

Sintesis Biopelumas dari Minyak Biji Karet: Pengaruh Katalis NaOCH_3 dan Waktu Reaksi terhadap *Yield* Biopelumas

Muhammad Habibie Yursal¹⁾, Irdoni²⁾, Nirwana²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,

Pekanbaru 28293

Email : yursalmuhammadhabibie@gmail.com

ABSTRACT

Lubricants are used in machines to reduce friction between two metal objects so that they can overcome wear on engine components. Rubber seed oil is a type of non-food oil (oil that cannot be consumed) because there is a cyanide compound (HCN) so that it can be used as raw material for making biolubricant. This research aims to synthesize biolubricant based rubber seed oil and study the effect of the percentage of addition of NaOCH_3 catalysts and reaction time to yield of biolubricant produced. This research was carried out in several stages: preparation of raw materials including extraction of rubber seed oil by pressing method, then continued by degumming process to purify the oil from the gum. Next, the esterification process to reduce of free fatty acid at the oil. The final stage is the transesterification process of making biolubricant with a mole ratio of oil and 1-octanol of 1:5, reaction temperature of 170 °C, stirring speed of 200 rpm, time variation for 4 hours; 6 hours; 8 hours, and variations in the number of catalysts are 2%; 3%; 4% v/v oil. The highest yield of biolubricant produced was 82.635%. The best characteristics of biolubricant were produced at 4 hours reaction time and 4% catalyst with density values of 0.8344 gr/ml, viscosity index 217.568, pour point -9 °C, flash point 295 °C, and FTIR test to ensure the formation of ester functional groups in biolubricant.

Keywords: *Biolubricant, rubber seed oil, octanol, transesterification*

1. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan pelumas di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan berkembangnya teknologi kendaraan bermotor serta mesin-mesin industri. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah pelumas mesin atau yang lebih dikenal sebagai oli mesin (Siskayanti dan Kosim, 2017). Pelumas yang beredar di pasaran saat ini umumnya disintesis menggunakan bahan baku yang berasal dari turunan minyak bumi. Pelumas dari minyak bumi menggunakan 1,1% dari total produksi minyak bumi dunia yang setara dengan 40 juta ton/tahun. Penggunaan pelumas tersebut meliputi kebutuhan untuk pelumasan

mesin 48%, process oil 15,3%, hydraulic oil 10,2%, dan penggunaan lainnya 26,5% (Wahyuni dan Setyawan, 2013). Pelumas yang berasal dari minyak bumi sulit untuk terurai di dalam tanah sehingga tumpahan pelumas yang berasal dari mesin atau akibat dari kecelakaan kerja dapat menyebabkan kerusakan lingkungan (Salas dkk., 2011). Hal inilah yang menyebabkan penggunaan minyak bumi sebagai pelumas semakin dikurangi dan diganti dengan pelumas yang berasal dari minyak nabati.

Salah satu minyak nabati yang berpotensi besar untuk biopelumas adalah minyak biji karet. Minyak biji karet merupakan jenis minyak *non-pangan* (minyak yang tidak dapat dikonsumsi)

dikarenakan adanya senyawa sianida (HCN) yang terkandung di dalamnya. Dengan demikian, minyak biji karet (*Hevea brasiliensis*) dianggap bisa memberikan alternatif pasokan yang cukup sebagai bahan baku pembuatan biopelumas karena tidak bersaing dengan *edible oil*. Selama ini biji karet hampir tidak mempunyai nilai ekonomis sama sekali dan hanya dimanfaatkan sebagai benih generatif pohon karet. Selebihnya biji karet tersebut terbuang sia-sia, padahal biji karet memiliki kandungan minyak nabati yang cukup besar yakni 40 – 50% (Marlina dan Daud, 2009). Oleh sebab itu, biji karet berpotensi sebagai bahan baku dalam pembuatan biopelumas untuk menggantikan pelumas berbahan dasar minyak bumi.

