

**TESIS**  
**SINTESIS SENYAWA POLIOL ESTER BERBASIS**  
***CRUDE PALM OIL SEBAGAI BIOLUBRICANT***



**MIRATNA JUWITA**  
**03012681822008**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2022**

**TESIS**  
**SINTESIS SENYAWA POLIOL ESTER BERBASIS**  
***CRUDE PALM OIL SEBAGAI BIOLUBRICANT***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Magister Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**



**MIRATNA JUWITA**  
**03012681822008**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

# SINTESIS SENYAWA POLIOL ESTER BERBASIS *CRUDE PALM OIL* SEBAGAI BIOLUBRICANT

## TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Magister  
Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

Palembang, Juli 2022  
Menyetujui,

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. H. M. Faizal DEA

NIP. 195805141984031001

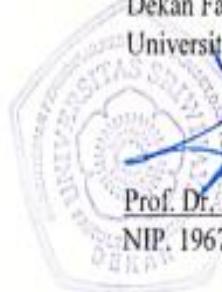
Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. H. M. Said M. Sc

NIP. 196108121987031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya,



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.  
NIP. 19670615 199512 1002

Ketua Jurusan Teknik Kimia,

Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.  
NIP. 19750201 200012 2001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tesis ini dengan judul "Sintesis Senyawa Poliol Ester Berbasis *Crude Palm Oil* Sebagai Biohubungan" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 14 Juli 2022.

Palembang, 18 Juli 2022

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tesis

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA  
NIP. 195610241981032001

Anggota

1. Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.  
NIP. 197503261999032002
2. Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T  
NIP. 197808222002122001
3. Novia, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 197311052000032003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya.

Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.  
NIP. 19670615 199512 1002

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Tutik Indah Sari, S.T., M.T.  
NIP. 19750201 200012 2001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Miratna Juwita

NIM : 03012681822008

Judul : Sintesis Senyawa Poliol Ester Berbasis *Crude Palm Oil* Sebagai  
*Biolubricant*

Menyatakan bahwa Laporan Tesis saya merupakan hasil karya sendiri  
ddampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila  
ditemukan unsur penjiplakan plagiat dalam Laporan Tesis ini, maka saya bersedia  
menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada  
puksaan dari siapapun

Palembang, Juli 2022

Yang Membuat Pernyataan



Miratna Juwita

NIM. 03012681822008

## RINGKASAN

SINTESIS SENYAWA POLIOL ESTER BERBASIS CRUDE PALM OIL SEBAGAI BIOLUBRICANT

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 23 Juli 2022

Miratna Juwita, Dibimbing oleh Dr. Ir. H. M. Faizal DEA, Prof. Dr. Ir. H. M. Said M. Sc

Synthesis of Crude Palm Oil-Based Polyol Ester as Biolubricant

xviii + 157 halaman, 17 Tabel, 49 Gambar, 3 Lampiran

### RINGKASAN

Menurunnya cadangan minyak mentah sebagai bahan baku pembuatan pelumas dan kebutuhan untuk mengurangi pencemaran dari pelumas mineral mulai mendorong penggunaan teknologi pengurangan limbah dan pencemaran untuk mengurangi permasalahan lingkungan. Salah satu realisasinya adalah pelumas alternatif yang disebut biolubricant. Biolubricant dianggap cepat terurai secara hayati, tidak beracun, dan dianggap kurang atau tidak menimbulkan risiko bagi lingkungan dan penggunanya dibandingkan dengan pelumas berbasis minyak bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan poliol ester sebagai biolubricant melalui reaksi asetilasi poliol dari minyak sawit mentah (CPO) dan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia poliol ester yang dihasilkan. Dari hasil penelitian, viskositas kinematik pada suhu 40 °C pada poliol ester yang dihasilkan adalah 46,2339 cSt, sedangkan viskositas kinematik pada suhu 100 °C adalah 8,7417 cSt. Indeks viskositas dan titik nyala poliol ester yang diperoleh adalah 144,0818 dan 282,3 °C. Konversi tertinggi produksi poliol ester 38,41% dicapai pada suhu 80 °C selama 35 menit menggunakan katalis 3% wt/wt. Studi ini menunjukkan bahwa ester minyak sawit memiliki potensi besar untuk mendapatkan pelumas dengan biodegradabilitas tinggi dan sifat fisikokimia yang lebih baik.

