

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN PELUMAS DARI MINYAK JARAK KEPYAR (*RICINUS COMMUNIS L*) MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN (NaOH)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RENDY KURNIAWAN
1807230163



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

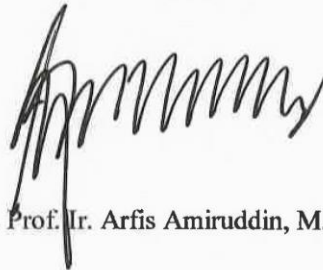
Nama : Rendy Kurniawan
NPM : 1807230163
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Pelumas Dari Minyak Jarak Keyar (*Ricinus communis L*) Menggunakan Katalis Homogen (NaOH)
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Mei 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen penguji I



Assoc. Prof. Ir. Arfis Amiruddin, M.Si.

Dosen Penguji II



Muharnif M, S.T., M.Sc

Dosen Penguji III



Dr. Suherman, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rendy Kurniawan
Tempat /Tanggal Lahir : Sei Rumbia, 07 Juli 2000
NPM : 1807230163
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“PEMBUATAN PELUMAS DARI MINYAK JARAK KEPYAR (*RICINUS COMMUNIS L*) MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN (N_2O)”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Mei 2024
Saya yang menyatakan



METERAI
TEMPEL
CC807ALX144445067

Rendy Kurniawan

ABSTRAK

Minyak jarak berpotensi sebagai sumber bahan baku alternatif untuk bahan pelunak berbasis hayati menggantikan bahan pelunak sintetik berbasis petroleum atau ester. ruang lingkup dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan pelumas skala laboratorium dengan bahan minyak jarak kepyar menggunakan katalis homogen untuk tindak lanjut pengembangan dari penelitian yang pernah ada dengan tujuan untuk menghasilkan bio pelumas yang ramah lingkungan berbahan dasar minyak jarak kepyar dan mengetahui pengaruh penggunaan katalis NaOH dalam mensintesis minyak jarak kepyar menjadi pelumas nabati. bio pelumas menggunakan bahan tanaman jarak kepyar akan dilakukan pengujian karakteristik seperti viskositas kinematik, viskositas indeks (VI) dan densitas. Esterifikasi merupakan reaksi antara asam karboksilat atau turunanya dengan alkohol melalui pelarut air yang menghasilkan produk hasil reaksi berupa senyawa ester. Proses esterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak jarak dengan alkohol dengan perbandingan mol/mol ke dalam labu leher tiga 250 ml kemudian dipanaskan sampai suhu 80 °C selama 1 jam. nilai viskositas kinematik tertinggi pada sampel ke 2 28,9 mm²/s. Jika dibandingkan dengan parameter standart ISO VG 32 dengan nilai 28,9 mm²/s. Nilai viskositas indeks (VI) tertinggi pada Sampel 2 dengan nilai 90,3 sedangkan pada sampel 1 dengan nilai 89,9 Jika dibandingkan dengan parameter standart ISO VG 32 dengan nilai 90 maka sampel ke 2 sudah sesuai standart ISO VG 32. Pengujian densitas menggunakan 2 sampel dengan perbedaan konsentrasi katalis. Menggunakan parameter standart ISO VG 32. pada masing masing sampel mendapatkan nilai yang melebihi dari ISO VG 32, pada sampel 1 dengan nilai 885,2 kg/m³ dan pada sampel 2 884,9 kg/m³ dengan nilai ISO VG 32 yaitu 869,7 kg/m³. Dimana standart ISO VG 32 banyak diaplikasikan ke oli hidrolis, digunakan pada operasi tinggi hidrolis fluida untuk mesin suku cadang dan alat digunakan forturning, pengeboran, dan penggergajian.

Kata kunci : Tanaman jarak kepyar, Bio pelumas, Pengujian karakteristik

ABSTRACT

Castor oil has the potential as an alternative source of raw materials for bio-based softening materials replacing petroleum-based synthetic softeners or esters. The scope of this study is to obtain laboratory-scale lubricants with castor oil using homogeneous catalysts for follow-up development of existing research with the aim of producing environmentally friendly bio-lubricants made from castor oil kepyar and know the effect of using NaOH catalyst in synthesizing castor oil into vegetable lubricants. Bio lubricants using jatropha plant material will be tested for characteristics such as kinematic viscosity, viscosity index (VI) and density. Esterification is a reaction between carboxylic acids or their derivatives with alcohols through water solvents that produce reaction products in the form of ester compounds. The esterification process is carried out by mixing castor oil with alcohol with a mole / mol ratio into a 250 ml three-neck flask then heated to a temperature of 80 °C for 1 hour. The highest kinematic viscosity value in the 2nd sample was 28.9 mm²/s. When compared with the standard parameters ISO VG 32 with a value of 28.9 mm²/s. The highest viscosity index (VI) value in Sample 2 with a value of 90.3 while in sample 1 with a value of 89.9 When compared with the ISO VG 32 standard parameter with a value of 90, the 2nd sample is in accordance with the ISO VG 32 standard. Density testing using 2 samples with different catalyst concentrations. Using ISO VG 32 standard parameters. in each sample get a value that exceeds ISO VG 32, in sample 1 with a value of 885.2 kg / m³ and in sample 2 884.9 kg / m³ with an ISO VG 32 value of 869.7 kg / m³. Where the ISO VG 32 standard is widely applied to hydraulic oil, it is used in high operation hydraulic fluids for machinery parts and tools used for turning, drilling, and sawing .

