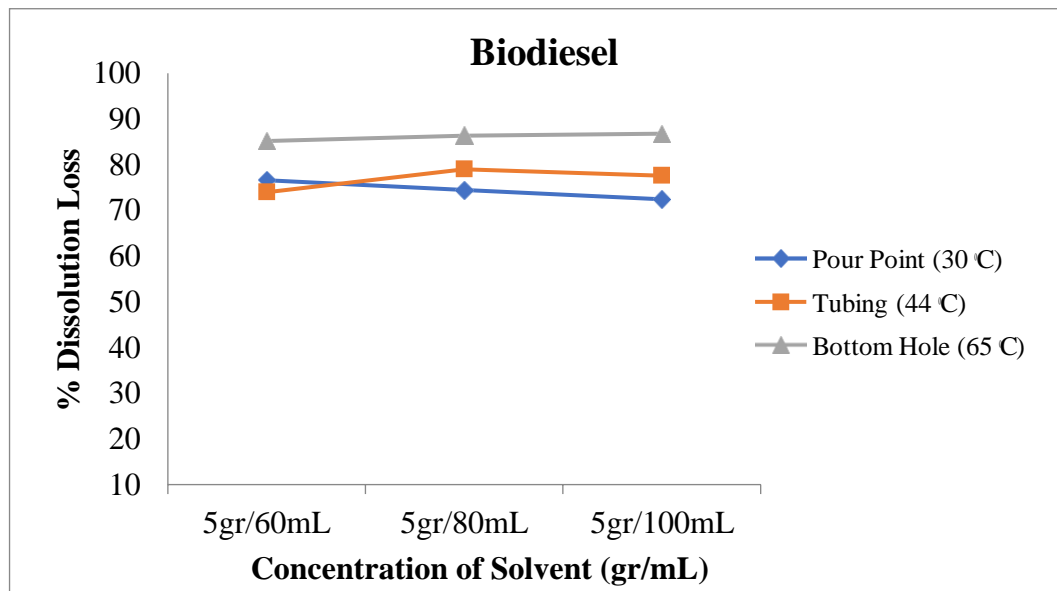
**Gambar 4.5** menunjukkan pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax* lapangan SPR Langgak dimana semakin tinggi *temperature* kinerja biodiesel semakin bagus dalam melarutkan komponen *wax*. Pada *bottom hole temperature* (57.7 °C) nilai *persentase dissolution loss* sebesar 89.4 % dan 11 % lebih besar dibandingkan *temperature pour point* (40,5 °C) yang sebesar 78.2%. *Persentase kelarutan wax* pada *temperature bottom hole* (87%, 89.2%, 89.4%), *persentase kelarutan wax* pada *temperature tubing* (86.6%, 87.2%, 86.8%) dan *persentase kelarutan wax* pada *temperature pour point* (79.4%, 76%, 78.2%). Seperti yang dinyatakan (Keenan et al., 1984) pengaruh *temperature* terhadap kelarutan ialah kebanyakan zat padat menjadi lebih banyak larut kedalam suatu cairan bila *temperature* dinaikkan namun terdapat beberapa zat padat yang kelarutannya menurun bila *temperature* dinaikkan. Penafsiran mengenai pengaruh temperatur pada kelarutan didasarkan pada Azas Le Chatelier. Bila dilakukan suatu paksaan pada suatu sistem kesetimbangan sistem itu cenderung berubah sedemikian untuk mengurangi akibat

paksaan itu, paksaan yang dilakukan dalam larutan jenuh. Menurut (Chakrabarti, 2018) biodiesel bertindak sebagai *solvent* yang efektif diatas *tempearute* 70 °C dan tidak ada informasi yang efektif yang menyatakan informasi tentang efektivitasnya pada *temperature* di bawah 70 °C yang menyulitkan untuk membandingkan atau menjelaskan penurunan persentase.

