



## PENAMBAHAN KATALIS ASAM SULFAT DALAM PEMBUATAN BIOLUBRICANT DENGAN BAHAN BAKU PALM KERNEL OIL (PKO)

Agnis Suwartini\*, Aneasari Meidinariasty, Yulianto Wasiran

Prodi Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya  
Jalan Srijaya Negara, Palembang, Sumatera Selatan, 30139

\*E-mail: [suwartiniagnis@gmail.com](mailto:suwartiniagnis@gmail.com)

---

### Abstract

Around 80% of lubricants on the market place are mineral oil obtained from petroleum that has been separated and refined, and the other from synthetic oil. High consumption of mineral and synthetic oil make pollution that has bad effect for environment. Biolubricant can be used in its place since it is ecologically benign and readily breaks down. The purpose of this research is to determine the ideal amount of catalyst and reaction temperatures in the formation of tri-ester synthesis, as well as to obtain biolubricant from Palm Kernel Oil (PKO) that comply with SNI 06-7069.5-2005. This research began with the manufacture of FAME, the formation of Di-Ester, and Tri-Ester synthesis with variations in the amount catalyst are 4%, 6% and using reaction temperatures of 90 °C, 110 °C, 130 °C, 150 °C, 170 °C. The result from this research are a density of 0,8860 – 0,8995 gr/cm<sup>3</sup>, a kinematic viscosity of 26,6654 – 28,6017 mm<sup>2</sup>/s, a pour point of 6 – 1 °C and a golden color.

**Keywords:** Biolubricant; Palm Kernel Oil; Tri-Ester

---

### Abstrak

Pelumas yang beredar di pasaran sekitar 80% adalah pelumas mineral yang dihasilkan melalui pemisahan dan pemurnian minyak bumi, dan sebagian lagi berasal dari pelumas sintesis. Penggunaan pelumas mineral dan pelumas sintesis yang tinggi menyebabkan polusi yang berdampak buruk bagi lingkungan. Biolubricant (biopelumas) dapat digunakan sebagai gantinya karena ramah lingkungan, dan mudah terurai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jumlah katalis dan suhu reaksi yang ideal dalam pembentukan sintesis tri-ester, serta untuk menghasilkan biolubricant dari Palm Kernel Oil (PKO) yang memenuhi standar SNI 06-7069.5-2005. Metode penelitian dimulai dengan pembuatan FAME, pembentukan Di-Ester, dan sintesis Tri-Ester dengan variasi jumlah katalis sebesar 4%, dan 6% dengan suhu reaksi 90 °C, 110 °C, 130 °C, 150 °C, 170 °C. Hasil biolubricant yang didapatkan yaitu densitas 0,8860 – 0,8995 gr/cm<sup>3</sup>, viskositas kinematik 26,6654 – 28,6017 mm<sup>2</sup>/s, titik tuang 6 – 1 °C, dan berwarna keemasan.

**Kata Kunci:** Biolubricant; Palm Kernel Oil; Tri-Ester

---

## 1. Pendahuluan

Pelumas yang beredar di pasaran sekitar 80% adalah pelumas mineral yang dihasilkan melalui pemisahan dan pemurnian minyak bumi, dan sebagian lagi berasal dari pelumas sintesis[1]. Penggunaan pelumas mineral dan pelumas sintesis yang tinggi mengakibatkan polusi yang berdampak buruk bagi lingkungan karena bersifat racun pada lingkungan. *Biolubricant* dapat digunakan sebagai pengganti pelumas *non biodegradable* (tidak dapat terurai). *Biolubricant* atau yang biasa disebut biopelumas adalah pelumas yang cepat terurai (*biodegradable*), ramah lingkungan, tidak berbahaya bagi manusia, serta bahan baku yang dapat diperbarui (*renewable*)[2]. *Biolubricant* dapat terdegradasi di dalam tanah lebih dari 98%, berbeda dengan pelumas mineral dan sintesis yang mengalami degradasi sekitar 20 – 40%.

