

Pembuatan Bio – Pelumas dari *Fatty Acid Methly Ester (FAME)* yang Berbahan Baku *Crude Palm Oil (CPO)*

Shohibulloh Bayu A^{*1}, Abu Hasan², Erwana Dewi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia
Email: ¹sohibullohbayu@gmail.com, ²abu_hasan@polsri.ac.id, ³erwana@gmail.com

Abstrak

Pada saat ini terjadi polusi yang terus bertambah, disebabkan oleh beberapa faktor antara lain seperti penggunaan pelumas yang terus bertambah dan setelah digunakan dibuang saja hal ini menyebabkan pencemaran pada lingkungan. Limba Pelumas merupakan limbah yang tergolong dalam *non – biodegradable* yang mengandung limbah B3, yang dibuang setelah pemakaian pelumas itu sendiri sehingga akumulasi limbah akan bertambah dan akan mencemari tanah, air dan udara. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu diganti pelumas *non – biodegradable* menjadi bio – pelumas. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan Bio – Pelumas yang akan dibandingkan dengan standar SNI 06-70695-205. Dengan Metode proses pembentukan Di – Ester dari FAME dengan etilen glikol dan CaO serta pembentukan Tri – Ester dengan Asam Laurat dan H₂SO₄. Dengan variasi perbandingan Rasio Asam Laurat : EGDE adalah 1:2, 1:4, 1:6, jumlah katalis 0,5%, 1%, 1,5%, suhu reaksi 120 °C – 160 °C. Hasil Penelitian ini didapatkan Bio – Pelumas dengan Densitas 0.7382 gr/ cm³, Viskositas Kinematik 24,1 – 29 mm²/s, *Pour Point* 5,2 – 9 °C dan warna Bening kuning keemasan.. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwasanya masih ada beberapa yang belum memenuhi standar SNI yang diharapkan, pada viskositas kinematik dan *pour point* masih belum memenuhi standar, akan tetapi pada Densitas dan Warna telah memenuhi standar.

Kata kunci: *Bio–pelumas, FAME (biodiesel), Limbah B3.*

Production of Bio – Lubricants from Fatty Acid Methly Ester (FAME) made from Crude Palm Oil (CPO)

Abstract

At this time there is a lot of pollution that continues to grow, caused by several factors, such as the use of lubricants that continues to increase and after being used it is just thrown away, this causes pollution to the environment. Lubricant waste is non-biodegradable waste that contains B3 waste, which is disposed of after the use of the lubricant itself so that the accumulation of waste will increase and will pollute the soil, water, and air. To overcome this, it is necessary to replace non-biodegradable lubricants with bio-lubricant. The purpose of this research is to obtain Bio-Lubricant which will be compared with the standard of SNI 06-70695-205. With the Di-Ester formation process method from FAME with ethylene glycol and CaO and the Tri-Ester formation with Lauric Acid and H₂SO₄. With variations in the ratio of Lauric Acid: EDGE ratio is 1:2, 1:4, 1:6, the amount of catalyst is 0.5%, 1%, 1.5%, the reaction temperature is 120 °C - 160 °C. The results of this study obtained Bio-Lubricants with a Density of 0.7382 gr/cm³, Kinematic Viscosity of 24.1 – 29 mm²/s, *Pour Point* 5.2 – 9 °C, and a clear golden yellow color. has not met the expected SNI standard, the kinematic viscosity and *pour point* still do not meet the standard, but the Density and Color have met the standard.

Keywords: *Bio–lubricants, FAME (biodiesel), B3 waste.*

1. PENDAHULUAN

Minyak Pelumas atau biasa yang disebut dengan pelumas merupakan salah satu produk dari minyak bumi dan juga bisa dibuat dengan cara sintesis dengan melalui rangkaian proses kimia, yang mengandung senyawa – senyawa *aromatic* dengan beberapa indeks viskositas rendah dan tidak dapat dipisahkan dengan mesin [1]. Fungsi utama pada dari pelumas itu sendiri mengurangi gesekan antara dua bidang atau permukaan yang bersinggungan, sebagai media pembawa panas/pendingin untuk mencegah adanya karat pada setiap mesin itu sendiri. Pada prinsip dasar dari sistem kerja pelumas itu sendiri untuk mencegah terjadinya gesekan antara dua permukaan logam yang bergerak pada mesin, sehingga gerakan dari masing – masing logam dapat lancar tanpa