Sedangkan untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *bottom hole temperature* meningkat dengan penambahan volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (87%, 89.2%, 89.4%). Untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *tubing temperature* dan *pour point temperature* menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* yang fluktuatif. Nilai persentase *dissolution loss* pada volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (86.6%, 87.2%, 86.8%) dan (79.4%, 76%, 78.2%). Pada beberapa data penelitian terdapat anomali dimana peningkatan volume *solvent* tidak meningkatkan nilai persentase *dissolution loss*. Hal ini diperkirakan karena pada *Crude Palm Oil* terdapat fraksi stearin yang merupakan fraksi padat *Crude Palm Oil* yang mengendap/membeku selama proses pengeringan sehingga menumpuk di permukaan kertas saring dan menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* menurun (Wulandari et al., 2011). Jika dilihat secara keekonomisan kelarutan hal ini berarti baik karena nilai *dissolution loss* yang paling besar di dapatkan dari penggunaan volume *solvent* biodiesel yang kecil.

#### 4.8 Pengaruh *Temperature* Dan *Volume Solvent Biodiesel* Terhadap *Persentase Dissolution Wax Lapangan Energi Mega Persada (EMP)*

Pengaruh peningkatan temperature dan penambahan volume solvent untuk kelarutan wax dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut:



**Gambar 4. 6 Pengaruh *temperature* dan penambahan volume *solvent* terhadap persentase *dissolution loss* komponen wax lapangan EMP**

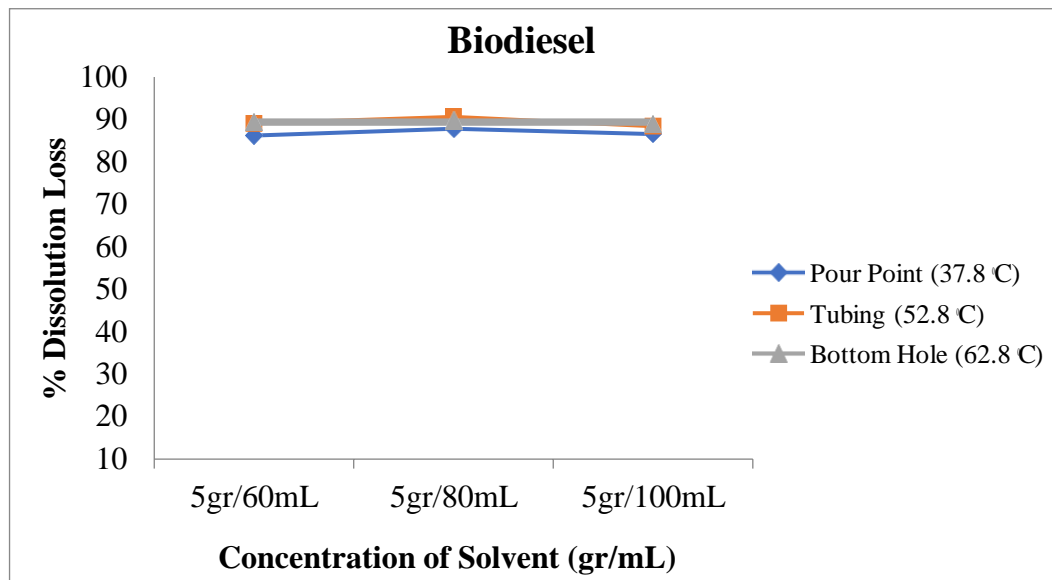
**Gambar 4.6** menunjukkan pengaruh *temperature* dan penambahan volume *solvent* terhadap persentase *dissolution loss* komponen wax lapangan EMP dimana semakin tinggi *temperature* kinerja biodiesel semakin bagus dalam melarutkan komponen wax. Pada *bottom hole temperature* (65 °C) nilai persentase *dissolution loss* sebesar 86.8 % dan 14 % lebih besar dibandingkan *temperature pour point* (30°C) yang sebesar 72.4%. Persentase kelarutan wax pada *temperature bottom hole* (85.2%, 86.4%, 86.8%), persentase kelarutan wax pada *temperature tubing* (74%, 79%, 77.6%) dan persentase kelarutan wax pada *temperature pour point* (76.6%, 74.4%, 72.4%). Seperti yang dinyatakan (Keenan et al., 1984) pengaruh *temperature* terhadap kelarutan ialah kebanyakan zat padat menjadi lebih banyak larut kedalam suatu cairan bila *temperature* dinaikkan namun terdapat beberapa zat padat yang kelarutannya menurun bila *temperature* dinaikkan. Penafsiran mengenai pengaruh temperatur pada kelarutan didasarkan pada Azas Le Chatelier. Bila dilakukan suatu paksaan pada suatu sistem kesetimbangan sistem itu cenderung berubah sedemikian untuk mengurangi akibat paksaan itu, paksaan yang dilakukan dalam larutan jenuh. Menurut (Chakrabarti, 2018) biodiesel bertindak sebagai