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *biolubricant* yaitu berupa minyak nabati atau hewani. Minyak kelapa sawit merupakan salah satu jenis minyak nabati utama yang dihasilkan di Indonesia. Terdapat dua jenis minyak yang dihasilkan dari pohon kelapa sawit yaitu minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) dan minyak inti kelapa sawit (*Palm Kernel Oil*). *Crude Palm Oil* (CPO) merupakan hasil ekstraksi dari bagian *mesocarp* buah sawit, sedangkan *Palm Kernel Oil* dihasilkan dari ekstraksi biji sawit[3].

*Palm Kernel Oil* (PKO) digunakan sebagai bahan baku *biolubricant* karena PKO merupakan alternatif yang lebih berkelanjutan daripada minyak bumi, produk utama kedua setelah CPO, mudah diperoleh, serta memiliki ketersediaan yang baik[3]. Akan tetapi, terdapat kelemahan diantaranya stabilitas oksidatif yang rendah yang dapat mengakibatkan meningkatnya volatilitas, keasaman minyak, serta korosi. Masalah ini dapat ditanggulangi dengan penambahan zat adiktif untuk memodifikasikan minyak tersebut[4].

Katalis asam sulfat adalah katalis asam mineral yang memiliki konsentrasi ion  $H^+$  yang dapat mempercepat terbentuknya kesetimbangan dengan membantu pembentukan *intermediet* sehingga reaksi berjalan semakin cepat[5].

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suhu reaksi dan jumlah katalis yang ideal dalam pembentukan sintesis tri-ester, serta untuk memperoleh *biolubricant* dari *Palm Kernel Oil* yang memenuhi standar SNI 06-7069.5-2005.