banyak energi yang terbuang . Kebutuhan Pelumas dari tahun 1998 sampai 2015 telah mencapai 3,5 – 35 Juta ton/tahun dan sekitar 55% dari total pemakaiannya terbuang ke lingkungan [2]. Salah satu polusi lingkungan disebabkan oleh pelumas , sesuai data diatas bahwasanya banyak limbah B3 yang dibuang setelah pemakaian pelumas itu sendiri sangat besar dan limbah tersebut juga merupakan tergolong *non – biodegradable*. Pelumas bekas yang dibuang langsung ke lingkungan, bahan *volatil* yang ada di dalam pelumas akan terekspos sehingga dapat mencemari udara. Maka dari itu untuk mengatasi hal tersebut perlu digantinya bahan dasar Bio – Pelumas sehingga akan mudah didaur ulang dan yang pasti ketika dipakai tidak mencemari lingkungan. Salah satu bahan baku pembuatan bio – pelumas yaitu CPO (*Clude Palm Oil*), CPO tidak langsung menjadi pelumas tetapi masih memerlukan proses untuk mengubah CPO menjadi Senyawa ester. Hal tersebut dikarenakan CPO belum memenuhi standar dari pelumas itu sendiri selain itu juga CPO tidak stabil terhadap reaksi oksidasi [2].

CPO dibuat menjadi FAME melalui proses esterifikasi – transesterifikasi menggunakan katalis asam kuat atau basa kuat , seperti H_2SO_4 atau bias menggunakan KOH. Hal ini untuk merubah ikatan jenuh dan tak jenuh menjadi senyawa metil ester , hal tersebut bias terjadi karena adanya penurunan ikatan jenuh dan tak jenuh menjadi senyawa yang berbeda [3].

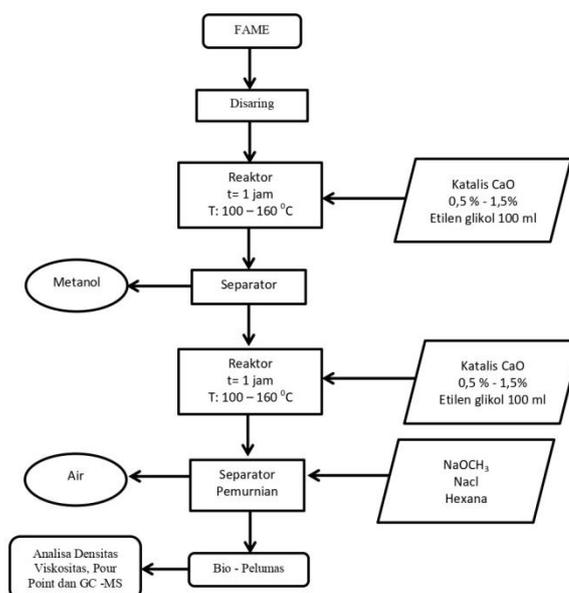
Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya pada pembuatan Bio – Pelumas dengan menggunakan Minyak Bunga Matahari dan didapatkan karakteristik yaitu Indeks Viskositas $140 N.s/m^2$ dan memiliki *Pour Point* $10 ^\circ C$. Lalu penelitian yang lain dilakukan oleh Jumat , dkk (2013) pembuatan bio – pelumas menggunakan bahan CPO (*Crude Palm Oil*) dengan mendapatkan karakteristik yaitu Densitas $0,8867 gr/ml$, viskositas kinematic $20,2 mm^2/s$, titik tuang $-1^\circ C$ [4].