*solvent* yang efektif diatas *tempearute* 70 °C dan tidak ada informasi yang efektif yang menyatakan informasi tentang efektivitasnya pada *temperature* di bawah 70 °C yang menyulitkan untuk membandingkan atau menjelaskan penurunan persentase.

Sedangkan untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *bottom hole temperature* meningkat dengan penambahan volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (85.2%, 86.4%, 86.8%). Untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *tubing temperature* dan *pour point temperature* menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* yang fluktuatif. Nilai persentase *dissolution loss* pada volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (74%, 79%, 77.6%) dan (76.6%, 74.4%, 72.4%). Pada beberapa data penelitian terdapat anomali dimana peningkatan volume *solvent* tidak meningkatkan nilai persentase *dissolution loss*. Hal ini diperkirakan karena pada *Crude Palm Oil* terdapat fraksi stearin yang merupakan fraksi padat *Crude Palm Oil* yang mengendap/membeku selama proses pengeringan sehingga menumpuk di permukaan kertas saring dan menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* menurun (Wulandari et al., 2011). Jika dilihat secara keekonomisan kelarutan hal ini berarti baik karena nilai *dissolution loss* yang paling besar di dapatkan dari penggunaan volume *solvent* biodiesel yang kecil.

#### 4.9 Pengaruh *Temperature* Dan Volume *Solvent* Biodiesel Terhadap Persentase *Dissolution Wax* Lapangan PHE Siak

Pengaruh peningkatan temperature dan penambahan volume solvent untuk kelarutan wax dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut:



**Gambar 4. 7** Pengaruh *temperature* dan penambahan volume *solvent* terhadap persentase *dissolution loss* komponen wax lapangan PHE Siak

**Gambar 4.7** menunjukkan pengaruh *temperature* dan penambahan volume *solvent* terhadap persentase *dissolution loss* komponen wax lapangan PHE Siak dimana semakin tinggi *temperature* kinerja biodiesel semakin bagus dalam melarutkan komponen wax. Pada *bottom hole temperature* (62.8 °C) nilai persentase *dissolution loss* sebesar 89 % dan 14 % lebih besar dibandingkan *temperature pour point* (30°C) yang sebesar 86.6%. Persentase kelarutan wax pada *temperature bottom hole* (89.4%, 89.8%, 89%), persentase kelarutan wax pada *temperature tubing* (89%, 90.6%, 88.4%) dan persentase kelarutan wax pada *temperature pour point* (86.2%, 87.8, 86.6%). Seperti yang dinyatakan (Keenan et al., 1984) pengaruh *temperature* terhadap kelarutan ialah kebanyakan zat padat menjadi lebih banyak larut kedalam suatu cairan bila *temperature* dinaikkan namun terdapat beberapa zat padat yang kelarutannya menurun bila *temperature* dinaikkan. Penafsiran mengenai pengaruh temperatur pada kelarutan didasarkan pada Azas Le Chatelier. Bila dilakukan suatu paksaan pada suatu sistem kesetimbangan sistem itu cenderung berubah sedemikian untuk mengurangi akibat paksaan itu, paksaan yang dilakukan dalam larutan jenuh. Menurut (Chakrabarti, 2018) biodiesel bertindak sebagai