Penelitian mengenai sintesis biopelumas telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, yaitu Siagian (2017) telah melakukan sintesis biopelumas dari minyak biji karet dengan melihat pengaruh rasio mol antara asam lemak dan etilen glikol serta waktu reaksi esterifikasi terhadap *yield* biopelumas. Hasil tertinggi yang diperoleh adalah 79,772%. Susanto dkk. (2008) juga telah melakukan sintesis biopelumas melalui reaksi esterifikasi asam oleat dan oktanol, menggunakan katalis padat berupa asam heteropoli/zeolit. Konversi biopelumas tertinggi diperoleh sebesar 80,73%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, secara umum bertujuan untuk mensintesis biopelumas.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis biopelumas dengan menggunakan bahan baku minyak biji karet dan mempelajari pengaruh persentase penambahan katalis NaOCH₃ dan waktu reaksi terhadap *yield* biopelumas. Penelitian ini diharapkan dapat mensintesis biopelumas dengan *yield* yang lebih tinggi.

2. METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set alat *Oil Press*

Machine Expeller, *stirrer* dan rotor, reaktor leher empat, *water bath*, *oil bath*, statif dan klem, termometer, kondensor Liebig, buret, gelas kimia, erlenmeyer, gelas ukur, corong pisah, pipet tetes, pipet gondok, timbangan analitik, viskometer *Cannon-Fenske*, dan piknometer.

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini yaitu biji karet yang diperoleh dari PTPN V Sei. Lindai. Asam yang digunakan pada proses *degumming* adalah H₃PO₄ pekat (85%). Bahan yang digunakan pada proses esterifikasi yaitu metanol 96% dan katalis H₂SO₄ pekat (98%), sedangkan pada proses transesterifikasi yaitu 1-oktanol dan katalis NaOCH₃ yang diperoleh dari PT. CEP (Cemerlang Energi Perkasa) Dumai.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu: persiapan alat dan bahan, ekstraksi minyak biji karet, kemudian dilanjutkan proses *degumming* menggunakan H₃PO₄ (85%) sebanyak 0,5% w/w minyak pada suhu 90 °C selama 1 jam dan dilakukan pemisahan menggunakan alat *centrifuge* selama 20 menit. Kemudian dilakukan proses esterifikasi dengan perbandingan mol asam lemak : metanol sebesar 1:9 dengan bantuan katalis H₂SO₄ pekat (98%) sebanyak 1% w/w minyak. Proses ini dilakukan pada suhu 60 – 65 °C dan dihentikan apabila ALB minyak < 2%.

Selanjutnya dilakukan proses transesterifikasi untuk sintesis biopelumas dengan rasio mol minyak : 1-oktanol yaitu 1 : 5 pada suhu reaksi 170 °C. Proses transesterifikasi dilakukan dengan variasi waktu reaksi 4 jam, 6 jam, dan 8 jam, serta variasi penambahan katalis NaOCH₃ sebanyak 2%, 3%, dan 4% v/v minyak. Produk biopelumas kemudian dipisahkan dari produk samping menggunakan corong pisah. Hasil proses transesterifikasi (biopelumas) dianalisa viskositas kinematik (ASTM D 445), indeks viskositas (ASTM D 2270), densitas, titik nyala (*flash point*), titik tuang (*pour point*), kadar ALB (SNI 01-3555-1998), dan FTIR.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik minyak biji karet yang digunakan dalam penelitian ini yaitu densitas 0,889 gr/ml, indeks viskositas 168,258, titik tuang 10 °C, titik nyala 175 °C, dan kadar asam lemak bebas (ALB) 14,95%. Keberhasilan pada proses esterifikasi ditunjukkan dengan menurunnya kadar ALB pada minyak yaitu dari 14,95% menjadi 1,786%, dengan densitas minyak sebesar 0,874 gr/ml.