Tujuan pada penelitian ini yaitu, Menentukan perbandingan perbandingan campuran antara Asam Laurat:EGDE yang optimal untuk mendapatkan kondisi yang terbaik , Mendapatkan jumlah katalis yang digunakan dan suhu reaksi untuk mendapatkan kondisi yang optimal , Mendapatkan Bio – Pelumas dari FAME yang akan dibandingkan dengan Standar SNI 06-70695-205.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama 3 (Tiga) bulan dimulai bulan April - Juni 2022 dan bertempat di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Bahan - bahan yang digunakan adalah FAME (*Fatty Acid Methly Ester*), Etilen Glikol, CaO, Asam Laurat, H_2SO_4 , Heksana , NaCl , dan $NaOCH_3$. Dengan menggunakan alat Reaktor Berpengaduk , gelas kimia , *Hot Plate* , kaca arloji , erlenmeyer , spatula, Piknometer dan viskometer.

Pada penelitian ini kami menggunakan Variabel tetap yaitu , Jumlah Volume FAME 250 ml , Etilen Glikol 100 ml, valume EGDE 110 ml , kecepatan pengadukan 160 rpm , dan waktu reaksi 1 jam. Serta variabel bebas yaitu, Perbandingan Rasio EGDE : Asam Laurat adalah 1:2 , 1:4, 1:6 , Jumlah katalis adalah 0,5% , 1% , 1,5% dan suhu reaksi $100 ^\circ C$, $120^\circ C$, $140^\circ C$, $160^\circ C$. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

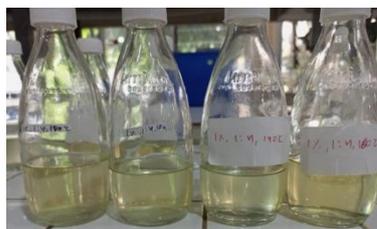


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Produk Bio–Pelumas

Pada penelitian ini menghasilkan produk Bio – Pelumas yang dimana pembuatannya dari FAME yang berbahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) yang nantinya akan dibandingkan dengan Standar SNI 06-70695 – 205, 2020 mengenai standar SNI untuk motor beroda gigi Hasil bio – pelumas dapat dilihat sebagai berikut.

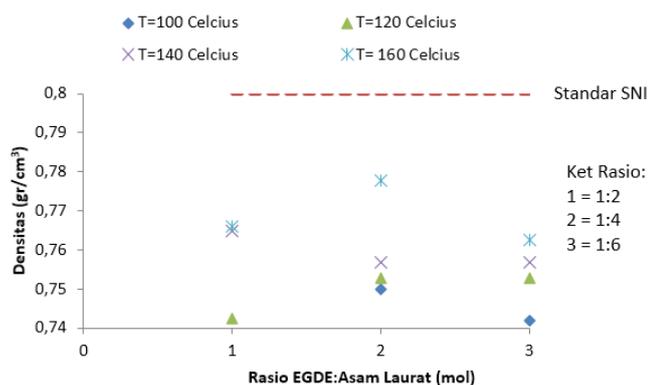


Gambar 2. Produk Bio - Pelumas

Pada hasil bio – pelumas dimana produk memiliki struktur fisik yang berwarna kuning bening, berbau menyengat dan memiliki struktur yang kental dan lengket. Pada hasil analisa yang telah dilakukan, mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada table 4.1 dan 4.2. Dimana pada hasil ini masih ada analisa yang belum memenuhi standar tetapi ada juga yang telah memenuhi standar. Pada analisa yang memenuhi standar terdapat pada analisa warna, dan Viskositas Kinematik. Analisa yang tidak memenuhi standar terdapat pada analisa Densitas dan *Pour Point*.

3.2. Pengaruh Jumlah Katalis, Rasio EGDE:Asam Laurat dan Suhu Proses terhadap Densitas Produk Bio – Pelumas

Densitas atau berat jenis merupakan jumlah massa per jumlah volume dari suatu cairan. Densitas merupakan salah satu sifat fisik yang dapat dijadikan indikasi dalam mengetahui jenis produk atau senyawa tertentu. Fungsi utama dari menganalisa densitas untuk mengetahui massa dalam suatu senyawa, yang dimana massa ini nantinya akan mempengaruhi nilai Viskositas [5]. Berikut merupakan gambar grafik dari hasil analisa densitas produk Bio–Pelumas.