**Kata kunci:** asetilasi, biolubricant, bentonit, minyak sawit mentah, poliol ester

Kepustakaan: 48 (1995-2020)

## SUMMARY

### SYNTHESIS OF CRUDE PALM OIL-BASED POLYOL ESTER AS BIOLUBRICANT

Scientific paper in the form of Tesis, 23 Juli 2022

Miratna Juwita, Dibimbing oleh Dr. Ir. H. M. Faizal DEA, Prof. Dr. Ir. H. M. Said M. Sc

Sintesis Senyawa Poliol Ester Berbasis *Crude Palm Oil* Sebagai *Biolubricant*

xviii + 157 pages, 17 Tabels, 49 Pictures, 3 Appendix

## SUMMARY

The decline in crude oil reserves as a raw material for the manufacture of lubricants and the need to reduce pollution from mineral lubricants has begun to encourage the use of waste and pollution reduction technologies to reduce environmental problems. One realization is an alternative lubricant called biolubricant. Biolubricant is considered rapidly biodegradable, non-toxic, and thought to pose less or no risk to the environment and its users compared to petroleum-based lubricants. This study aimed to produce polyol esters as biolubricant through the acetylation reaction of polyols from crude palm oil (CPO) and to investigate the physical and chemical properties of the resulting polyol esters. From the study results, the kinematic viscosity of 40 °C in the resulting polyol ester was 46.2339 cSt, while the kinematic viscosity at 100 °C was 8.7417 cSt. The viscosity index and flash point of polyol ester obtained were 144.0818 and 282.3 °C. The highest conversion of 38.41% polyol ester production was achieved at 80 °C for 35 minutes using a 3% wt/wt catalyst. This study shows that palm oil esters have great potential to obtain lubricants with high biodegradability and better physicochemical properties.

**Keywords:** *asetilasi, biolubricant, bentonite, crude palm oil, poliol ester*

Citations: 48 (1995-2020)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas ijin, rahmat dan hidayahNya, laporan hasil penelitian yang berjudul “Sintesis Senyawa Poliol Ester Berbasis *Crude Palm Oil* Sebagai *Biolubricant*” dapat diselesaikan. Laporan ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan S2 Teknik Kimia pada Jurusan Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Laporan ini memuat tentang pendahuluan, tinjauan pustaka, serta metodologi penelitian mengenai Sintesis Senyawa Poliol Ester Berbasis *Crude Palm Oil* Sebagai *Biolubricant* melalui tahapan proses epoksidasi, proses hidroksilasi, serta asetilasi untuk mendapatkan *Biolubricant*. Kajian literatur dalam pembuatan Laporan ini memanfaatkan berbagai referensi yang bersumber dari buku, jurnal, dan jaringan internet.

Penyusunan laporan dapat terlaksana berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan bantuan selama penggerjaan Tesis, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
2. Bapak Dr. David Bahrin, S.T., M.T. sebagai Koprodi Magister Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Faizal DEA sebagai Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktunya di tengah kesibukan untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta masukan dalam menyelesaikan laporan Tesis ini
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Said M. Sc sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya di tengah kesibukan untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta masukan dalam menyelesaikan laporan Tesis ini
5. Kedua orangtua serta saudara-saudara Penulis yang senantiasa membantu penulis dalam menyusun Tesis baik bantuan secara moril maupun materi hingga Tesis ini dapat diselesaikan
6. Bapak R. Arie Hartawan, S.T., M.T. dan Bapak Juni Prianto, S.T., M.T. yang telah menjadi partner terbaik dalam penelitian dan penyelesaian Tesis ini

7. Seluruh pihak Laboratorium Pertamina RU III dan Laboratorium Politeknik Negeri Sriwijaya yang bersedia untuk melakukan analisa hasil produk yang didapatkan dari penelitian
8. Sahabat-Sahabat terbaik Penulis yang merupakan support system dalam menyelesaikan pendidikan ini (Team FSQR Cargill Hindoli Mill Sungai Lilin). Terkhusus ucapan terima kasih disampaikan kepada rekan Penulis M. Ichsan Assalam, A.Md., Mulyadi Ancas BS, S.Si., Satrio Febriansyah, A.Md., Yuga Pria Pungkasa, S.T., Pak Ahmad Rizal, Intan Rinda, S.T., Fuspa Sari, A.Md., Resi Yuningsih dan Tommy yang telah banyak mengajarkan Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini serta telah memfasilitasi Penulis dari awal mulai penelitian hingga selesai.
9. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan mata kuliah serta membimbing dari awal hingga akhir pendidikan
10. Teman – Teman Teknik Kimia Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas angkatan 2018
11. Seluruh Civitas Akademika Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang terlibat dan turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini

Penyusun menyadari masih terdapat banyak kekurangan di dalam laporan Tesis ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun penyusun harapkan guna memperbaiki dan meningkatkan kualitas dari Tesis yang dibuat. Akhir kata, semoga laporan Tesis ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca khususnya dalam bidang yang berkaitan dengan *biolubricant*.