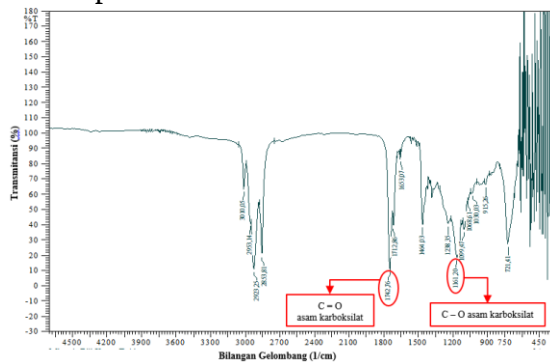
Tabel 1. Karakteristik Produk Biopelumas

Waktu Reaksi (jam)	Jumlah Katalis (%)	Densitas (gr/ml)	Indeks Viskositas	Titik Tuang (°C)	Titik Nyala (°C)	Kadar ALB (%)	Yield (%)
4	2	0,8351	210,175	-6	272	0,706	68,659
	3	0,8331	214,099	-8	279	0,704	71,015
	4	0,8344	217,568	-9	295	0,657	72,36
6	2	0,8338	179,234	-6	218	0,757	70,762
	3	0,8367	202,209	-7	276	0,548	74,878
	4	0,8338	209,253	-8	289	0,366	78,239
8	2	0,8343	172,964	-5	207	0,752	80,814
	3	0,8311	176,89	-7	269	0,39	81,547
	4	0,8328	185,697	-7	287	0,708	82,635

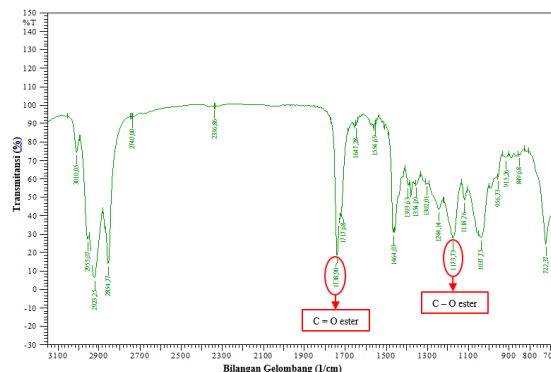
Tabel 1. menunjukkan hasil analisa sifat fisika dan kimia dari biopelumas. Pada penelitian ini terjadi peningkatan indeks viskositas dan titik nyala, serta menurunnya titik tuang produk.

3.1 Analisa Spektrum Inframerah (FTIR) Biopelumas

Untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam produk dan mengetahui kemungkinan berhasil atau tidaknya proses transesterifikasi pembuatan biopelumas maka dapat diketahui dengan melakukan uji FTIR. Kromatogram hasil analisa FTIR minyak biji karet dan biopelumas dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Spektrum Inframerah Minyak Biji Karet

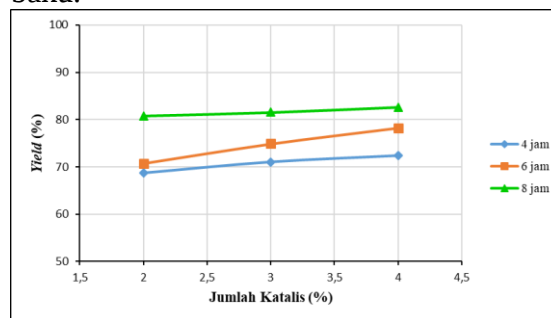


Gambar 2. Spektrum Inframerah Biopelumas dengan Waktu Reaksi 4 jam dan Jumlah Katalis 4%

Pada Gambar 2. dapat dilihat adanya gugus ester yang terbentuk dari reaksi antara trigliserida dan 1-oktanol, sedangkan pada Gambar 1. gugus ester belum terbentuk. Menurut Skoog dkk. (1998), gugus C=O ester muncul pada bilangan gelombang 1760 – 1690 cm^{-1} , sedangkan gugus C–O ester muncul pada bilangan gelombang 1300 – 1050 cm^{-1} . Pada Gambar 2. dapat dilihat adanya gugus C=O ester pada bilangan gelombang 1738,90 cm^{-1} dan gugus C–O ester pada bilangan gelombang 1173,73 cm^{-1} . Jadi, dengan adanya gugus ester yang terbentuk pada biopelumas menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan 1-oktanol ($\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$) telah berhasil dilakukan.

3.2 Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis NaOCH_3 terhadap Yield Biopelumas

Yield biopelumas adalah perbandingan berat produk dengan berat total bahan baku.