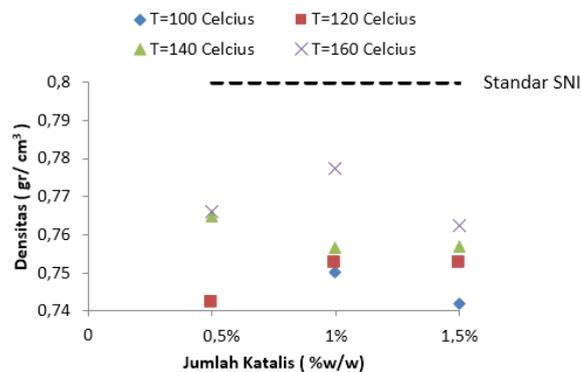


Gambar 3. Pengaruh Jumlah Katalis dan Suhu Proses terhadap Densitas Produk Bio – Pelumas

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya pada pembuatan bio – pelumas dari bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) mendapatkan hasil nilai densitas 0,8867 gr/cm³ dengan jumlah katalis 0,5%, 1% dan Rasio CPO : Asam Fosfat 3:1 , 6:1 [2]. Pada penelitian ini , densitas produk yang diperoleh berkisar dari 0.7382 – 0.7777 gr/ml.

Standar SNI 06 – 70695 – 205 mengenai Pelumas untuk Motor roda gigi memiliki range densitas 0.8867 – 1 gr/ml [6]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Jumat, dkk (2012) telah memenuhi standar SNI pada nilai densitas, dan pada penelitian ini nilai densitasnya tidak memenuhi standar. Hal ini dikarenakan terlihat pada gambar 3 dan 4, densitas semakin naik dengan seiringnya suhu yang tinggi dan bertambahnya jumlah katalis disertai dengan semakin kecil rasio yang digunakan hal ini dapat membuat nilai densitas optimal atau tinggi. Hal

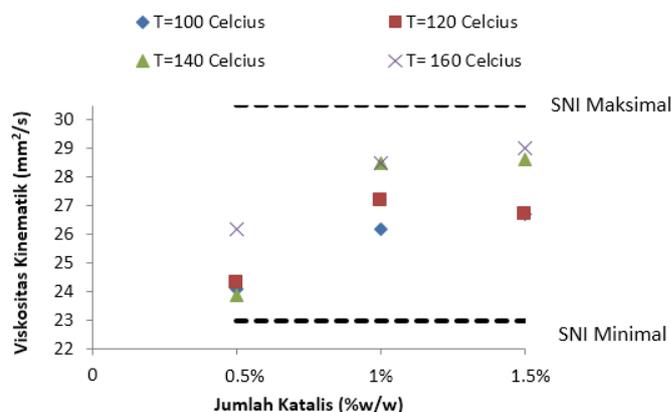
tersebut disebabkan oleh penambahan rantai senyawa yang pendek, menjadi rantai senyawa yang panjang sehingga semakin panjang senyawa maka semakin besar nilai dari densitas tersebut. Dapat dilihat pada suhu 100 °C - 160 °C terus mengalami peningkatan dan penurunan selain suhu jumlah katalis dan rasio jumlah perbandingan juga mempengaruhi nilai dari densitas tersebut. Nilai Densitas pada bio – pelumas tidak memenuhi standar, hal ini terjadi karena ada dua hal yaitu waktu reaksi dan kecepatan pengadukan.



Gambar 4. Pengaruh Rasio EGDE:Asam Laurat dan Suhu Proses terhadap Densitas Produk Bio – Pelumas

3.3. Pengaruh Jumlah Katalis, Rasio EGDE:Asam Laurat dan Suhu Proses terhadap Viskositas Kinematik Produk Bio – Pelumas

Viskositas merupakan kekentalan dari suatu fluida. Viskositas berhubungan dengan gaya gesek antara lapisan fluida ketika satu lapisan bergerak ke lapisan yang lain. Berikut merupakan gambar grafik dari hasil analisa densitas produk Bio – Pelumas [5]. Pengukuran suatu viskositas bertujuan untuk mengetahui kekentalan suatu minyak pada suhu tertentu sehingga minyak dapat dialirkan pada suhu tersebut. Makin ringan fraksi minyak bumi, maka semakin kecil pula viskositasnya.