Palembang, Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
RINGKASAN .....	v
SUMMARY .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR SIMBOL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Perkembangan Produksi Minyak Kelapa Sawit ( <i>Crude palm Oil</i> ) .....	6
2.2. Minyak Kelapa Sawit ( <i>Crude palm Oil</i> ) .....	7
Komposisi Kadar asam Lemak .....	9
2.3. Pelumas .....	9
Klasifikasi Pelumas.....	10
2.4. <i>Biolubricants</i> .....	11
2.4.1 Sumber – Sumber <i>Biolubricants</i> .....	12
2.4.2 Sifat – Sifat Lubricant .....	12
2.4.2.1 Viskositas ( <i>Viscosity</i> ) .....	13
2.4.2.2 Indeks Viskositas ( <i>Viscosity Indices</i> ).....	13
2.4.2.3 Titik Tuang ( <i>Pour Point</i> ) .....	13
2.4.2.4 Titik Nyala dan Titik Api	13



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	39
4.1. Analisis Sifat Kimia dan Fisika Senyawa Poliol .....	39
4.2. Analisis Sifat Kimia dan Fisika Senyawa Poliol Ester .....	40
4.3. Analisis Sifat Kimia dan Fisika Poliol Ester Pada Konversi Tertinggi .....	44
4.4. Pengaruh Temperatur dan Waktu Reaksi Serta Konsentrasi Katalis Terhadap Bilangan Hidroksil Poliol Ester .....	46
4.5. Pengaruh Temperatur dan Waktu Reaksi Serta Konsentrasi Katalis Terhadap Konversi Senyawa Poliol Menjadi Poliol Ester....	48
4.6. Menentukan Parameter Kinetika Reaksi Asetilasi.....	50
BAB V PENUTUP.....	56
5.1 Kesimpulan .....	56
5.2 Tindak lanjut .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	58
LAMPIRAN A PERHITUNGAN DATA HASIL PENELITIAN .....	62
LAMPIRAN B ALAT DAN BAHAN.....	149
LAMPIRAN C DOKUMENTASI PENELITIAN .....	153

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
LAMPIRAN A	Perhitungan Data Hasil Penelitian.....
LAMPIRAN B	Alat dan Bahan .....
LAMPIRAN C	Dokumentasi Penelitian .....

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1. Ekspor CPO Menurut Negara Tujuan .....	6
Tabel 2.2 Mutu CPO Indonesia.....	8
Tabel 2.3. Komposisi Kadar Asam Lemak .....	9
Tabel 2.4. Kandungan Minyak Dari Beberapa Minyak <i>Edible</i> dan <i>Non-Edible</i>	12
Tabel 2.5 Analisa Komparatif Sifat – Sifat Minyak Nabati dan Minyak Mineral .....	13
Tabel 2.6. Manfaat <i>Biolubricants</i> .....	16
Tabel 2.7 Komposisi Kimia Bentonit.....	17
Tabel 2.8. Rangkuman Penelitian Proses Produksi Senyawa <i>Intermediate</i> dan <i>Biolubricant</i> .....	28
Tabel 3.1. Matriks Penelitian Produksi Poliol Ester dengan Variasi Waktu Reaksi .....	26
Tabel 3.2. Matriks penelitian Produksi Poliol Ester dengan Variasi Temperatur Reaksi .....	26
Tabel 3.3. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	35
Tabel 4.1. Hasil Analisis Sifat Kimia dan Fisika Senyawa Poliol .....	39
Tabel 4.2. Hasil Analisis Sifat Kimia dan Fisika Poliol ester.....	40
Tabel 4.3. Hasil Analisis Sifat Kimia dan Fisika Poliolester Berdasarkan Standar .....	42
Tabel 4.4. Hasil Analisis Sifat Kimia dan Fisika Sampel Poliolester .....	44
Tabel 4.5. Nilai k' untuk masing – masing temperatur reaksi .....	53
Tabel 4.6. Nilai Energi Aktivasi, Faktor Frekuensi dan Entalpi Tiap Temperatur.....	55