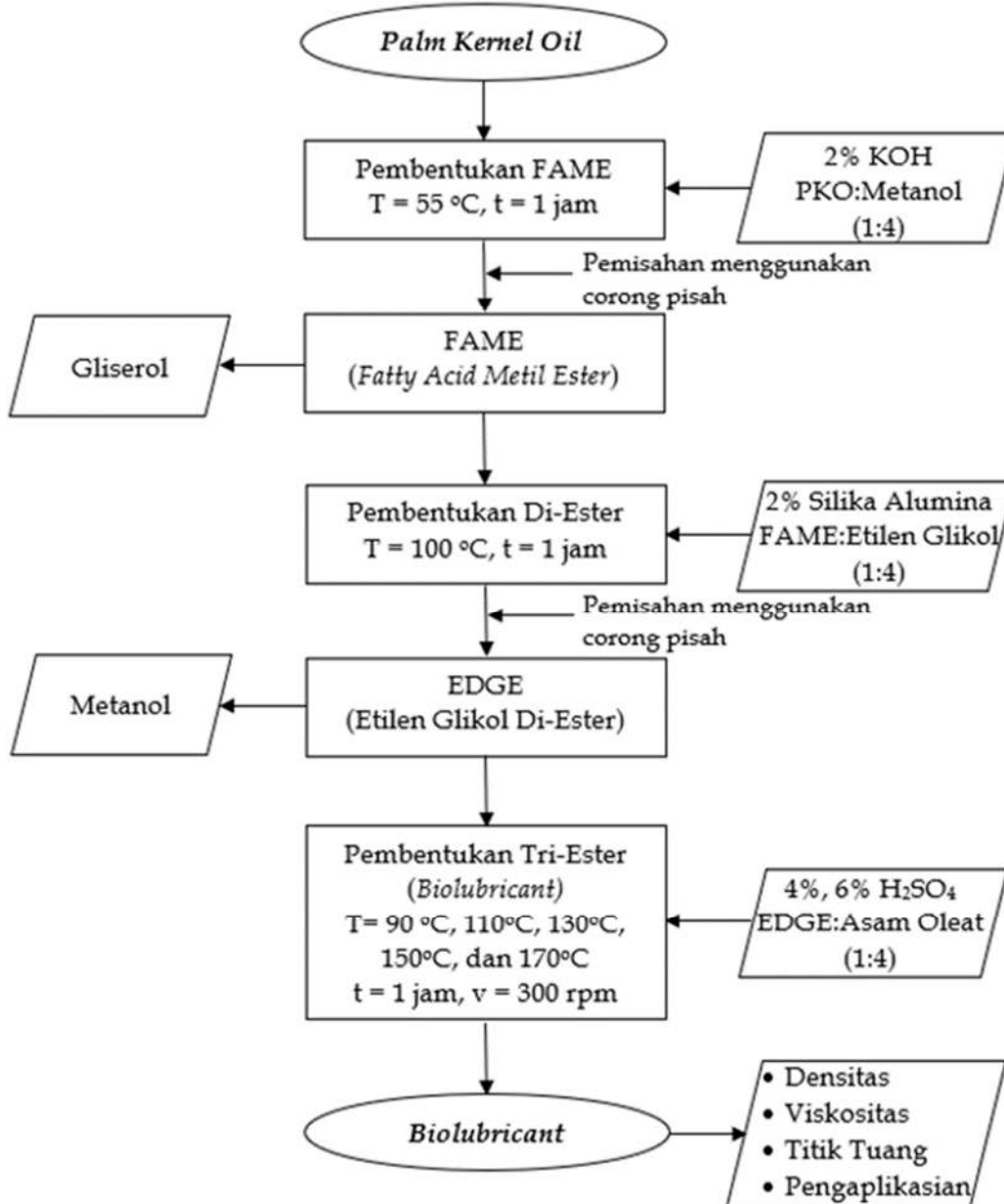
## 2. Metode Penelitian

Alat – alat yang digunakan pada pembuatan *biolubricant* antara lain *hotplate*, *magnetic stirrer*, gelas kimia, corong pisah, termometer, *spatula*, pipet ukur, bola karet, kaca arloji, neraca analitik, piknometer, dan *viscometer*.

Bahan baku yang digunakan yaitu *palm kernel oil* (PKO), serta bahan lainnya yang terdiri dari kalium hidroksida, metanol, silika alumina, asam sulfat, etilen glikol, dan asam oleat.

Variabel tetap pada penelitian ini yaitu *Palm Kernel Oil* 800 ml, jumlah katalis kalium hidroksida dan silika alumina 2% dari bahan baku, kecepatan pengadukan 300 rpm dengan waktu reaksi 1 jam, dan perbandingan rasio EDGE:Asam Oleat 1:4. Untuk variabel bebasnya yaitu jumlah katalis asam sulfat 4% dan 6%, serta suhu reaksi 90 °C, 110 °C, 130 °C, 150 °C, dan 170 °C.

Berikut adalah langkah - langkah prosedur penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan *Biolubricant*

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan produk *biolubricant* dengan bahan baku menggunakan *Palm Kernel Oil* yang nantinya diukur terhadap SNI 06-7069.5-2005. Dimana, produk yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Hasil Biolubricant**

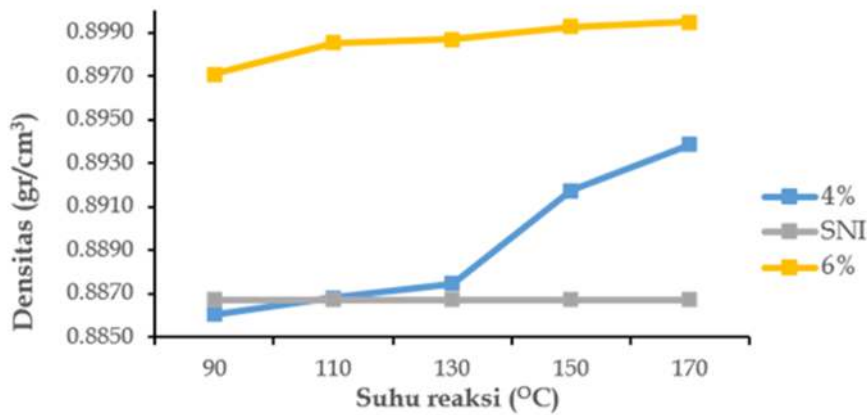
*Biolubricant* yang dihasilkan mempunyai karakteristik fisik berwarna keemasan apabila terjadi peningkatan suhu, pada suhu 90 °C *biolubricant* berwarna kuning pucat, suhu 130 °C berwarna kuning, dan suhu 150 °C berwarna keemasan. Produk *biolubricant* mempunyai aroma dan bentuk seperti minyak dan kental. Karakteristik *biolubricant* ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Karakteristik Biolubricant yang Dihasilkan**