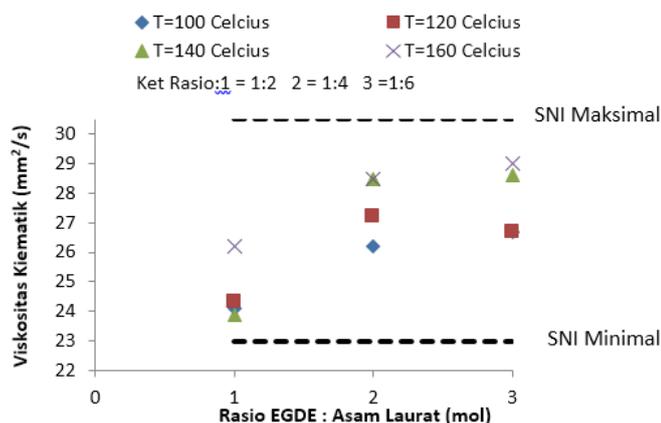


Gambar 5. Pengaruh Jumlah Katalis dan Suhu Proses terhadap Viskositas Kinematik Produk Bio – Pelumas

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya pada pembuatan bio – pelumas dari bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) mendapatkan hasil nilai viskositas kinematik 25,4 mm²/s dengan katalis 0,5%, 1%, dan rasio CPO :Asam Fosfat 3:1, 6:1[2]. Pada penelitian ini, viskositas kinematik produk berkisar dari 23 – 30,6 mm²/s.

Standar SNI 06 – 70695 – 205 mengenai Pelumas untuk Motor roda gigi memiliki viskositas kinematik dengan range 23 – 30,5 mm²/s [6]. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Jumat, dkk (2012) telah memenuhi standar SNI begitu pula dengan penelitian ini telah memenuhi standar SNI pada nilai viskositas kinematik. Hal ini dikarenakan dari gambar 5 dan 6 diatas dapat diamati bahwa viskositas produk yang terbaik terdapat pada katalis 1%, suhu 160 °C dan katalis 1,5%, suhu 160 °C dengan Rasio EGDE:Asam laurat 1:4 dan 1:6. Hal tersebut menyatakan bahwasanya semakin tinggi suhu dan banyak penggunaan jumlah katalis serta semakin sedikit kecil rasio maka nilai viskositas juga akan tinggi. Kondisi Optimum dapat dilihat pada rasio 1:4 pada suhu 160°C dikarenakan berada didalam rata – rata nilai viskositas kinematik.

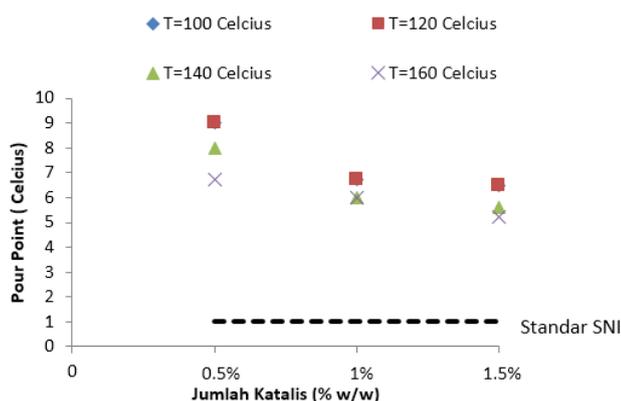
Nilai viskositas yang rendah pada produk reaksi pembentukan juga dipengaruhi oleh pemutusan rantai senyawa yang terjadi sehingga fraksi tersebut menghasilkan fraksi ringan dan deposit senyawa menyebabkan hambatan pada aliran fluida pada viskometer yang menyebabkan penunjukan viskometernya semakin besar. Namun, pada produk reaksi pembentukan tri-ester yang berlangsung 160°C menunjukkan terjadinya peningkatan nilai viskositas karena terbentuknya deposit senyawa sehingga secara kasat mata produk terjadi suatu endapan dan dengan penambahan katalis H₂SO₄ terlihat kental.