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Perkembangan Luas Areal dan Produksi Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia .....	6
Gambar 2.2. Reaksi Pembentukan Trigliserida.....	8
Gambar 2.3. <i>Polyols: neopentyl glycol (NPG), trimethylolpropane (TMP) dan pentaerythritol (PE)</i> .....	20
Gambar 2.4. <i>Esters of neopentyl glycol (NPG), trimethylolpropane (TMP) dan pentaerythritol (PE)</i> .....	20
Gambar 2.5. Mekanisme Pembentukan Senyawa Epoksi Melalui Reaksi Epoksidasi .....	21
Gambar 2.6. Mekanisme Pembentukan Senyawa Poliol Melalui Reaksi Hidroksilasi .....	21
Gambar 2.7. Mekanisme Reaksi Asetilasi Poliol .....	22
Gambar 3.1. Proses Sintesis Poliol Ester .....	33
Gambar 3.2. Diagram Alir Proses Sintesis Poliol Ester dari <i>Crude Palm Oil</i> (CPO) .....	34
Gambar 3.3. Diagram Alir Proses Asetilasi .....	35
Gambar 4.1. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Bilangan Hidroksil Senyawa Poliolester dengan Persentase Katalis 1% .....	47
Gambar 4.2. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Bilangan Hidroksil Senyawa Poliolester dengan Persentase Katalis 2% .....	47
Gambar 4.3. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Bilangan Hidroksil Senyawa Poliolester dengan Persentase Katalis 3% .....	47
Gambar 4.4. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Konversi Senyawa Poliol Menjadi Poliolester dengan Persentase Katalis 1% .....	49
Gambar 4.5. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Konversi Senyawa Poliol Menjadi Poliolester dengan Persentase Katalis 2% .....	49
Gambar 4.6. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Konversi Senyawa Poliol Menjadi Poliolester dengan Persentase Katalis 3% .....	49
Gambar 4.7. Hubungan antara $\ln(1/1-X_A)$ vs waktu pada katalis 1% .....	52

Gambar 4.8. Hubungan antara ln (1/1-X <sub>A</sub> ) vs waktu pada katalis 2% .....	52
Gambar 4.9. Hubungan antara ln (1/1-X <sub>A</sub> ) vs waktu pada katalis 3% .....	53
Gambar 4.10. Hubungan antara ln k dan 1/T .....	54
Gambar L.B.1. Corong Buchner .....	149
Gambar L.B.2. Gelas Ukur .....	149
Gambar L.B.3. Spatula.....	149
Gambar L.B.4. Pipet Tetes.....	149
Gambar L.B.5. Gelas Beaker .....	149
Gambar L.B.6. Erlenmeyer .....	149
Gambar L.B.7. Hot Plate.....	150
Gambar L.B.8. Buret Digital.....	150
Gambar L.B.9. Pompa.....	150
Gambar L.B.10. Selang .....	150
Gambar L.B.11. Labu leher tiga .....	150
Gambar L.B.12. Corong Pisah .....	150
Gambar L.B.13. Kondensor .....	151
Gambar L.B.14. Termometer .....	151
Gambar L.B.15. Aluminum Foil .....	151
Gambar L.B.16. Corong kaca .....	151
Gambar L.B.17. Asam Asetat Glasial .....	151
Gambar L.B.18. NaOH .....	151
Gambar L.B.19. Asam HBr.....	152
Gambar L.C.1. Proses asetilasi .....	153
Gambar L.C.2. Penetralan senyawa Poliol ester .....	153
Gambar L.C.3. Pemisahan bentonit dan senyawa poliol ester.....	153
Gambar L.C.4. Pemanasan methanol .....	154
Gambar L.C.5. Analisa densitas.....	154
Gambar L.C.6. Analisa viskositas.....	154
Gambar L.C.7. Analisa bilangan hidroksil.....	154
Gambar L.C.8. Analisa bilangan oksiran .....	154
Gambar L.C.9. Analisa bilangan asam.....	154
Gambar L.C.10. Senyawa poliol ester .....	155

## **DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN**

BPS	Badan Pusat Statistik
PE	<i>Pentaerythritol</i>
TMP	<i>Trimethylolpropane</i>
NPG	<i>Neopentyl Glycol</i>
CPO	<i>Crude Palm Oil</i>
VI	<i>Viscosity Indices</i>
POE	Poliol Ester
TME	<i>Trimethylolethane</i>
GC	Gas Chromatography
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
NMR	Nuclear Magnetic Resonance
SLS	<i>Sodium Lauryl Sulfat</i>

## **DAFTAR SIMBOL**

v	Volume HBr yang digunakan untuk titrasi sampel	mL
B	Volume HBr yang digunakan untuk titrasi blangko	mL
w	Massa sampel	gr
N	Normalitas HBr	N
A	Jumlah NaOH untuk titrasi	mL
N	Normalitas larutan NaOH	N

