



**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM LEMAK TAK JENUH OLEAT
PADA PROSES PEMBUATAN BIOPELUMAS DARI BAHAN DASAR
PKO**

Bella Indriyani*, Anerasari Meidinariasty, Robert Junaidi

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

*e-mail: Indrianibella3@gmail.com

Abstrak

55% dari total keseluruhan pemakaian pelumas dibuang di alam sekitar yang menyebabkan pencemaran pada lingkungan. Hal ini dapat diatasi menggantinya dengan biolubricant (biopelumas), karena murah, ramah lingkungan dan memiliki sifat pelumasan yang efektif. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk memperoleh biopelumas dari PKO yang sesuai Standar Pelumas Mesran SAE 10W dan menentukan komposisi Asam Oleat : EGDE serta jumlah katalis dan suhu rekasi dengan keadaan yang optimal. Penelitian ini diawali dengan pembuatan FAME, lalu pembentukan EGDE dan proses sintesis biopelumas dengan variasi suhu 150°C, 160°C, 170°C, 180°C dan 190°C, jumlah katalis 2% dan 5% serta rasio mol Asam Oleat : EGDE 1:3 dan 1:5. Hasil penelitian ini didapatkan biopelumas dengan nilai densitas 0,8687 – 0,8886 gr/cm³, nilai viskositas kinematik 27,0948 – 28,0065 mm²/s, pour point 7 - 2°C dan berwarna kuning keemasan. Beberapa sudah memenuhi standar seperti warna, densitas dan viskositas kecuali pour point.

Kata Kunci: Asam Oleat, Biopelumas, PKO

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i5.12601>

1. Pendahuluan

Pelumas adalah cairan yang diberikan diantara dua benda logam yang bergerak berlawanan arah, atau alahsatubendabergerak sedangkan yang lainnya diam dengan tujuan untuk mengurangi gesekan dan keausan. Selain berperan dalam mengurangi gesekan, pelumas juga berfungsi untuk mendinginkan atau mengatur suhu yang keluar dari mesin, bertujuan memastikan kinerja mesin tetap optimal [1]. Permintaan global akan pelumas mineral untuk industri otomotif dan sector industry telah mencapai 30-40 juta ton setiap tahunnya, dan sekitar 55% dari total penggunaannya saat ini berakhir sebagai limbah yang terbuang ke lingkungan. Polusi ini berupa limbah B3 dan *non-biodegradable* sehingga

berakibat pencemaran tanah, air dan udara [2]. Hal ini dapat diatasi dengan mengganti pelumas *non-biodegradable* dengan *biolubricant* (biopelumas), selain murah dan ramah lingkungan, juga memiliki sifat pelumasan yang baik dengan indeks viskositas yang tinggi [3]. Dan juga stabil terhadap panas, mudah mengalir, emisi rendah, evaporasi stabil, kelarutan aditif tinggi, mudah larut dalam cairan lain dan tidak beracun [4].

Tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan produk biopelumas dari *Palm Kernel Oil* (PKO) yang sesuai dengan Standar Pelumas Mesran SAE 10W, menentukan komposisi antara Asam Oleat dan EGDE, jumlah katalis dan suhu reaksi yang optimal untuk mendapatkan kondisi yang terbaik pada proses pembuatan.

Salah satu jenis minyak nabati yang paling utama dihasilkan di Indonesia adalah minyak kelapa sawit. Pohon kelapa sawit termasuk dalam kelompok "*Elaeis Guineensis*" dan menghasilkan dua variasi minyak, yaitu minyak kelapa sawit dan minyak inti kelapa sawit. Minyak kelapa sawit diambil dari *mesocarp* buah kelapa sawit, sementara PKO (*Palm Kernel Oil*) didapatkan dari proses ekstraksi biji kelapa sawit [5].