Gambar 6. Pengaruh Rasio EGDE:Asam Laurat dan Suhu Proses terhadap Viskositas Kinematik Produk Bio - Pelumas

3.4. Pengaruh Jumlah Katalis, Rasio EGDE:Asam Laurat dan Suhu Proses terhadap Pour Point Produk Bio – Pelumas

Pour Point atau Titik Tuang adalah suhu terendah dimana minyak bisa mengalir secara leluasa dalam kondisi tertentu ketika didinginkan tanpa gangguan pada batasan yang telah ditentukan. Penentuan *pour point* dalam spesifikasi minyak pelumas bertujuan untuk menghindari terjadinya pembekuan minyak pelumas pada keadaan dingin [7]. Berikut merupakan gambar grafik dari analisa *Pour Point* produk Bio – Pelumas.

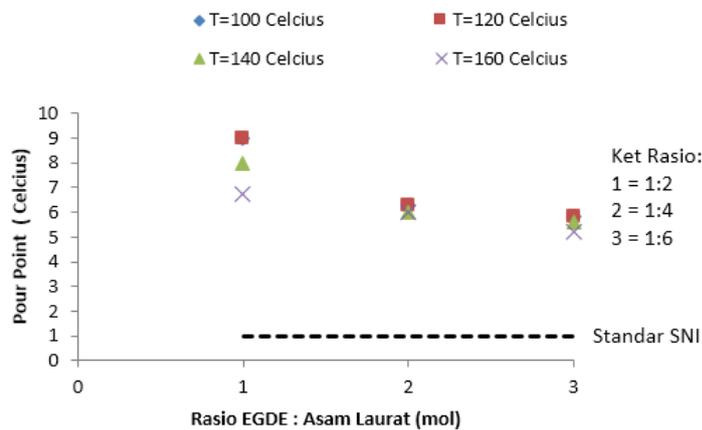


Gambar 7. Pengaruh Jumlah Katalis dan Suhu Proses terhadap Pour Point Produk Bio - Pelumas

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya pada pembuatan bio – pelumas dari Minyak Bunga Matahari mendapatkan hasil nilai Pour Point -1 °C dengan variabel suhu proses 150 °C, waktu reaksi 1 jam, dan kadar KOH 1,5% dan Rasio Minyak Bunga Matahari : Asam Fosfat adalah Asam Fosfat adalah 1:1 dan 1:4 [3]. Pada penelitian ini, *pour point* produk yang diperoleh berkisar dari 10 – 5,2 °C.

Standar SNI 06 – 70695 – 205 mengenai Pelumas untuk Motor roda gigi memiliki nilai pour point minimal 1 °C [4]. Pada penelitian yang dilakukan oleh attia, dkk (2020) telah memenuhi standar SNI sedangkan pada penelitian ini tidak memenuhi standar SNI. Hal ini dikarenakan, terlihat pada gambar 7 dan 8 diatas dapat disimpulkan bahwasanya semakin tinggi jumlah katalis, lalu semakin kecil penggunaan Rasio dan semakin rendah suhu yang digunakan nilai *pour point* akan semakin mendekati standar SNI yaitu 1°C. Bio – pelumas ini masih

belum memenuhi standar SNI. Hal ini dikarenakan rantai senyawa pada bio – pelumas cukup panjang, ini dapat kita lihat pada nilai viskositas yang terus bertambah seiring dengan bertambahnya suhu dan juga terjadi tingginya kandungan di – ester pada bio – pelumas sehingga cukup sulit. Selain itu hal ini juga dipengaruhi oleh faktor lainya yaitu, lama waktu reaksi , pengadukan , nilai derajat ketidakjenuhan dan panjang rantai senyawa juga mempengaruhi hal ini dikarenakan apabila semakin panjang rantai karbon maka semakin kecil nilai *pour point*.