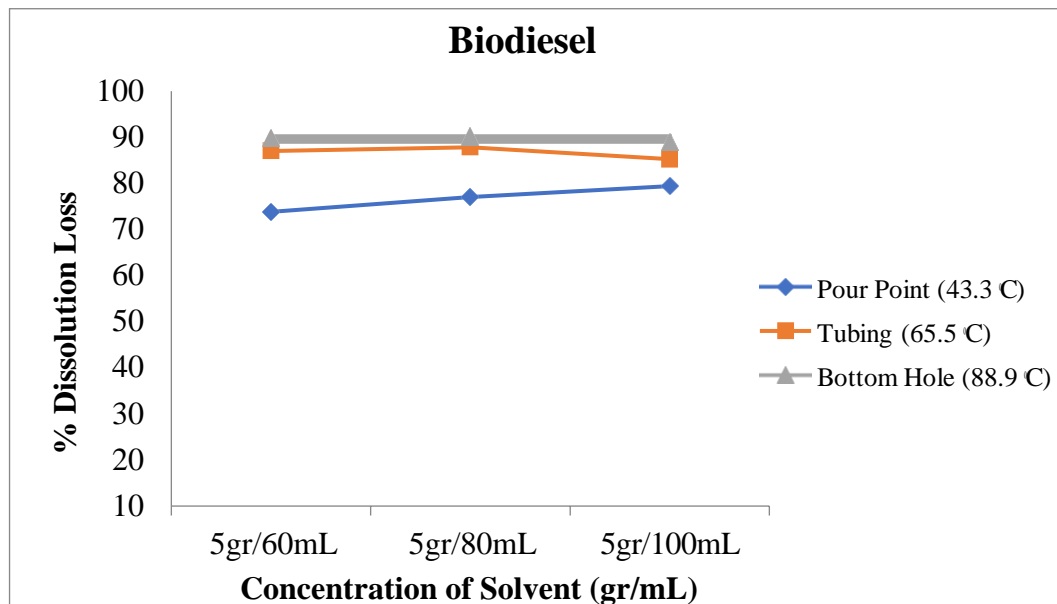
*solvent* yang efektif diatas *tempearute* 70 °C dan tidak ada informasi yang efektif yang menyatakan informasi tentang efektivitasnya pada *temperature* di bawah 70 °C yang menyulitkan untuk membandingkan atau menjelaskan penurunan persentase.

Sedangkan untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *bottom hole temperature*, *tubing temperature* dan *pour point temperature* menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* yang fluktuatif. Nilai persentase *dissolution loss* pada volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (89.4%, 89.8%, 89%), (89%, 90.6%, 88.4%) dan (86.2%, 87.8%, 86.6%). Pada beberapa data penelitian terdapat anomali dimana peningkatan volume *solvent* tidak meningkatkan nilai persentase *dissolution loss*. Hal ini diperkirakan karena pada *Crude Palm Oil* terdapat fraksi stearin yang merupakan fraksi padat *Crude Palm Oil* yang mengendap/membeku selama proses pengeringan sehingga menumpuk di permukaan kertas saring dan menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* menurun (Wulandari et al., 2011). Jika dilihat secara keekonomisan kelarutan hal ini berarti baik karena nilai *dissolution loss* yang paling besar di dapatkan dari penggunaan volume *solvent* biodiesel yang kecil.



#### 4.10 Pengaruh *Temperature* Dan *Volume Solvent* Biodiesel Terhadap *Persentase Dissolution Wax Lapangan BOB PT.BSP-PHE*

Pengaruh peningkatan *temperature* dan penambahan *volume solvent* untuk kelarutan *wax* dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut:



**Gambar 4. 8** Pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax* lapangan BOB PT.BSP-PHE

**Gambar 4.8** menunjukkan pengaruh *temperature* dan penambahan *volume solvent* terhadap *persentase dissolution loss* komponen *wax* lapangan PHE Siak dimana semakin tinggi *temperature* kinerja biodiesel semakin bagus dalam melarutkan komponen *wax*. Pada *bottom hole temperature* ( $62.8^{\circ}\text{C}$ ) nilai *persentase dissolution loss* sebesar 89 % dan 14 % lebih besar dibandingkan *temperature pour point* ( $30^{\circ}\text{C}$ ) yang sebesar 86.6%. *Persentase kelarutan wax* pada *temperature bottom hole* (89.8%, 90.2%, 89%), *persentase kelarutan wax* pada *temperature tubing* (89.8%, 87.8%, 85.2%) dan *persentase kelarutan wax* pada *temperature pour point* (73.8%, 79.4%, 79.4%). Seperti yang dinyatakan (Keenan et al., 1984) pengaruh *temperature* terhadap kelarutan ialah kebanyakan zat padat menjadi lebih banyak larut kedalam suatu cairan bila *temperature* dinaikkan namun terdapat beberapa zat padat yang kelarutannya menurun bila *temperature* dinaikkan. Penafsiran mengenai pengaruh *temperatur* pada kelarutan didasarkan pada Azas Le Chatelier. Bila dilakukan suatu paksaan pada suatu sistem kesetimbangan sistem itu cenderung berubah sedemikian untuk mengurangi akibat paksaan itu, paksaan yang