Asam lemak jenuh menjadi salah satu komponen asam lemak yang paling banyak dalam minyak kelapa sawit. Asam lemak jenuh mempunyai ikatan tunggal antara atom karbon yang membentuknya, sementara asam lemak tak jenuh mempunyai minimal satu ikatan rangkap antara atom karbon penyusunnya. Asam lemak tak jenuh terdapat dua atau lebih ikatan rangkap, dan bahkan pada suhu 25°C atau dalam suhu rendah, asam lemak tak jenuh tetap berwujud cair karena titik beku mereka lebih besar dibandingkan dengan asam lemak jenuh. Karena karakteristik ini, minyak yang kaya akan asam lemak tak jenuh sangat bermanfaat dalam produksi bahan biopelumas [6].

Asam oleat, yang juga dikenal sebagai asam *cis-9-oktadekanoat* merupakan jenis asam lemak tak jenuh yang sering terdapat dalam minyak nabati [7]. Asam oleat adalah contoh asam lemak rantai panjang tak jenuh yang terdiri dari 18 atom karbon, dengan satu ikatan rangkap di posisi karbon ke-9 dan ke-10.

Pelumas adalah bahan yang dimaksudkan untuk memperpanjang masa pakai mesin dengan cara memberikan lapisan pelumas pada bagian-bagian mesin. Secara umum, pelumas berwujud cairan, tetapi bisa pula berbentuk padatan atau setengah padat [8]. Untuk memperpanjang masa pakai mesin, pelumas juga mempunyai peran lain seperti meminilkan gesekan di dalam mesin, berfungsi sebagai pendingin dengan menyerap panas yang muncul akibat gesekan antar komponen logam, membersihkan permukaan logam dari kontaminan yang dapat mengakibatkan korosi dan juga mencegah bocor dengan membentuk lapisan pelindung . Adapun syarat pelumas yang baik menurut Standar Pelumas Mesran SAE 10W dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Standar Pelumas Mesran SAE 10W

Spesifikasi Minyak Pelumas	Nilai Pengukuran Mesran SAE 10W
Densitas	0,8867 – 1 gr/cm ³
Viskositas Kinematik > 40°C	23 – 30,5 mm ² /s
<i>Pour Point</i>	- 1°C
Warna	Kuning Keemasan