Gambar 8. Pengaruh Jumlah Katalis dan Suhu Proses terhadap *Pour Point* Produk Bio – Pelumas

3.5. Analisa Kandungan Bio – Pelumas

Pada Penelitian ini menganalisa kandungan senyawa bio – pelumas menggunakan alat GC – MC (*Gas Chromatography and Mass Spectroscopy*). Hasil analisa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Kandungan Senyawa Bio – Pelumas

No	Senyawa	Rumus Senyawa	Real Time	Komposisi (%/v)
1.	Tri – Ester	C ₂₈ H ₃₄ O ₂	4.652	23,5
2.	Di – Ester	C ₁₉ H ₂₉ O ₂	4.869	31,4
3.	<i>Ethly tri – methyl</i>	C ₂₃ H ₁₄ O ₂	4.869	31,7
4.	<i>Ethenyl tri-Ester</i>	C ₂₅ H ₁₈ O ₂	4.970	28,7
5.	<i>Methly ester</i>	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	6.596	5,5

Pada tabel diatas didapatkan bahwasanya pada bio – pelumas terdapat senyawa yang di cari yaitu Methly Ester, Di – Ester dan Tri – Ester Hal ini membuktikan bahwasanya penelitian yang dilakukan berhasil karena telah membentuk senyawa yang ada ditabel , senyawa tersebut merupakan suatu hal yang penting dalam pelumas hal ini dikarenakan senyawa tri – ester dan senyawa ester memiliki viskositas yang rendah , *pour point* , , dan memiliki aroma yang tidak menyengat sehingga cocok untuk digunakan dalam pelumas.

Berhasilnya terbentuknya senyawa tersebut dikarenakan proses penelitian yang tepat seperti waktu, pengadukan, jumlah katalis , rasio yang digunakan dalam penelitian ini . Akan tetapi pada senyawa Tri – Ester memiliki komposisi yang sedikit yang dimana pada awalnya ingin mendapatkan komposisi yang banyak akan tetapi sedikit. Hal ini dikarenakan pada proses reaksi terutama waktu dan pengadukanya kurang lama sehingga campuran dari bahan – bahan yang tidak homogen sehingga membentuk senyawa yang sedikit atau reaksi yang belum sempurna.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini berupa , rasio EGDE:Asam Laurat kondisi yang terbaik dalam pembuatan bio – pelumas terdapat pada rasio 1:4 . Jumlah katalis dan suhu proses yang digunakan , dimana kondisi yang terbaik terdapat pada katalis 1% dan suhu proses 160 °C. Bio – perlumas yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki nilai , densitas : 0.7382 gr/cm³ , viskositas kinematik : 24,1 – 29 mm²/s, *Pour Point* : 5,2 – 9 °C . Pada Bio – Pelumas , masih ada beberapa yang tidak memenuhi standar SNI yaitu pada densitas , dan *Pour Point* , sedangkan pada viskositas kinematik telah memenuhi standar SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. T. Sani, "Pengaruh Pelarut Phenol Pada Reklamasi Minyak Pelumas Bekas," Universitas Negeri Surabaya, 2010.
- [2] S. Jumat, N. Saliha and E.Yousif, "Triester Derivatives of Oleic Acid : The Effect of Chemical Struktire on low Temperature , Themoxidation and tribolocigal properties," *Science Direct*, vol. 38, no. 85, pp. 107 - 114, 2015, doi: 10.1016.j.indocrop.2012.01.019.
- [3] I. S. Deby, "Pembutan Bio - Pelumas Dasar Nabati dari Minyak Kelapa Sawit menggunakan Katalis (H₃PO/Zeolit)," Universitas Indonesia, 2008.
- [4] N. K. Attia, S. A. El-Mekkawi, O. A. Elardy, and E. A Abdelkader, "Chemical and Rheological Assement of Produced Biolubricants from Different Vegetable Oils Oils," *Elsevier*, vol. 271, no. 117578, pp. 22–23, 2020, doi: 10.1016/j.fuel.2020.117578.
- [5] P. Indah, "Pengunaan Katalis Zeolit Alam Pada Proses Catalytic Hydrogenation Crude Palm Oil (CPO) menjadi Green Diesel," Politeknik Negeri Sriwijaya, 2020.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 06 - 70695-205 Syarat Standar Mutu dan Uji Pelumas*. Jakarta.
- [7] W. Sri, S. Mahreni dan R. Renung, "Bio - Pelumas dari Minyak Nabati," *Eksergi*, vol 13, no.2, pp.3, 2016, doi: <https://doi.org/10.31315/e.v13i2.1698>