dilakukan dalam larutan jenuh. Menurut (Chakrabarti, 2018) biodiesel bertindak sebagai *solvent* yang efektif diatas *tempearute* 70 °C dan tidak ada informasi yang efektif yang menyatakan informasi tentang efektivitasnya pada *temperature* di bawah 70 °C yang menyulitkan untuk membandingkan atau menjelaskan penurunan persentase.

Sedangkan untuk penambahan konsentrasi volume *solvent* pada *bottom hole temperature*, *tubing temperature* dan *pour point temperature* menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* yang fluktuatif. Nilai persentase *dissolution loss* pada volume *solvent* 60 ml, 80 ml, dan 100 ml dimana secara berurutan sebesar (89.8%, 90.2%, 89%), (89.8%, 87.8%, 85.2%) dan (73.8%, 79.4%, 79.4%). Pada beberapa data penelitian terdapat anomali dimana peningkatan volume *solvent* tidak meningkatkan nilai persentase *dissolution loss*. Hal ini diperkirakan karena pada *Crude Palm Oil* terdapat fraksi stearin yang merupakan fraksi padat *Crude Palm Oil* yang mengendap/membeku selama proses pengeringan sehingga menumpuk di permukaan kertas saring dan menyebabkan nilai persentase *dissolution loss* menurun (Wulandari et al., 2011). Jika dilihat secara keekonomisan kelarutan hal ini berarti baik karena nilai *dissolution loss* yang paling besar di dapatkan dari penggunaan volume *solvent* biodiesel yang kecil.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian kali ini ialah:

1. Biodiesel terbukti bisa menjadi *solvent* untuk melarutkan komponen *wax crude oil* dengan efektivitas mendekati *solvent* aromatik. Penggunaan biodiesel sebagai *solvent* untuk menangani permasalahan *waxy crude oil* disarankan pada *temperture* yang tinggi. Hal ini terlihat dari persentase *dissolution loss* yang diperoleh pada setiap sampel *waxy crude oil* rata-rata diatas 80% pada *bottom hole temperature*.
2. Penelitian ini memfokuskan pada penggunaan biodiesel sebagai *solvent* alternatif. Penggunaan *solvent* aromatik (*benzene, toluene* dan *xylene*) hanya sebagai pembanding untuk melihat efektivitas biodiesel dalam mengatasi permasalahan *wax*.
3. Persentase *dissolution loss* meningkat seiring dengan peningkatan *temperature*, sedangkan peningkatan volume tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap persentase *dissolution loss*.
4. Untuk lapangan SPR Langgak volume biodiesel 60 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 40.5 °C (79.4%) *temperature* 49.1 °C (86.6%) dan *temperature* 57.7 °C (87%). Volume biodiesel 80 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 40.5 °C (76%) *temperature* 49.1 °C (87.2%) dan *temperature* 57.7 °C (89.2%). Volume biodiesel 100 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 40.5 °C (78.2%) *temperature* 49.1 °C (86.8%) dan *temperature* 57.7 °C (89.4%).
5. Untuk lapangan EMP volume biodiesel 60 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 30 °C (79.6%) *temperature* 44 °C (74%) dan *temperature* 65 °C (85.2%). Volume biodiesel 80 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 30 °C (79.4%) *temperature* 44 °C (79%) dan *temperature* 65 °C (86.4%). Volume biodiesel 100 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 30 °C (72.4%) *temperature* 44 °C (77.6%) dan *temperature* 65 °C (86.8%).
6. Untuk lapangan PHE Siak volume biodiesel 60 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 37.8 °C (82.6%) *temperature* 52.8 °C (89%) dan

*temperature* 62.8 °C (89.4%). Volume biodiesel 80 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 37.8 °C (87.8%) *temeprature* 52.8 °C (90.6%) dan *temperature* 62.8 °C (89,8%). Volume biodiesel 100 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 37.8 °C (86.6%) *temperature* 52.8 °C (88.4%) dan *temperature* 62.8 °C (89%).