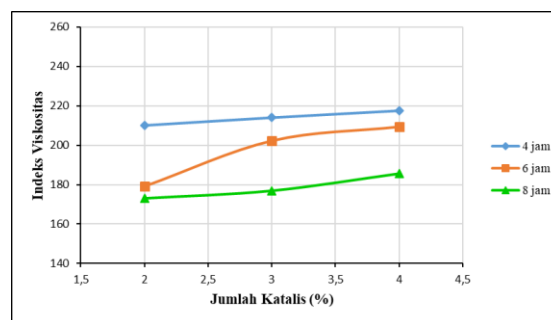
Gambar 3. Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Yield Biopelumas

Pada Gambar 3. dapat dilihat bahwa *yield* biopelumas cenderung meningkat seiring dengan peningkatan waktu reaksi dan jumlah katalis. Dari hasil penelitian diperoleh *yield* tertinggi pada biopelumas dengan waktu reaksi 8 jam dan jumlah katalis 4% yaitu sebesar 82,635%. Hal ini sesuai dengan referensi yang mana menurut Tanjung dkk. (2013), semakin lama waktu reaksi maka semakin tinggi *yield* produk, sedangkan menurut Susanto dkk. (2008), jumlah katalis mempengaruhi *yield* yang dihasilkan, dimana semakin banyak penggunaan katalis maka *yield*-nya juga meningkat.

Pada penelitian sebelumnya, Susanto dkk. (2008) mensintesis biopelumas menggunakan bahan baku berupa asam oleat yang direaksikan dengan oktanol maka diperoleh *yield* biopelumas sebesar 80,73%, sedangkan Siagian (2017) mensintesis biopelumas menggunakan bahan baku yang sama yaitu minyak biji karet dan direaksikan dengan etilen glikol maka diperoleh *yield* biopelumas sebesar 79,772%. Dari kedua penelitian tersebut diketahui bahwa *yield* biopelumas yang didapat pada penelitian sebelumnya lebih rendah dibandingkan dengan *yield* biopelumas yang didapat pada penelitian ini. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa pembuatan biopelumas untuk menaikkan *yield* telah berhasil.

3.3 Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis NaOCH_3 terhadap Indeks Viskositas Biopelumas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida. Indeks viskositas (VI) yaitu skala nomor yang mengindikasikan perubahan viskositas pelumas terhadap perubahan suhu. Indeks viskositas ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan karakteristik kekentalan pelumas yang berhubungan dengan perubahan suhu. Semakin kecil perubahan viskositas terhadap suhu maka indeks viskositas semakin tinggi.

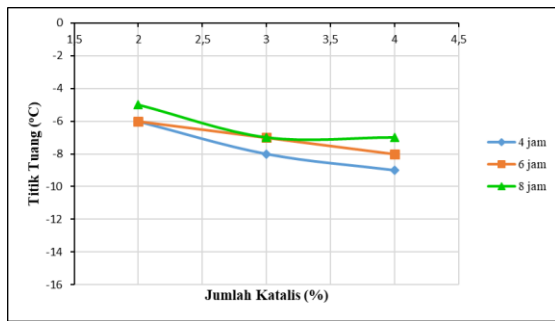


Gambar 4. Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Indeks Viskositas Biopelumas

Pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa indeks viskositas tertinggi diperoleh pada waktu reaksi 4 jam dan jumlah katalis 4% yaitu sebesar 217,568. Berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (2006), nilai minimal indeks viskositas untuk pelumas yaitu 90. Dari hasil penelitian ini diperoleh indeks viskositas yang tinggi. Hal ini disebabkan pelumas berbasis bio sering memiliki viskositas yang tinggi karena memiliki berat molekul yang tinggi. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa indeks viskositas yang diperoleh dapat digolongkan dalam *High Viscosity Index* (HVI) dikarenakan nilai indeks viskositasnya di atas 80. Jadi, dapat dikatakan bahwa pembuatan biopelumas telah berhasil dilakukan karena nilai indeks viskositas dari produk melebihi standarnya.

3.4 Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis NaOCH_3 terhadap Titik Tuang Biopelumas

Pour point atau titik tuang merupakan suhu terendah dimana suatu cairan mulai tidak bisa mengalir dan kemudian menjadi beku. Penentuan titik tuang dalam spesifikasi minyak pelumas bertujuan untuk menghindari terjadinya pembekuan minyak pelumas saat keadaan dingin.