No.	Jumlah Katalis	Suhu (°C)	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	Viskositas Kinematik (mm <sup>2</sup> /s)	Titik Tuang (°C)
1.		90	0,8860	26,6654	5,5
2.		110	0,8868	26,7493	5,5
3.	4%	130	0,8875	26,8587	6,0
4.		150	0,8917	27,1731	5,0
5.		170	0,8939	27,3395	3,0
6.		90	0,8971	27,5832	5,0
7.		110	0,8985	27,6337	4,0
8.	6%	130	0,8987	28,0612	3,0
9.		150	0,8993	28,3507	3,0
10.		170	0,8995	28,6017	1,0

#### **Hubungan Suhu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Densitas Biolubricant**

Massa jenis atau yang biasa dikenal dengan densitas adalah pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan standar pengukuran massa tertentu per satuan volume. Fungsi dari analisis densitas adalah untuk mengetahui massa senyawa yang berdampak pada nilai viskositasnya[6]. Grafik analisis densitas *biolubricant* ditunjukkan di bawah ini.



**Gambar 3. Hubungan Suhu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Densitas**

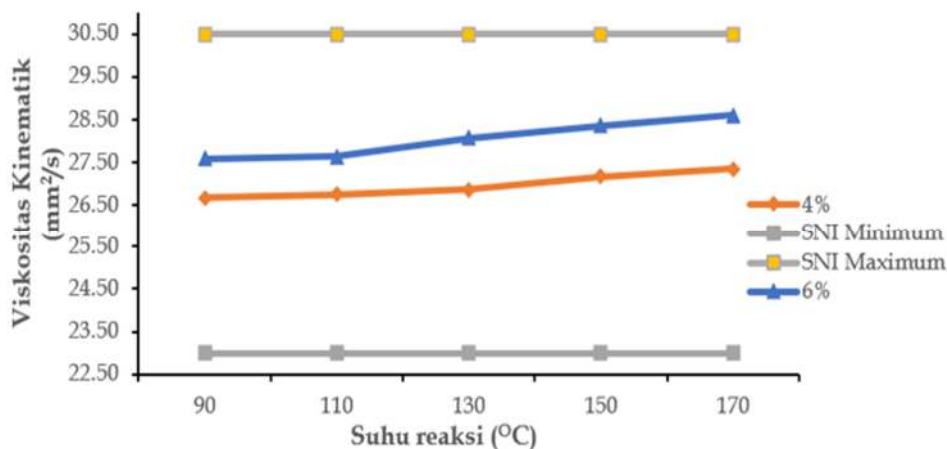
Hasil dari penelitian yang diperoleh pada Gambar 3, menggambarkan bahwa densitas mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya suhu reaksi dan jumlah katalis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh densitas sebesar 0,8860 – 0,8995  $\text{gr}/\text{cm}^3$  sedangkan Standar Nasional Indonesia (SNI) *biolubricant* 0,8867 – 1  $\text{gr}/\text{cm}^3$ . Pada jumlah katalis 6% dengan suhu reaksi 170 °C sebesar 0,8995  $\text{gr}/\text{cm}^3$  merupakan kondisi yang terbaik. Nilai densitas telah memenuhi SNI 06-7069.5-2005.