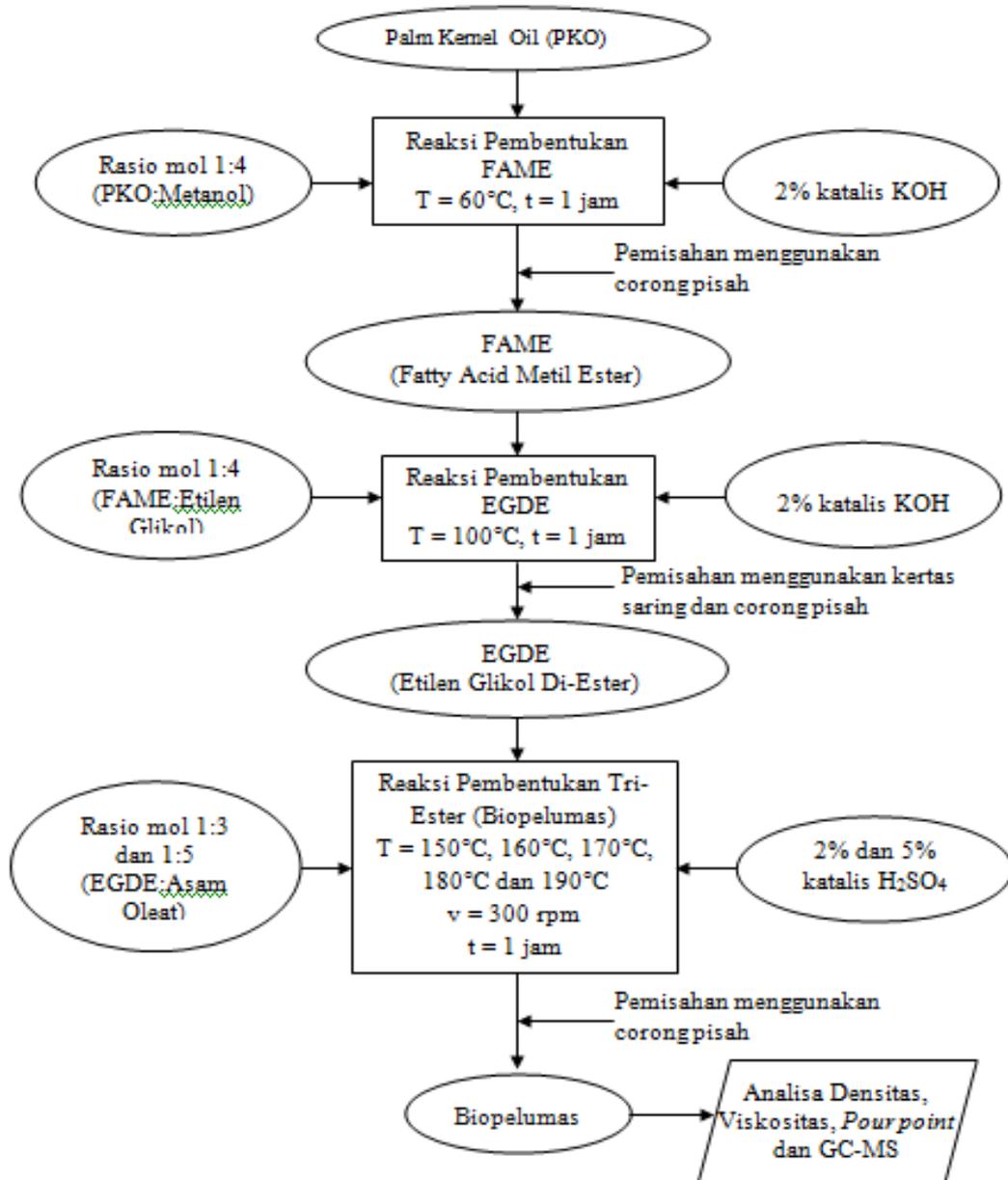
2. Bahan dan Metode

Adapun bahan dasar yang dipakai dalam penelitian ini ialah PKO (*Palm Kernel Oil*) dan bahan pendukung lainnya yaitu zeolit, asam oleat, KOH, etilen glikol, asam sulfat, metanol dan aquadest.

Alat yang digunakan adalah *hotplate*, neraca analitik, mortar alu, gelas kimia, corong pisah, spatula, kaca arloji, oven labu ukur, pipet ukur, *magnetic stirrer*, piknometer dan viskometer.

Dalam penelitian ini, variabel tetap yang digunakan ialah PKO sebanyak 750 ml, kecepatan pengadukan 300 rpm, waktu reaksi 1 jam, jumlah katalis KOH dan zeolit 2% dari bahan baku. Serta variabel bebas yaitu jumlah katalis asam sulfat 2%, 5%, rasio EGDE: asam oleat adalah 1:3, 1:5, suhu reaksi 150°C, 160°C, 170°C, 180°C, 190°C.

Tahap awal yang dilakukan adalah mengaktivasi zeolit sebanyak 100 gram yang telah dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 50 mesh, kemudian campurkan larutan KOH 2M dengan zeolit yang dipanaskan selama 2 jam dengan suhu 60°C lalu dibilas menggunakan aquadest bersuhu 70°C sebanyak 3 kali sampai netral dan dikeringkan di dalam oven sampai kering dengan suhu 110°C. Untuk tahapan selanjutnya dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Biopelumas

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Karakterisasi Biopelumas

Pada penelitian ini hasil produk dari pembuatan biopelumas berbahan baku *Palm Kernel Oil* (PKO) nantinya akan dibandingkan dengan Standar Pelumas Mesran SAE 10W. Hasil produk biopelumas dapat dilihat sebagai berikut:

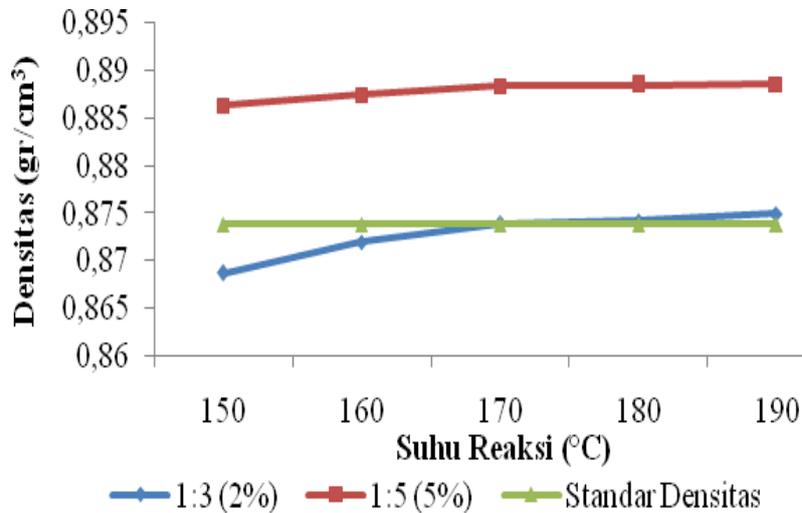


Gambar 2. Produk Biopelumas

Hasil produksi biopelumas tersebut menunjukkan karakteristik fisik, seperti perubahan warna menjadi kuning keemasan saat suhu meningkat, memiliki aroma menyerupai minyak, dan memiliki tekstur yang kental. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, ada beberapa analisa yang telah memenuhi standar seperti warna produk, densitas dan viskositas, kecuali *pour point* yang belum memenuhi standar.

3.2 Pengaruh Jumlah Katalis, Rasio EGDE: asam Oleat dan Suhu Reaksi Terhadap Densitas Pada Produk Biopelumas

Densitas yang juga dikenal sebagai massa jenis atau kerapatan adalah pengukuran massa yang terdapat dalam setiap volume tertentu, diukur dengan menggunakan satuan pengukuran standar tertentu [9]. Ketika densitas suatu substansi meningkat maka massa bahan dalam setiap volume juga akan meningkat [10]. Analisa densitas memiliki tujuan sebuah senyawa yang pada akhirnya berperan dalam menentukan nilai viskositas [9].



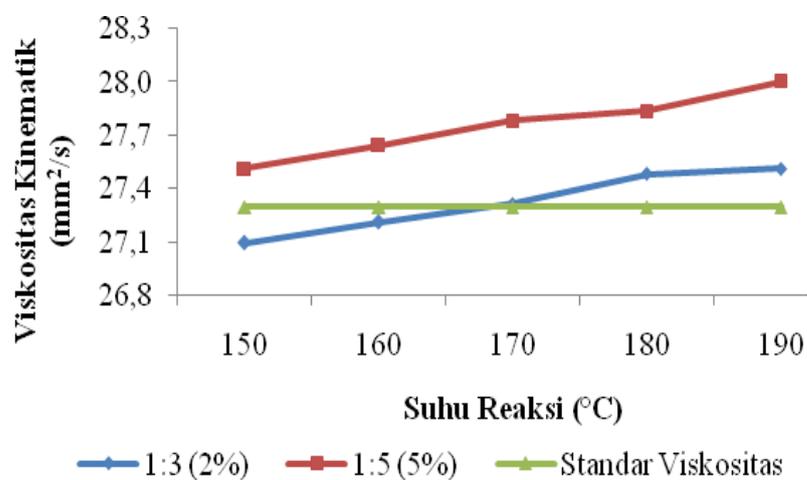
Gambar 3. Pengaruh Jumlah Katalis, Rasio EGDE: Asam Oleat dan Suhu Reaksi Terhadap Densitas Pada Produk Biopelumas

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa nilai densitas dari masing-masing katalis dan rasio mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan suhu reaksi. Nilai densitas pada katalis 2% rasio 1:3 lebih rendah dan lebih mendekati standar daripada katalis 5% rasio 1:5 yang jauh dari standar. Kondisi yang terbaik atau mendekati standar yaitu terdapat pada katalis 2% dan rasio 1:3 dengan suhu reaksi 170°C dan 180°C sebesar 0,8740 gr/cm³ dan 0,8742 gr/cm³. Standar pelumas Mesran SAE 10W memiliki nilai densitas 0,8739 gr/cm³. Dari hasil penelitian variasi yang beragam, didapatkan rentang nilai densitas berkisar 0,8687-0,8886 gr/cm³. Semakin tinggi rasio perbandingan EGDE:asam oleat maka semakin rendah densitas. Hal ini dikarenakan densitas akan menurun apabila persentase alkohol tinggi [10].