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1.Latar Belakang**

Pelumasan merupakan salah satu upaya yang digunakan untuk mengurangi gesekan antar dua permukaan yang berdekatan untuk mengurangi gesekan antar komponen. Penggunaan pelumas tidak hanya dibutuhkan untuk mesin kendaraan bermotor tetapi juga mencangkup pada beberapa kegiatan industri seperti industri pertambangan, pertanian, kehutanan, perkapalan dan penerbangan. Luasnya penggunaan pelumas untuk berbagai kegiatan industri bertujuan untuk mengurangi gesekan antar komponen. Berkurangnya friksi antar komponen dapat membantu menurunkan kemungkinan mesin yang digunakan mengalami aus, hal ini akan berdampak pada peningkatan usia pakai mesin.

Kebanyakan pelumas yang ada di pasaran adalah pelumas mineral yang terbuat dari minyak bumi. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan adanya penurunan produksi minyak mentah sebesar 5% pada tahun 2020 jika dibandingkan dengan produksi tahun sebelumnya 2019. Sementara kebutuhan pelumas di sebagian wilayah di Indonesia yaitu Provinsi Jawa Tengah sekitar 55.218 kilo liter dengan penggunaan tertinggi untuk otomotif sebanyak 37.138 kilo liter. Selain dikarenakan menurunnya cadangan minyak mentah serta masih tingginya volume penggunaan pelumas, limbah pelumas mineral tidak terdegradasi secara alami sehingga berpotensi mencemari ekosistem laut dan tanah. Kebutuhan untuk mengurangi polusi dari pelumas mineral telah mulai mendorong penggunaan teknologi pengurangan limbah dan polusi untuk mengurangi masalah lingkungan. Salah satu realisasinya adalah pelumas alternatif yang disebut *biolubricant*.

Melalui beberapa alasan tersebut, banyak peneliti yang melakukan riset untuk mencari bahan baku pengganti minyak bumi untuk pelumas. Beberapa peneliti melakukan penelitian dalam pembuatan pelumas berproduk *intermediate* minyak nabati atau *biolubricants*, karena dianggap dapat dengan cepat akan terurai secara hayati, tidak beracun dan dianggap lebih sedikit atau tidak menimbulkan resiko bagi lingkungan dan penggunanya jika dibandingkan dengan pelumas dari minyak

bumi. Selain ramah bagi lingkungan dan tidak beracun dibandingkan dengan pelumas dari minyak bumi, *biolubricants* memiliki beberapa keuntungan lainnya seperti memiliki sifat pelumasan yang sangat baik, indeks viskositas tinggi, *flash point* tinggi, kehilangan penguapan yang rendah. Keuntungan *biolubricants* lainnya berupa stabilitas geser yang tinggi, kompresibilitas yang lebih rendah, deterensi yang lebih tinggi, ketahanan terhadap kelembaban yang tinggi, dan penyebaran yang lebih tinggi (Mc Nutt dan He, 2016; Mobarak dkk, 2014; Nor dkk, 2017).

Terlepas dari keuntungannya, *biolubricants* belum dapat digunakan secara luas dikarenakan beberapa tantangan utama dan kesulitan terkait kinerja dan produksinya. Selain masalah mengenai keandalan dan konsistensi bahan baku serta penerimaan industry, *biolubricants* juga memiliki dua sifat fisik negatif utama yaitu kinerja suhu rendah yang buruk, dan stabilitas oksidatif termal yang rendah. Namun melalui proses modifikasi kimia yang tepat, kedua sifat ini dapat ditingkatkan untuk menjadikan *biolubricants* sebagai alternatif yang layak untuk pelumas mineral untuk berbagai aplikasi (Ho, 2019; McNutt dan He, 2016).

Modifikasi kimia merupakan cara perbaikan tribological dan kinerja fisika kimia bahan baku terbarukan (minyak nabati, pati) sebagai produk *intermediate* pelumas. (Bart, dkk, 2013; Gryglewicz, dkk, 2003). Modifikasi kimia dilakukan dengan memproduksi ester sintetis sebagai bahan baku *biolubricants*. Ester sintesis semakin banyak digunakan sebagai cairan dasar untuk pelumasan karena sifat-sifat ester sintesis menawarkan keunggulan kinerja dibandingkan dengan minyak mineral. Kelompok fungsional ester membawa dipole molekul, yang berarti bahwa pelumas ester sintetis memiliki polaritas yang lebih tinggi dibandingkan minyak mineral. Sintesis ester dapat dilakukan dengan memproduksi poliol dari minyak nabati melalui proses esterifikasi maupun transesterifikasi menggunakan katalis homogen atau heterogen yang kemudian menghasilkan poliol ester sebagai produk *intermediate* pembuatan pelumas (Boyde dkk, 2000; Aziz, dkk, 2015).