7. Untuk lapangan BOB volume biodiesel 60 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 43.3 °C (73.8%) *temperature* 65.5 °C (87%) dan *temperature* 88.9 °C (89.8%). Volume biodiesel 80 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 43.3 °C (77%) *temperature* 65.5 °C (87.8%) dan *temperature* 88.9 °C (90.2%). Volume biodiesel 100 ml *persentase dissolution loss* pada *temperature* 43.3 °C (79.4%) *temperature* 65.5 °C (85.2%) dan *temperature* 88.9 °C (89.0%)

## 5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini ialah dengan peningkatan *temperature* dan penambahan volume *solvent* terjadi fluktuatif untuk *persentase dissolution loss* kemungkinan ini terjadi pada saat proses penyaringan dimana *temperature* yang digunakan adalah *temperature* ruangan. Untuk penelitian berikutnya bisa menggunakan alat yang bisa mengatur *temperature* yang diinginkan selama 24jam agar pada saat proses penyaringan *temperature* yang digunakan stabil.

## 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(March). <https://doi.org/10.1063/1.5028059>
- Adesina, F., Paul, A., David, O., & Gbadegesin, A. (2016). *Aditif Berbasis Bio-Diesel untuk Meningkatkan Aliran Emulsi dalam Pipa*. 288–293.
- Chakrabarti, D. P. (2018). *Effectiveness of Biodiesel as an Alternative Solvent for the Remediation of Asphaltene Deposits Effectiveness of Biodiesel as an Alternative Solvent for the Remediation of Asphaltene Deposits*. July 2017. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30120.67845/1>
- Chakrabarti, D. P., & Barat, U. H. (2018). *Efektivitas Biodiesel sebagai Pelarut Alternatif untuk Remediasi Endapan Asphaltene Keefektifan Biodiesel sebagai Pelarut Alternatif untuk Remediasi Deposit Asphaltene*. April.
- Correa Pabón, R. E., & Souza Filho, C. R. de. (2019). Crude oil spectral signatures and empirical models to derive API gravity. *Fuel*, 237(September 2018), 1119–1131. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.09.098>
- Del Carmen García, M., Carbognani, L., Orea, M., & Urbina, A. (2000). The influence of alkane class-types on crude oil wax crystallization and inhibitors efficiency. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 25(3–4), 99–105. [https://doi.org/10.1016/S0920-4105\(99\)00057-1](https://doi.org/10.1016/S0920-4105(99)00057-1)
- Ehsan, S., & Wahid, M. A. (2012). Necessity of biodiesel utilization as a source of renewable energy in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 5732–5740. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.05.025>
- Ellison, B. T., Gallagher, C. T., & Lorimer, S. E. (2000). Physical chemistry of wax, hydrates, and asphaltene. *Proceedings of the Annual Offshore Technology Conference*, 2, 459–469.
- Fadairo, A., Ogunkunle, T., Lana, O., Oladepo, A., & Babajide, L. (2019). The use of bio-diesel based additive as rheology improver and pour point depressant of Nigerian waxy crude. *Petroleum Science and Technology*, 37(15), 1747–1754. <https://doi.org/10.1080/10916466.2018.1522340>
- Ganeeva, Y. M., Yusupova, T. N., & Romanov, G. V. (2016). Waxes in asphaltenes of crude oils and wax deposits. *Petroleum Science*, 13(4), 737–745.