Densitas akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu reaksi dan bertambahnya jumlah katalis serta dengan penggunaan rasio yang menurun, yang menyebabkan nilai densitas semakin meningkat [11]. Bertambahnya jumlah katalis menyebabkan rantai senyawa karbon semakin panjang dan nilai densitas yang dihasilkan juga meningkat [12].

3.3 Pengaruh Jumlah Katalis, Rasio EGDE: Asam Oleat dan Suhu Reaksi Terhadap Viskositas Kinematik Pada Produk Biopelumas

Viskositas kinematik adalah ukuran yang mengindikasikan seberapa kentalnya sebuah cairan dan sejauh mana gesekan dalam cairan tersebut. Ketika viskositas cairan semakin tinggi, maka kemampuan cairan untuk mengalir menjadi semakin terhambat, juga menunjukkan bahwa pergerakan objek dalam cairan tersebut menjadi lebih sulit [13].



Gambar 4. Pengaruh Jumlah Katalis, Rasio EGDE: Asam Oleat dan Suhu Reaksi Terhadap Viskositas Kinematik Pada Produk Biopelumas

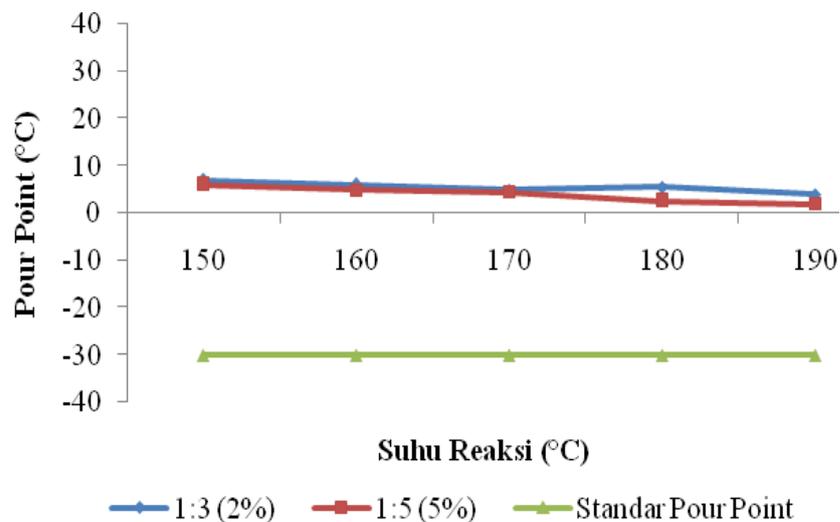
Pada gambar 4 menunjukkan bahwa nilai viskositas kinematik dari masing-masing katalis dan rasio mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan suhu reaksi. Nilai viskositas kinematik pada katalis 2% rasio 1:3 lebih rendah dan lebih mendekati standar daripada katalis 5% rasio 1:5 yang jauh dari standar. Standar pelumas Mesran SAE 10W memiliki nilai viskositas kinematik yaitu 27,30 gr/cm³. Kondisi yang terbaik atau mendekati standar yaitu terdapat pada katalis 2% dan rasio 1:3 dengan suhu reaksi 160°C dan 170°C menghasilkan viskositas kinematik sebesar 27,2135 mm²/s dan 27,3173 mm²/s.

Hal ini menunjukkan bahwa apabila semakin tinggi suhu reaksi dan semakin bertambahnya katalis serta semakin rendah rasio yang digunakan maka viskositasnya semakin tinggi [14]. Semakin banyak penggunaan katalis akan mengakibatkan peningkatan kekentalan produk akhir, sementara viskositas yang

lebih rendah akan mencerminkan adanya fraksi yang lebih ringan dalam produk [15]. Kenaikan viskositas juga dipengaruhi oleh nilai densitas, dimana semakin tinggi densitas akan berarti produk akhir yang lebih kental [16]. Pelumas dengan viskositas kinematik yang besar akan memberikan dampak tenaga yang lebih rendah secara relatif, serta akan menghasilkan gaya tahanan yang lebih kuat terhadap komponen mesin yang pada akhirnya mengurangi konsumsi tenaga mesin [17].