Produksi poliol ester dilakukan melalui proses transesterifikasi minyak nabati dengan poliol sintetis seperti *Pentaerythritol* (PE), *Trimethylolpropane* (TMP) dan *Neopentyl Glycol* (NPG) menggunakan katalis asam, basa maupun enzim.

Namun, produksi poliol ester dari metil ester dan poliol menghasilkan campuran produk mentah berupa FAME yang tidak bereaksi serta sejumlah kecil dari poliol dan katalis yang diesterifikasi. Umumnya produk mentah ini dicuci menggunakan air, asam atau larutan alkaline untuk menghilangkan katalis dan FAME yang tidak bereaksi (Aziz, dkk 2015; Nie, 2012).

Melalui reaksi asetilasi, akan dikaji proses produksi dan kualitas poliol ester yang dihasilkan dari sintesis poliol menggunakan *Crude Palm Oil* (CPO) sebagai bahan baku dan bentonit sebagai katalis sehingga diperoleh poliol ester sebagai produk akhir. Sintesis poliol ester melalui reaksi asetilasi sebelumnya pernah dilakukan oleh mahasiswa Universitas Sriwijaya menggunakan bahan baku yang berbeda yaitu minyak kedelai dan minyak jagung sementara sintesis poliol ester menggunakan CPO melalui reaksi asetilasi belum pernah dilakukan.

Proses sintesis poliol ester menggunakan CPO dilakukan dalam 3 tahap yaitu tahap epoksidasi yang bertujuan untuk memutus ikatan rangkap pada senyawa dengan menggunakan Hidrogen Peroksida sebagai pereaksi. Tahapan selanjutnya adalah proses hidroksilasi merupakan reaksi yang terbentuk melalui penambahan gugus hidroksi pada suatu senyawa organik. Reaksi ini bisa disebut dengan reaksi pembukaan cincin oksiran pada senyawa epoksida. Tahapan terakhir adalah reaksi asetilasi yaitu reaksi yang bertujuan untuk menghasilkan poliol ester melalui reaksi campuran antara poliol dengan Asam Asetat menggunakan katalis.

## 1.2.Rumusan Masalah

Pembuatan *biolubricants* biasanya dilakukan dengan menggunakan bahan baku *vegetable oil* seperti minyak kanola, minyak kedelai serta minyak sawit melalui proses transterifikasi dan pembukaan cicin oksiran. Dari latar belakang yang telah dijabarkan, dengan menggunakan minyak sawit (*Crude Palm Oil*) sebagai bahan baku dan menggunakan proses asetilasi untuk memproduksi poliol ester sebagai produk *biolubricants*, ingin diketahui kondisi optimum terkait temperatur serta lamanya waktu reaksi dan pengaruh penambahan katalis terhadap kualitas poliol ester yang dihasilkan. Selanjutnya juga akan mengkaji terkait pengaruh temperatur reaksi asetilasi terhadap nilai konstanta kinetika reaksi asetilasi.

Selain itu, melalui proses modifikasi kimia menggunakan proses asetilasi ingin diketahui sifat fisik dan kimia poliol ester yang dihasilkan seperti viskositas, indeks viskositas, *pour point* serta *flash point*.

### **1.3.Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengkaji mengenai kondisi optimum terkait temperatur serta lamanya waktu reaksi dan pengaruh penambahan katalis untuk menghasilkan poliol ester berbasis Crude Palm Oil (CPO)
- Mengkaji terkait pengaruh temperatur reaksi asetilasi terhadap nilai konstanta kinetika reaksi
- Menganalisa sifat fisik dan kimia poliol ester yang dihasilkan melalui proses asetilasi poliol dari *crude palm oil* (CPO)

### **1.4.Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini dibatasi hanya pada:

- 1) Bahan baku pembuatan poliol ester menggunakan poliol yang disintesis dari *crude palm oil* (CPO)
- 2) Temperatur reaksi asetilasi divariasikan 60, 70 dan 80 °C
- 3) Waktu reaksi asetilasi selama 15, 20, 25, 30 dan 35 min
- 4) Konsentrasi katalis yang digunakan bervariasi antara lain 1, 2 dan 3%
- 5) Volume sampel merupakan variabel tetap
- 6) Analisis sifat fisik dan kimia meliputi densitas, viskositas, indeks viskositas, *pour point* dan *flash point*