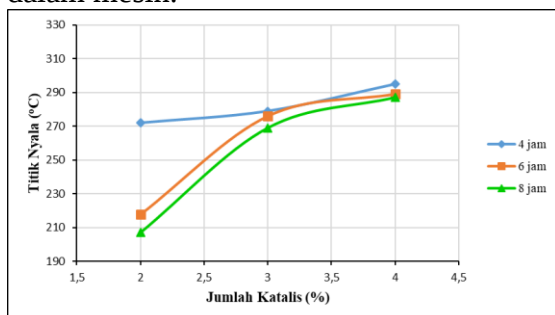


Gambar 5. Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Titik Tuang Biopelumas

Pada Gambar 5. dapat dilihat bahwa bahwa titik tuang biopelumas cenderung menurun seiring dengan peningkatan waktu reaksi. Pada penelitian ini diperoleh titik tuang biopelumas pada waktu reaksi 4 jam dan jumlah katalis 4% yaitu sebesar -9 °C. Titik tuang biopelumas tidak jauh berbeda dengan titik tuang pelumas komersial yang memiliki nilai titik tuang sebesar -12 °C, namun biopelumas yang dihasilkan hanya bisa digunakan paling rendah pada suhu -9 °C.

3.5 Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis NaOCH_3 terhadap Titik Nyala Biopelumas

Flash point atau titik nyala merupakan suhu terendah pada waktu minyak pelumas menyala ketika kontak dengan api. Penentuan titik nyala dalam spesifikasi minyak pelumas bertujuan untuk menghindari terjadinya kebakaran di dalam mesin.



Gambar 6. Pengaruh Waktu Reaksi dan Jumlah Katalis terhadap Titik Nyala Biopelumas

Pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa bahwa titik nyala biopelumas cenderung meningkat seiring dengan peningkatan

waktu reaksi. Pada penelitian ini diperoleh titik nyala biopelumas pada waktu reaksi 4 jam dan jumlah katalis 4% yaitu sebesar 295 °C. Selain memiliki nilai indeks viskositas yang tinggi, kelebihan lain dari pelumas dasar bio yaitu memiliki nilai titik nyala yang tinggi. Titik nyala biopelumas yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi dari titik nyala bahan baku. Hal ini menunjukkan bahwa pembuatan biopelumas yang dilakukan pada penelitian ini telah berhasil, karena apabila titik nyala dari suatu pelumas itu rendah maka pelumas tersebut akan mudah terbakar.

3.6 Perbandingan Karakteristik Biopelumas dengan Pelumas Komersial

Biopelumas yang akan dibandingkan dengan pelumas komersial adalah biopelumas yang dihasilkan pada waktu reaksi 4 jam dan jumlah katalis 4%. Jenis pelumas yang dihasilkan pada penelitian ini adalah ISO VG 15 karena nilai viskositas dari biopelumas yang diuji pada suhu 40 °C adalah sebesar 14,361 cSt. Pelumas komersial yang akan dijadikan sebagai pembanding adalah pelumas yang diproduksi oleh PT. PERTAMINA. Adapun karakteristik dari pelumas komersial dapat dilihat pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Perbandingan Karakteristik Biopelumas dengan Pelumas Komersial

Jenis Pelumas	Parameter			
	Densitas (gr/ml)	Indeks Viskositas	Titik Tuang (°C)	Titik Nyala (°C)
Biopelumas	0,8344	217,568	-9	295
Fastron 10W-40	0,8564	151	-15	238
Prima XP 10W-40	0,8764	157	-21	222
Mesran 10W	0,8774	109	-12	244
Meditran SX Bio 15W-40	0,8751	135	-30	250

Sumber: Pertamina, 2019

Densitas biopelumas yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan densitas pelumas komersial. Selain itu, nilai indeks viskositas biopelumas lebih tinggi dari indeks viskositas pelumas komersial, hal ini menunjukkan bahwa biopelumas yang dihasilkan memiliki karakteristik yang lebih baik, karena semakin tinggi nilai indeks viskositas maka semakin kecil

perubahan kekentalan pelumas pada mesin (Utami, 2011).