3.4 Pengaruh Jumlah Katalis, Rasio EGDE: Asam Oleat dan Suhu Reaksi Terhadap *Pour Point* Pada Produk Biopelumas

Pour point adalah suhu terendah ketika suatu cairan kehilangan kemampuan mengalir dan mulai membeku. Sifat titik tuang sangat krusial karena memengaruhi bagaimana perilaku aliran minyak pada suhu tertentu [18].



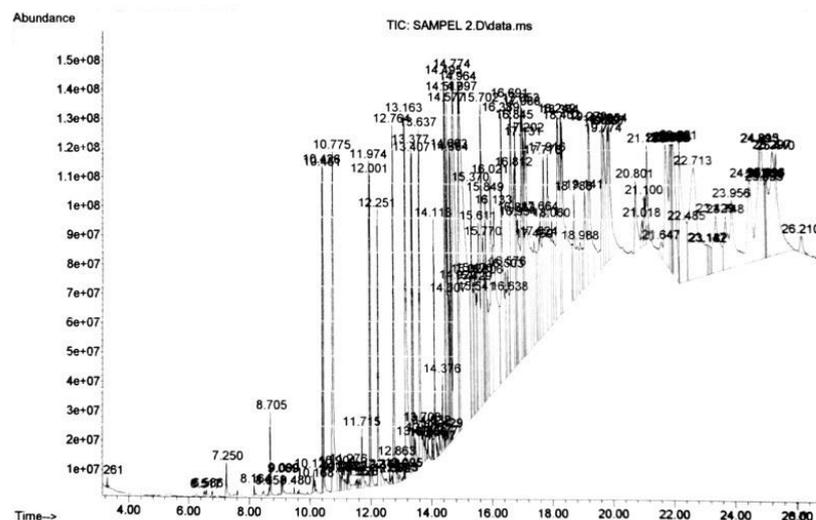
Gambar 5. Pengaruh Jumlah Katalis, Rasio EGDE: Asam Oleat dan Suhu Reaksi Terhadap *Pour Point* Pada Produk Biopelumas

Dari Gambar 5 bahwa nilai *pour point* dari masing-masing katalis dan rasio mengalami penurunan seiring dengan kenaikan suhu reaksi. Mesran SAE 10W memiliki nilai *pour point* - 30°C. Pada penelitian ini *pour point* yang dihasilkan sebesar 7 - 2°C lebih rendah atau lebih mendekati standar dibandingkan pada penelitian Bayu, dkk (2022) Artinya penelitian ini lebih baik dari penelitian sebelumnya. Walaupun titik tuang biopelumas pada suhu tersebut,

penggunaan di daerah tropis dengan suhu rata-rata 20-35°C masih memungkinkan [19]. Dengan meningkatnya jumlah katalis dan pengurangan rasio serta peningkatan suhu yang digunakan, nilai titik tuang akan menurun. Sayangnya, titik tuang dari biopelumas ini lebih tinggi daripada standar pelumas. Ini menunjukkan bahwa biopelumas ini tidak cocok untuk digunakan di daerah beriklim dingin atau pada suhu rendah, karena dapat menyebabkan pembekuan yang mengganggu kinerja mesin [20].

3.5 Analisa Kandungan Biopelumas

Pada penelitian ini, untuk menganalisa senyawa kandungan biopelumas menggunakan alat GC-MS (*Gas Chromatography and Mass Spectroscopy*). GC-MS adalah alat yang dipakai untuk menganalisa jumlah senyawa dan struktur senyawa didalam sampel. Tujuan analisa GC-MS untuk mengetahui kadar dari produk ester yang terbentuk. Hasil analisa GC-MS ini akan mendapatkan komponen yang terkandung didalam produk dan juga konsentrasi masing-masing senyawa [21].