<https://doi.org/10.1007/s12182-016-0111-8>

- Helwani, Z., Othman, M. R., Aziz, N., Kim, J., & Fernando, W. J. N. (2009). Solid heterogeneous catalysts for transesterification of triglycerides with methanol: A review. *Applied Catalysis A: General*, 363(1–2), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2009.05.021>
- Hoffmann, R., & Amundsen, L. (2013). *Journal of Petroleum Science and Engineering Influence of wax inhibitor on fluid and deposit properties*. 107, 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2013.04.009>
- Jafari, T., Akbar, A., Beigi, M., Taheri, Z., Ghanbari, B., & Ch, N. (2015). The effect of amino [ 60 ] fullerene derivatives on pour point and rheological properties of waxy crude oil. *Journal of Molecular Liquids*, 211, 308–314. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2015.07.031>
- Kasmungin, S. (2017). *Studi Pemilihan Pour Point Depressant Untuk Penanggulangan*. 211–217.
- Kementrian Pertanian. (2020). Statistik perkebunan Indonesia 2018-2020. *Buku Statistik Perkebunan Indonesia*, 1–82. <https://drive.google.com/file/d/1FVxpBNihnuB3ayAALBi-FtsBShIUxMTD/view>
- Kitamura, T., Zaki, H., Akbar, K., Palao, F. B., Sosa, J. C. L., Toralde, J. S. S., & Nas, S. (2010). Underbalanced drilling challenges in a high-pour-point oil reservoir in Sepanjang Island, Indonesia. *SPE/IADC Managed Pressure Drilling and Underbalanced Operations Conference and Exhibition 2010*, 3, 79–91. <https://doi.org/10.2118/130314-ms>
- Kurnianto, M., & Prasetyo, A. (2018). Prediksi Kedalaman Terbentuknya Wax Pada Sumur X Lapangan Y. *Petro*, 7(2), 65–72. <https://doi.org/10.25105/petro.v7i2.3678>
- Laporan LAPI UIR-SPR Langgak, S. P. R. (n.d.). *CHAPTER II FIELD OVERVIEW of LANGGAK FIELD*.
- Laporan LAPI UIR FT-PHE Siak. (n.d.). *PELAMPARAN RESERVOIR WILAYAH KERJA SIAK*.
- Larasati, N., Chasanah, S., Machmudah, S., & Winardi, S. (2016). Studi Analisa Ekonomi Pabrik CPO (Crude Palm Oil) dan PKO (Palm Kernel Oil) Dari Buah

- Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).  
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.16851>
- M.K. Afdhol, T. Erfando, F. Hidayat M.Y. Hasibuan, C. P. S. (2019). *Application of Pineapple Skin Waste as a Source of Biosolvent for use as Wax Inhibitor*.
- M K Afdhol, Hidayat F, M. A. (2020). *A Laboratory Scale Synthesis of Ethanol from Agricultural Waste as Bio-based Solvent for Waxy- Paraffinic Crude Oil Mitigation A Laboratory Scale Synthesis of Ethanol from Agricultural Waste as Bio-based Solvent for Waxy-Paraffinic Crude Oil Mitigation*.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/854/1/012017>
- Mahmoudkhani, A., Feustel, M., Reimann, W., & Krull, M. (2017). Wax and paraffin control by fracturing fluids: Understanding mode of actions and benefits of water-dispersible wax inhibitors. *Proceedings - SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, 2017-April*, 995–1012.  
<https://doi.org/10.2118/184594-ms>
- Mohammad Istajarul Alim, Amalia Firdausi, M. D. N. (2020). *Densitas dan Porositas Batuan. January 2017*, 1–4.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21184.89607>
- Nasrun, N., Kurniawan, E., & Sari, I. (2017). Studi Awal Produksi Bahan Bakar Dari Proses Pirolisis Kantong Plastik Bekas. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(1), 30. <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i1.77>
- Putra, E. A. P., Rachman, Y. A., Firmanto, T., Arsyadanie, R., Hafizh, G., & Malacca, E. M. P. (2011). *SPE 147811 Case Study: Cyclic Steam Stimulation in Sihapas Formation*.
- Putri, S. K., Sudiyo, R., Studi, P., Pangan, T., Pertanian, P., Andalas, U., Kimia, J. T., Teknik, F., & Mada, U. G. (2013). Studi Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa (Coconut Oil) dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 6(1), 20–25. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.2453>
- Rif'Ati, E. F., & Migas, W. M. P. (2016). *Alternatif Strategi Penanggulangan Masalah Waxy Parafin Pada Tubing Sumur Yang Memproduksi Minyak Parafinik*. 06(1).
- Rocha, L. C., Ferreira, M. S., & da Silva Ramos, A. C. (2006). Inhibition of asphaltene precipitation in Brazilian crude oils using new oil soluble