Densitas mengalami peningkatan dengan bertambahnya suhu reaksi dan jumlah katalis. Hal ini disebabkan karena meningkatnya jumlah katalis yang mengarah pada penambahan rantai senyawa karbon. Akibatnya, nilai densitas meningkat dan rantai senyawa pendek menjadi lebih panjang[7].

Selain itu, kecepatan pengadukan yang digunakan yaitu 300 rpm, dimana densitas meningkat dengan homogenitas larutan karena lebih banyak zat terlarut dapat larut dalam setiap volume pelarut[8].

#### **Hubungan Suhu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Viskositas *Biolubricant***

Kekentalan atau yang biasa dikenal dengan viskositas adalah jumlah gesekan dalam fluida yang ditunjukkan oleh ukuran kekentalannya. Semakin tinggi viskositas fluida, semakin kental lapisan yang terbentuk. *Biolubricant* dengan viskositas yang tinggi, akan menghasilkan lapisan yang lebih kental, sehingga meningkatkan kemampuannya dalam membersihkan permukaan logam yang terlumasi[9]. Berikut merupakan grafik hasil analisa viskositas *biolubricant*.



**Gambar 4. Hubungan Suhu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Viskositas**

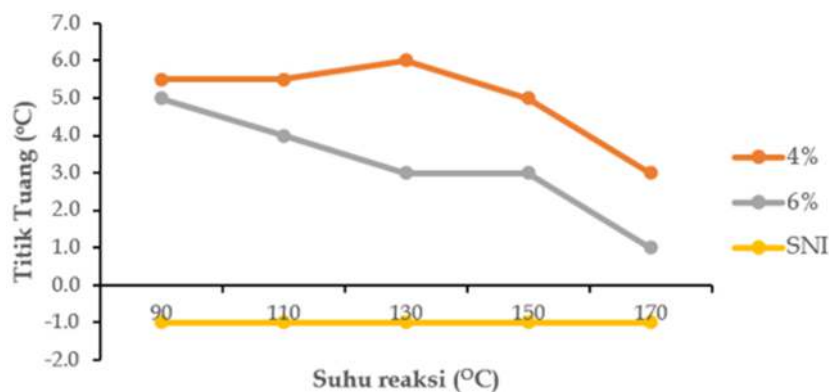
Berdasarkan yang diperoleh pada Gambar 4, nampak bahwa viskositas yang didapat meningkat seiring meningkatnya suhu reaksi dan bertambahnya jumlah katalis. Dari hasil penelitian diperoleh viskositas kinematik berkisar 26,6654 - 28,6017 mm<sup>2</sup>/s, sedangkan SNI *biolubricant* 23 - 30,5 mm<sup>2</sup>/s. Semua sampel telah memenuhi nilai viskositas sesuai dengan SNI 06-7069.5-2005.

Suhu merupakan faktor utama dalam viskositas, karena variasi suhu juga mempengaruhi viskositas pelumas. Suhu yang digunakan untuk mengukur viskositas yaitu 40 °C. Lebih mudah bagi konsumen untuk memilih pelumas yang tepat untuk mesin kendaraannya ketika viskositas pengukuran pada suhu 40 °C[4].

Penentuan viskositas dapat ditinjau dari berbagai aspek antara lain suhu reaksi, jumlah katalis, dan kecepatan pengadukan. Pada proses reaksi pembentukan tri-ester menunjukkan bahwa dengan meningkatnya suhu reaksi maka terjadi peningkatan viskositas akibat terbentuknya deposit senyawa, yang dapat mengakibatkan endapan pada produk *biolubricant*. Selain itu, penambahan jumlah katalis asam sulfat juga meningkatkan kekentalan produk *biolubricant*[7]. Viskositas yang tinggi pada *biolubricant* meningkatkan gaya resistensi komponen mesin yang berpotensi menurunkan efisiensi tenaga mesin.