Gambar 6. Hasil Analisa GC-MS Pada Produk Biopelumas

Berdasarkan analisa, terlihat bahwa banyak senyawa yang terdeteksi dengan waktu retensi yang berbeda-beda. Senyawa yang penting atau senyawa utama dalam pelumas yaitu tri-ester, di-ester dan methyl ester [11]. Dari hasil

analisa menunjukkan adanya 14 puncak yang terdeteksi sebagai metil ester sebesar 10,53%, 1 puncak yang terdeteksi sebagai di-ester sebesar 0,07% dan 1 puncak sebagai tri-ester sebesar 0,79%. Senyawa-senyawa ini memiliki peranan penting dalam fungsi pelumas karena memiliki konsistensi yang cair dan aroma yang tidak mengganggu, membuatnya sesuai sebagai bahan pelumas [11]. Keberhasilan dalam pembentukan senyawa ini bergantung pada proses penelitian yang tepat, termasuk penggunaan jumlah katalis yang sesuai, rasio yang benar, suhu reaksi yang optimal, waktu reaksi yang tepat dan metode pengadukan yang digunakan dalam proses penelitian ini.

4. Simpulan dan Saran

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu kondisi terbaik untuk rasio EGDE:Asam Oleat pada rasio 1:3 dengan jumlah katalis 2% dan suhu reaksi 170°C karena pada kondisi tersebut nilai densitas dan viskositas hampir mendekati standar pelumas Mesran SAE 10W. Biopelumas yang dihasilkan pada penelitian ini produk berwarna kuning keemasan, nilai densitas 0,8687 - 0,8886 gr/cm³, nilai viskositas kinematik 27,0948 – 28,0065 mm²/s, kedua analisa tersebut menghasilkan nilai produk yang hampir mendekati nilai standar. Sedangkan pada analisa *pour point* menghasilkan nilai yang sangat jauh dari standar yakni 7 - 2°C, akan tetapi jika dibandingkan dengan penelitian Bayu, dkk (2022) produk biopelumas pada penelitian ini lebih baik. Hasil analisa alat GC-MS menghasilkan komposisi senyawa yaitu methyl ester sebesar 10,53%, di-ester sebesar 0,07% dan tri-ester sebesar 0,79%.

Dalam melaksanakan penelitian ini, penulis menyarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan biopelumas dari bahan baku PKO dengan mempertimbangkan kembali komposisi katalis dan juga rasio perbandingan yang digunakan serta suhu reaksi untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dan sesuai dengan standar.

5. Daftar Pustaka

- [1] Sukirno, *Kuliah Teknologi Pelumas 3*. Jakarta: Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indoensia, 2010.