### **1.5.Manfaat Penelitian**

Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- 1) Dapat memberikan informasi kepada peneliti, akademisi, mengenai reaksi asetilasi serta kondisi optimum reaksi asetilasi pada minyak nabati

- 2) Dapat memberikan informasi mengenai produksi poliol ester sebagai *biolubricant* melalui proses asetilasi dengan menggunakan *crude palm oil (CPO)* sebagai bahan baku
- 3) Mengurangi pemakaian *lubricant* yang berasal dari minyak bumi (*mineral oil*)

## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC 1995. *Methode for Analysis Acid Number*
- Aprina, H., 2014. Analisis Pengaruh Harga *Crude Palm Oil* (CPO) Dunia Terhadap Nilai Tukar Riil Rupiah. *Bulletin Ekonomi Dan Perbankan*, 16(4).
- Arumugam, S., Sriram, G., Ellappan, R., 2014. Bio-Lubricant-Biodiesel Combination Of Rapeseed Oil: An Experimental Investigation On Engine Oil Tribology, Performance, And Emissions Of Variabel Compression Engine. *Energy* xxx (2014) 1-10.
- ASTM 445. *Methode for Coefisien Viscosity Kinematic*
- ASTM D1652. *Methode for Analysis Oxyrane Number*
- Aziz, N. A. M., Yunus, R., Rashied, U., Zulkifli, N. W.M., 2015. Temperatur Effect on Tribological Properties of Polyol Ester-Based Environmentally Adapted Lubricant. *Tribology International* 93 (2016) 43–49.
- Bart, J.C., Gucciardi, E., Cavallaro, S. 2013. Biolubricants Science and Technology. United States of America: WP Series in Energy.
- Boyde, S. dan Wilton, U. 2000. Hydrolytic Stability of Synthetic Ester Lubricants. *JSL* 16-4 29715'5" 0265-6582 \$8.00 + \$8.00 (1218/0100)
- Bps.go.id., 2018. Statistik Kelapa Sawit Indonesia. (diunduh tanggal 20 Maret 2022)
- Cecilia, J.A., Plata, D.B., Saboya, R.M.A., De Luna, F.M.T., Jr. Celio, L.C., Castelon, E.R., 2020. An Overview of The Biolubricant Production Process: Challenges and Future Perspectives. *Journal Processes* (8) 257. doi:10.3390/pr8030257.
- Čejka, J., Morris, R. E., & Nachtigall, P. (2017). Zeolites in Catalysis: Properties and Applications. *Croydon: The Royal Society of Chemistry*.
- CTP Mill Handbook, 2012. Hal 159
- Dibal, I.N. dan Okonkwo, P.C., 2017. Production of Biolubricant From Castor Oil. <https://www.researchgate.net/publication/318768547>.
- GAPKI, 2017. Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia, gapki.id (diunduh tanggal 20 Mei 2020).

- Gryglewicz, S., Piechocki, W., Gryglewicz, G., 2002. Preparation Of Polyol Esters Based on Vegetable and Animal Fats. *Bioresource Technology* 87 (2003) 35–39.
- Hariyadi, P., 2015. Mengenal Minyak Sawit Dengan Beberapa Karakter Unggulnya. <http://phariyadi.staff.ipb.ac.id/files/2015/01/2014-Buku-Mengenal-Minyak-Sawithttp://phariyadi.staff.ipb.ac.id/files/2015/01/2014-Buku-Mengenal-Minyak-Sawit-dengan-Beberapa-Karakter-Unggulnya.pdfdengan-Beberapa-Karakter-Unggulnya.pdf> (diunduh tanggal 17 Juni 2020)
- Hasibuan, Abdi.H, 2012. Kajian Mutu Dan Karakteristik Minyak Sawit Indonesia Serta Produk Fraksinasinya. *Jurnal Standardisasi* 14(2012).
- Heikal, E.K., Elmelawy, M.S., Khalil, S.A., Elbasuny, N.M., 2016. Manufacturing Of Environment Friendly Biolubricants From Vegetable Oils. *Egyptian Jurnal of Petroleum*.
- Ho, C.K., McAuley,K.B., Peppley, B.A., 2019. Biolubricants Through Renewable Hydrocarbons: A Perspective For New Opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 113 (2019) 109261.
- Idexmundi.com. 2020 (diunduh tanggal 20 Juli 2020).
- McNutt, J. and He, Q. S. 2016. Development of Biolubricants from Vegetable Oils Via Chemical Modification. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*.
- Lestari, I.P., 2015. Efektivitas Bentonit Teraktivasi Sebagai Penurun Kadar Ion Fosfat Dalam Perairan. Universitas Negeri Semarang.
- Levenspiel, Octave. 1972. “Chemical Reaction Engineering”, 2nd ed., John Wiley and Sons Inc: Singapore
- Mahmud, H.A., Salih, N., Salimon, J. 2015. Oleic Acid Based Polyesters of Trimethylolpropane and Pentaerythritol for Biolubricant Application. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 19(1): 97 - 105
- Masudi, A., & Muraza, O. 2018. Vegetable Oil to Biolubricants: Review on Advanced Porous Catalysts. *Energy & Fuels*. 32(10): 10295–10310.
- Maurad, A., Zulina, Yeong, Kian, S., Idris, Zainab, 2017. Process Of Producing Palm-Based Polyol Esters. *Malaysian Palm Oil Board*. WO/2018/124873.