#### Hubungan Suhu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Titik Tuang *Biolubricant*

Suhu terendah saat pelumas dapat mengalir dalam kondisi tertentu ketika didinginkan tanpa mengganggu batasannya disebut *pour point* atau juga dikenal dengan titik tuang[7]. Tujuan dari menentukan titik tuang adalah untuk mencegah *biolubricant* membeku saat dingin.



**Gambar 5. Hubungan Suhu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Titik Tuang**

Berdasar Gambar 5, nampak bahwa titik tuang akan mengalami penurunan apabila suhu reaksi dan jumlah katalis meningkat. SNI 06-7069.5-2005 nilai titik tuang -1 °C. Untuk penelitian ini, diperoleh titik tuang berkisar 6 - 1 °C. *Biolubricant* yang dihasilkan bisa direkomendasikan pada daerah tropis dengan suhu 20 - 35 °C.

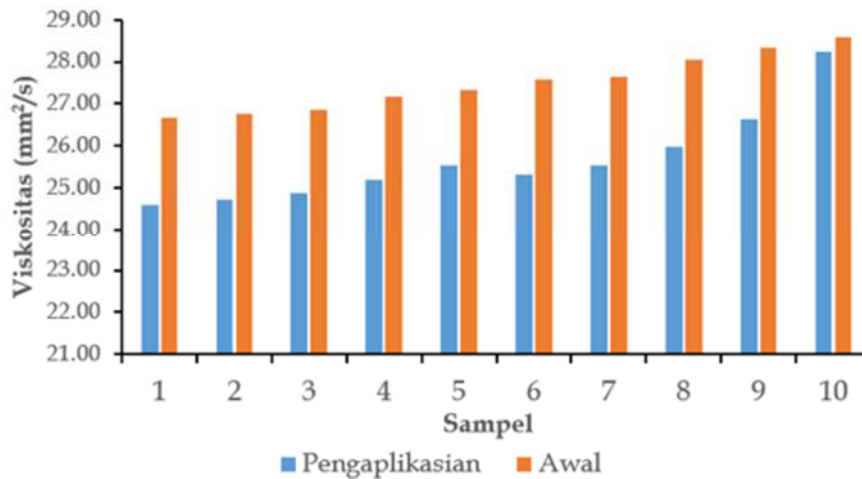
Menurunnya titik tuang disebabkan oleh meningkatnya jumlah katalis dan suhu reaksi. Hal ini terjadi karena suhu mempengaruhi struktur molekul dan interaksi antara molekul dalam pelumas, sehingga pada saat suhu tinggi interaksi ini akan melemah, serta apabila derajat ketidakjenuhan meningkat maka titik tuang akan semakin rendah[6].

Hal ini menerangkan jika *biolubricant* cocok digunakan pada daerah tropis, sedangkan pada daerah beriklim dingin tidak cocok karena apabila digunakan di daerah beriklim

dingin akan mengakibatkan pembekuan pada *biolubricant* sehingga nantinya akan merusak kinerja mesin.

#### Pengaplikasian Produk *Biolubricant* dengan Viskositas Suhu 80 °C

Pada saat pengaplikasian atau pemanasan kembali, viskositas berkorelasi negatif dengan suhu. Apabila suhu meningkat, maka viskositasnya menurun. Hal ini karena semua minyak pelumas apabila terjadi pemanasan kembali akan menjadi lebih cair atau encer, sedangkan saat suhu rendah akan menjadi pekat atau kental[10].



**Gambar 6. Pengaplikasian *Biolubricant* dengan Viskositas suhu 80 °C**

Dapat dilihat pada Gambar 6 bahwa pada viskositas suhu awal yaitu 40 °C *biolubricant* kental, sedangkan pada saat pengaplikasian suhu 80 °C viskositas menjadi turun dan encer.