- [2] S. Wahyuni, S. Rahardiningrum, R. Reningtyas, and R. H. Gusaptono, “Biopelumas dari Minyak Nabati (Review) Biolubricant from Vegetable Oil (Review),” vol. XIII, no. 2, pp. 14–19, 2016.
- [3] C. Murru, “Oxidative Stability of Vegetal Oil-Based Lubricants,” 2021, doi: 10.1021/acssuschemeng.0c06988.
- [4] R. A. Hartawan, M. Said, M. Faizal, J. Prianto, M. Juwita, and N. Aprianti, “Synthesis of Epoxide as Intermediate Compounds for Biolubricant Production from Crude Palm Oil,” pp. 42–50, 2022, doi: 10.24845/ijfac.v7.i2.42.
- [5] A. Mancini *et al.*, “Biological and Nutritional Properties of Palm Oil and Palmitic Acid: Effects on Health,” no. September, 2015, doi: 10.3390/molecules200917339.
- [6] P. Hariyadi, *Mengenal Minyak Sawit Dengan Beberapa Karakter Unggulnya*. Indonesia, 2014.
- [7] E. Mora and N. Selpas, “Isolasi dan Karakterisasi Asam Oleat dari Kulit Buah Kelapa Sawit (*Elais guinensis* Jacq .),” vol. 1, no. 2, pp. 47–51, 2013.
- [8] Y. Perera, Madhavi; Yan, Jinyong; Li Xu; Yang, Min; Yan, “Pengembangan bioproses untuk produksi biopelumas menggunakan minyak non-edible, produk sampingan agroindustri dan limbah,” *Sci. Direct*, 2022.
- [9] R. dan M. Abdurrojaq, Nurmajid; Devitasari, Rossy D; Aisyah, Lies; Faturrahman; Bahtiar, Saepul; Sujarwati, Widi; Wibowo, Cahyo S; Anggraini, “Perbandingan Uji Densitas Menggunakan Metode ASTM D1298 dengan ASTM D4052 pada Biodiesel Berbasis Kelapa Sawit,” *J. Lemigas*, vol. 55, no. 1, 2021.
- [10] K. Hellström, A. Di, and L. Diaconu, “A Broad Literature Review of Density Measurements of Liquid Cast Iron,” pp. 1–20, 2017, doi: 10.3390/met7050165.
- [11] S. B. A, A. Hasan, E. Dewi, J. T. Kimia, and P. N. Sriwijaya, “Pembuatan Bio – Pelumas dari Fatty Acid Methly Ester (FAME) yang Berbahan Baku Crude Palm Oil (CPO) Production of Bio – Lubricants from Fatty Acid Methly Ester (FAME) made from Crude Palm Oil (CPO),” vol. 2, no. 7, pp. 341–347, 2022.

- [12] Sulaiman, “Teknologi dan Formulasi Sediaan Tablet Cetakan Pertama,” 2007.
- [13] E. S. Ariyanti and A. Mulyono, “Otomatisasi pengukuran koefisien viskositas zat cair menggunakan gelombang ultrasonik,” vol. 2, no. 2, pp. 183–192, 2010.
- [14] S. Oktarina, “Pembuatan Biopelumas dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Zeolit Sintesis,” 2022.
- [15] P. N. Sriwijaya, “EFFECT OF THE AMOUNT OF CATALYST AND TEMPERATURE ON THE PRODUCTION OF LIQUID FUEL FROM USED TYRES USING CATALYTIC,” vol. 11, no. 02, pp. 19–25, 2020.
- [16] I. Aziz, M. A. Tafdila, S. Nurbayti, L. Adhani, and W. Permata, “Upgrading Crude Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas menggunakan Katalis H-Zeolit Upgrading Crude Biodiesel of Used Cooking Oil using H-Zeolite Catalyst,” vol. 5, no. 1, pp. 79–86, 2019, doi: 10.15408/jkv.v5i1.10493.
- [17] L. Rohmi, A. Syahdanni, and I. Nyoman, “Studi Eksperimen Pengaruh Temperatur Dan Viskositas Pelumas Terhadap Performa Kendaraan Transmisi Manual (Honda Sonic 150R),” vol. 7, no. 2, 2018.
- [18] N. Komariyah, “Perbandingan Hasil Pengujian Pour Point pada Crude Oil Menggunakan Metode Uji ASTM D 97 dan ASTM D 5853,” pp. 11–16, 2022.
- [19] A. R. I. N. Amril, “REAKSI Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral Jurusan Teknik Kimia , Fakultas Teknik , Universitas Riau Kampus Binawidya jl . HR Subrantas Km 12 , 5 Pekanbaru 28293 Email : ariridha_selalu@yahoo.com,” pp. 2–7, 2012.
- [20] E. Hilde, Fenny Lasmé; Irdoni; Saputra, “SINTESIS BIOPELUMAS DARI MINYAK BIJI KARET: PENGARUH RASIO MOLAR ANTARA ETILEN GLIKOL DAN ASAM LEMAK SERTA WAKTU REAKSI ESTERIFIKASI TERHADAP YIELD BIOPELUMAS,” vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2017.
- [21] S. E. Sanni, E. Emeteré, V. E. Efeovbokhan, and J. D. Udonne, “Process Optimization of the Transesterification Processes of Palm Kernel and Soybean Oils for Lube Oil Synthesis,” vol. 12, no. 14, pp. 4113–4129, 2017.