- Mobarak, H.M., Mohamad, E.N., Masjuki, H.H., Kalam, M.A., AlMahmud, K.A.H., Habibullah, M., Ashraful, A.M., 2014. The Prospects of Biolubricants as Alternatifs in Automotive Applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33(2014)34–43.
- Morristown, D., Carr, Hutter, Edison, J., Kelley, Princeton, R, 2017. Production Of Polyol Ester Lubricants For Refrigeration Systems. *European Patent Spesification*. WO 2010/085545
- N, Raghavendra.P., R,Harish.K., S, Naveena.H., 2018. Production and Testing of Bio Lubricant From Pongamia And Simarouba Seeds. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 119 (18): 2835-2844.
- Nie, J. 2012. Synthesis And Evaluation of Polyol Based Biolubricants from Vegetable Oils. University of Saskatchewan. Saskatoon, Canada.
- Nor, N.M., Derawi, D., Salimon, J., 2017. Chemical Modification of Epoxidized Palm Oil for Biolubricant Application. *Malaysian Journal of Analytical Science*, 21(1): 1423111431.
- Rahardja,I.B., Sukarman, Ramadhan.A.I, 2019. Analisis Kalori Biodiesel *Crude Palm Oil* (CPO) dengan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATTKS). *Jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek*
- Said, M., Agustria, Utama, D.U., 2017. Sintesis Poliolester Melalui Reaksi Asetilasi Senyawa Poliol Minyak Jagung. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(3).
- Said, M., Hermanto, B.R.M., Defitra, M.A., Sandi, F., Vernando, R. 2020. Synthesis of Epoxide and Polyol Compounds as Intermediates for Biolubricant from Soybean Oil. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 10(1). ISSN: 2088-5334
- Sari, F., Abdurokhman, I., Gunardi, I. 2014. Pemanfaatan Bentonit dan Karbon Sebagai Support Katalis NiO-MgO pada Hidrogenasi Gliserol. *Jurnal Teknik Pomits Vol. 3, No. 2, (2014)* ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print).
- Simaremare, H.C., Wahyuni, N. 2020. *Sintesis Poliolester Melalui Reaksi Asetilasi Senyawa Poliol Minyak Kedelai*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Sriwijaya.
- SNI 06-4085-1996. Prosedur Analisis Densitas
- Susanto, T. (2011). Study on the Adsorption of Dithizone-Immobilized Activated

- Natural. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 22(1): 41–47.
- Tan, K. H., Awala, H., Mukti, R. R., Wong, K. L., Ling, T. C., Mintova, S., Ng, E. P. (2016). Zeolite Nanoparticles as Effective Antioxidant Additive for the Preservation of Palm Oil-Based Lubricant. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 58: 565– 571.
- Urnness, K.N., Gough, R.V., Widegren, J.A., Bruno, T.J. 2016. Thermal Decomposition Kinetics of Polyol Ester Lubricants. *acs.energyfuels*. 6b01863
- Viscosity Classification. <https://www.tribology-abc.com/abc/viscosity.htm>  
(diunduh 02 Feb 22; 12:05 a.m)
- Yunus, R., Razi, A.F., Ooi, T.L., Omar, R., Idris, A. 2005. Synthesis of Palm Oil Based Trimethylolpropane Esters with Improved Pour Points. *Ind. Eng. Chem. Res.* 44: 81788183
- Yursal, M.H., Irdoni, Nirwana. 2019. Sintesis Biopalumas dari Minyak Biji Karet: Pengaruh Katalis NaOCH<sub>3</sub> dan Waktu Reaksi terhadap Yield Biopalumas. *JOM FTEKNIK*, 6 Edisi 1 Januari s/d Juni