Titik tuang biopelumas tidak jauh berbeda dengan titik tuang pelumas komersial, hal ini menunjukkan bahwa biopelumas ini dapat digunakan untuk daerah yang bersuhu rendah (dingin). Berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (2006), suhu rendah berkisar antara -35 °C sampai 3 °C.

Titik nyala biopelumas yang dihasilkan lebih tinggi dari pelumas komersial sehingga dapat dinyatakan bahwa biopelumas ini dapat digunakan untuk mesin yang beroperasi pada suhu tinggi. Berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (2006), suhu minimal titik nyala untuk pelumas yaitu 200 °C.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pembuatan biopelumas dari minyak biji karet yang telah saya lakukan diperoleh kesimpulan bahwa biopelumas dapat disintesis dari minyak biji karet melalui proses transesterifikasi menggunakan reaktan 1-oktanol dan katalis NaOCH_3 dengan perolehan *yield* tertinggi sebesar 82,635%.

Penambahan jumlah katalis dan waktu reaksi berpengaruh dalam menaikkan *yield* biopelumas dan titik nyala, serta berpengaruh dalam menurunkan titik tuang dan kadar ALB. Karakteristik biopelumas terbaik yang diperoleh yaitu pada waktu reaksi 4 jam dan jumlah katalis 4% dengan nilai densitas 0,8344 gr/ml, indeks viskositas 217,568, titik tuang -9 °C, titik nyala 293 °C, dan kadar ALB 0,704%.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D2270-10. 1997. *Standard Practice for Calculating Viscosity Index from Kinematic Viscosity at 40 and 100°C*. USA: American Society of Testing and Materials.
- ASTM D445-11a. 1997. *Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and*

Calculation of Dynamic Viscosity). USA: American Society of Testing and Materials.

Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 2808 K/20/MEM/2006 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Pelumas yang Dipasarkan Di Dalam Negeri.

Marlina, P. dan Daud, D. 2009. Penggunaan Minyak Biji Karet Sebagai Bahan Pelunak Kompon Karet. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*. 4(1): 8-14.

Pertamina. 2019. *Produk Pelumas Pertamina*. http://pelumas.pertamina.com/Files/product_all.asp. Diakses tanggal 31 Maret 2019.

Salas, J.J., Méndez, M.V.R., dan Garcés, R. 2011. Prologe: Biodegradable lubricants from vegetable oils. *Grasas y Aceites*. 62(1): 7.

Siagian, F.L.H. 2017. *Sintesis Biopelumas Dari Minyak Biji Karet: Pengaruh Rasio Molar Antara Etilen Glikol dan Asam Lemak Serta Waktu Reaksi Esterifikasi Terhadap Yield Biopelumas*. Skripsi, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.

Siskayanti, R. dan Kosim, M.E. 2017. Analisis Pengaruh Bahan Dasar terhadap Indeks Viskositas Pelumas Berbagai Kekentalan. *Jurnal Rekayasa Proses*. 11(2): 94-100.

Skoog, D.A., Holler, F.J., dan Nieman, T.A. 1998. *Principles of Instrumental Analysis (5th ed.)*. Philadelphia: Saunders College Publishing.

SNI 01-3555-1998. *Cara uji minyak dan lemak*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Susanto, B.H., Nasikin, M., dan Sukirno. 2008. *Sintesis Pelumas Dasar Bio Melalui Esterifikasi Asam Oleat Menggunakan Katalis Asam Heteropoli/Zeolit*. Prosiding Seminar

- Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Tanjung, A.R., Ayuningrum, I., dan Manurung, R. 2013. Pengaruh Waktu Polimerisasi pada Proses Pembuatan Poliester dari Asam Lemak Sawit Distilat (ALSD). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(4): 25-30.
- Utami, F.H. 2011. *Optimasi Penambahan 1-oktanol dalam Pembuatan Minyak Lumas Dasar dari Minyak Nabati serta Uji Kompatibilitasnya dengan Beberapa Base Oil*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Wahyuni, S. dan Setyawan, H. 2013. Sintesis silika tersulfonasi dari *waterglass* dengan templat PEG sebagai katalis asam padat dalam pembuatan pelumas dari minyak nabati. *Menara Perkebunan*. 81(2): 67-75.