Dari 10 sampel *biolubricant* yang dihasilkan, menunjukkan bahwa nilai viskositas 10 sampel mengalami penurunan seiring dengan kenaikan suhu. Dimana sampel 1, pada suhu 40 °C sebesar 26,66 mm<sup>2</sup>/s, sedangkan pada suhu 80 °C sebesar 24,58 mm<sup>2</sup>/s. Sampel 1 mengalami penurunan yang drastis pada suhu 80 °C, sedangkan pada sampel 10, suhu 40 °C sebesar 28,60 mm<sup>2</sup>/s dan suhu 80 °C sebesar 28,23 mm<sup>2</sup>/s. Sampel 10 tidak mengalami perubahan yang signifikan pada suhu 80 °C.

Viskositas akan menurun dengan kenaikan suhu karena *biolubricant* yang telah mengalami pemanasan dengan suhu tinggi mempunyai kerapatan yang kecil, sehingga mengakibatkan kerapatannya dan ikatan antar molekulnya berkurang akibat pemanasan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa, suhu reaksi dan jumlah katalis asam sulfat yang terbaik dalam pembentukan sintesis tri-ester yaitu terdapat di jumlah katalis 6% dengan suhu reaksi 170 °C. *Biolubricant* yang dihasilkan sesuai dengan SNI 06-7069.5-2005 yaitu warna *biolubricant*, densitas, viskositas kinematik, sedangkan untuk nilai titik tuang belum memenuhi. Namun, *biolubricant* yang dihasilkan bisa direkomendasikan untuk daerah tropis.

## Referensi

- [1] Gasni, D., Razak, K. A., Ridwan, A., & Arif, M., 2019, "Pengaruh Penambahan Minyak Kelapa dan Sawit Terhadap Sifat Fisik dan Tribologi Pelumas SAE 40", *Jurnal METTEK*, 5(1), 1-9.
- [2] Rochmat, A., Nurhanifah, A. H., Parviana, Y., & Suaedah, S., 2018, "Biolubrication Synthesis Made from Used Cooking Oil and Bayah Natural Zeolite Catalyst", *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 21(3), 113-117. doi: <https://doi.org/10.14710/jksa.21.3.113-117>
- [3] Paramitha, A., & Ekawati, R., 2022, "Analisis Karakteristik Mutu Palm Kernel Oil (PKO) Asal PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Pabatu", *AGRIBIOS: Jurnal Ilmiah*, 20(1), 50-62.
- [4] Siskayanti, R., & Kosim, M. E., 2017, "Analisis Pengaruh Bahan Dasar Terhadap Indeks Viskositas Pelumas Berbagai Kekentalan", *Jurnal Rekayasa Proses*, 11(2), 94-100. doi: <https://doi.org/10.22146/jrekpros.31147>
- [5] Jaya, J. M., & Susanti, M. M., 2020, "Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis Asam Sulfat Pekat terhadap Hasil Derajat essterifikasi Etil Laurat". *Medsains*, 6(2), 42-47.
- [6] Prima, F. A., Yerizam, M., & Yuliati, S., 2023, "Produksi Biopelumas dari Minyak Biji Karet Menggunakan Katalis Silika Alumina", *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 22069-22075.
- [7] Anistiawan, S. B., Hasan, A., & Dewi, E., 2022, "Pembuatan Bio - Pelumas dari Fatty Acid Methly Ester (FAME) yang Berbahan Baku Crude Palm Oil (CPO)", *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 2(7), 341-347. doi: <https://doi.org/10.52436/1.jpti.199>
- [8] Permanadewi, I., Kumoro, A. C., Wardhani, D. H., & Aryanti, N., 2021, "Analysis of Temperature Regulation, Concentration, and Stirring Time at Atmospheric Pressure to Increase Density Precision of Alginate Solution", *TEKNIK*, 42(1), 29-34. doi: <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i1.35994>
- [9] Prasetyowati, R., 2015, "Uji Viskositas Pemakaian Pelumas Mesin Kendaraan Bermotor", *J. Sains Dasar*, 4(1), 42-48.
- [10] Lumbantoruan, P., & Yulianti, E., 2019, "Pengaruh Suhu terhadap Viskositas Minyak Pelumas (Oli)", *Jurnal Sainmatika*, 13(2), 26-34.