- amphiphiles. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 51(1–2), 26–36.  
<https://doi.org/10.1016/j.petrol.2005.11.006>
- Taylor, P., Tolmac, D., Prulovic, S., Lambic, M., & Radovanovic, L. (2014). *Energy Sources , Part B: Economics , Planning , and Policy Global Trends on Production and Utilization of Biodiesel Global Trends on Production and Utilization of Biodiesel. October 2014,* 37–41.  
<https://doi.org/10.1080/15567241003773226>
- Thota, S. T., & Onyeanuna, C. C. (2016). *Mitigation of wax in oil pipelines I.* 4(4), 39–47.
- Towler, B. F., Jaripatke, O., & Mokhatab, S. (2011). Experimental investigations of the mitigation of paraffin wax deposition in crude oil using chemical additives. *Petroleum Science and Technology*, 29(5), 468–483.  
<https://doi.org/10.1080/10916460903394029>
- Wahyu, A., Widharyanto, R., Setijono, H., & Nirmala, S. (2013). *Rancang Bangun Sensor Specific Gravity pada Crude Oil Menggunakan Serat Optik Plastik.* 2(2).
- Wang, K. S., Wu, C. H., Creek, J. L., Shuler, P. J., & Tang, Y. (2003). Evaluation of effects of selected wax inhibitors on paraffin deposition. *Petroleum Science and Technology*, 21(3–4), 369–379. <https://doi.org/10.1081/LFT-120018526>
- Wardoyo, A. G. (2020). *Pemodelan titik awal terjadinya pengendapan wax dalam sistem perpipaan dan analisis transportasi high pour point oil (hppo).*
- Wulandari, N., & Hernawati, H. (2017). Fraksinasi Minyak Sawit Kasar dengan Pelarut Organik dalam Pembuatan Konsentrat Karotenoid Crude Palm Oil Fractination with Organic Solutions in Carotenoid Concentrate Production. *Jurnal Mutu Pangan*, 4(2), 83–91.
- Yumna. (2018). Pengaruh Rasio Mol Minyak : Metanol Terhadap Sintesis Biodiesel Dari CPO (Crude Palm Oil) Menggunakan Katalis La/ZnO. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains*, 5(Vol 5 (2018): Edisi 2 Juli s/d Desember 2018), 1–5.  
<https://drive.google.com/file/d/1FVxpBNihnuB3ayAALBi-FtsBShIUxMTD/view>
- Zahan, K. A., & Kano, M. (2018). Biodiesel production from palm oil, its by-



products, and mill effluent: A review. *Energies*, 11(8), 1–25.  
<https://doi.org/10.3390/en11082132>

Zhu, T., Walker, J. a, Liang, J., & Laboratory, P. D. (2008). *Evaluation of Wax Deposition and Its Control During Production of Alaska North Slope Oils*.  
Keenan, (1984). *Kimia Untuk Universitas*, Jilid 1: Erlangga

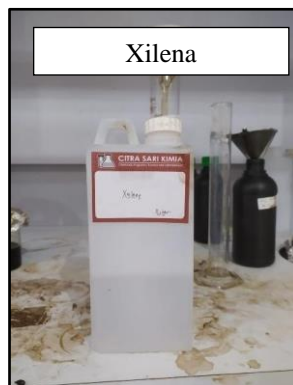
## LAMPIRAN



Waxy Crude Oil



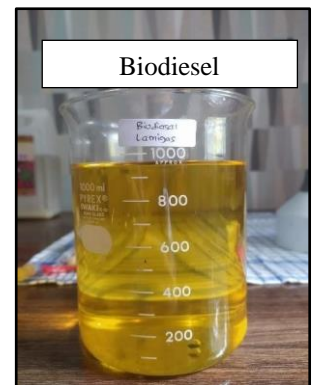
Toluena



Xilena



Benzena



Biodiesel

Pelarut (Chemical Solvent)



Menuangkan solvent



Memaskan Sampel



Menyaring sampel



Wax Deposite



Penimbangan Wax Deposite