Keywords : Jatropha plant, Bio lubricant, Testing characteristics

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PEMBUATAN PELUMAS DARI MINYAK JARAK KEPYAR MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN (NaOH)”** Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr.Suherman,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar , S.T, M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
5. Orang tua penulis yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: fuja fuji hartono, anang rinaldi, yuda rahardian dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan

pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia teknik Mesin.

Medan, Mei 2024

Rendy Kurniawan

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | Error! Bookmark not defined. |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | Error! Bookmark not defined. |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Ruang Lingkup | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4.1 Tujuan umum | 4 |
| 1.4.2 Tujuan khusus penelitian ini adalah | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Bio Pelumas dan sifat karakteristik pelumas | 5 |
| 2.2 Pelumas | 9 |
| 2.2.1 Jenis – Jenis Pelumas | 9 |
| 2.2.2 Minyak pelumas nabati | 10 |
| 2.3 Hidrolik | 11 |
| 2.3.1 Jenis – jenis Minyak Hidrolik | 12 |
| 2.4 Tanaman Jarak | 12 |
| 2.5 Jarak Keyyar | 14 |
| 2.6 Katalis | 15 |
| 2.6.1 Umur Katalis | 16 |
| 2.7 Proses Reaksi Pembuatan Pelumas Nabati | 17 |
| 2.7.1 Transesterifikasi | 17 |
| 2.8 Uji Karakteristik | 19 |
| 2.8.1 Densitas | 19 |
| 2.8.2 Viskositas Kinematik dan Indeks Viskositas | 20 |
| 2.8.3 Titik Nyala | 20 |
| 2.8.4 Bilangan Asam | 21 |
| 2.8.5 Bilangan Iod | 21 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 23 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 23 |
| 3.1.1 Tempat Penelitian | 23 |
| 3.1.2 Waktu Penelitian | 23 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 24 |
| 3.2.1 Alat Penelitian | 24 |
| 3.3 Bagan Alir Penelitian | 31 |
| 3.4 Rancangan Alat Penelitian | 32 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 3.5 | Prosedur Penelitian | 32 |
| 3.6 | Uji Karakteristik | 33 |
| 3.6.1 | Densitas | 33 |
| 3.6.2 | Viskositas Kinematik dan Indeks Viskositas | 33 |
| BAB 4 | HASIL DAN PEMBAHASAN | 35 |
| 4.1 | Hasil | 35 |
| 4.1.1 | Karakteristik Tanaman Jarak Kepyar | 35 |
| 4.1.2 | Metode esterifikasi | 36 |
| 4.1.3 | Pembuatan Pelumas | 37 |
| 4.2.1 | Viskositas kinematik | 38 |
| 4.2.2 | Viskositas indeks | 39 |
| 4.2.3 | Densitas | 41 |
| BAB 5 | KESIMPULAN DAN SARAN | 44 |
| 5.1 | Kesimpulan | 44 |
| 5.2 | Saran | 44 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 45 |
| | LAMPIRAN | 49 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Standar Pelumas Menurut SNI 06-70695-205 Sumber (SNI 06-70695-205, 2020) | 6 |
| Tabel 2. 2 Karakteristik standart pelumas | 7 |
| Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan Penelitian | 23 |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengujian dan SNI Biopelumas | 38 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Tanaman Jarak (<i>Jatropha curcas</i>) | 13 |
| Gambar 2. 2 Jarak Kepyar | 14 |
| Gambar 2. 3 Reaksi Transesterifikasi | 18 |
| Gambar 2. 4 Reaksi Esterifikasi | 19 |
| Gambar 3. 1 Reaktor kimia jas (sumber dechem) | 24 |
| Gambar 3. 2 stirrer (sumber word press.com) | 24 |
| Gambar 3. 3 oil bath (sumber wikipedia) | 25 |
| Gambar 3. 4 Kondensor liebig (sumber iwakiglassindonesia.com) | 25 |
| Gambar 3. 5 Tachometer (sumber ralali news) | 26 |
| Gambar 3. 6 Termometer (sumber matamata.com) | 26 |
| Gambar 3. 7 Piknometer (sumber glassware indonesia) | 26 |
| Gambar 3. 8 Viskometer Ostwald (sumber Wikipedia) | 27 |
| Gambar 3. 9 Labu takar (sumber glassware Indonesia) | 27 |
| Gambar 3. 10 Erleymeyer (sumber medicalogi) | 28 |
| Gambar 3. 11 Corong pisah (sumber plita dwi asa) | 28 |
| Gambar 3. 12 Pipet Tetes (sumber minapoli) | 28 |
| Gambar 3. 13 Oven (sumber blog kimia) | 29 |
| Gambar 3. 14 minyak jarak kepyar (sumber widodo dan sumarsih) | 29 |
| Gambar 3. 15 Diagram alir | 31 |
| Gambar 4. 1 Hasil Biopelumas | 37 |
| Gambar 4. 2 Grafik pengujian viskositas kinematik | 39 |
| Gambar 4. 3 Grafik pengujian viskositas indeks (VI) | 40 |
| Gambar 4. 4 Grafik pengujian densitas | 42 |

BAB 1

PEDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejarah bio pelumas telah dimulai sejak tahun 1877. Pertama kali dihasilkan melalui reaksi Friedel dan Crafts menggunakan bahan baku hidrokarbon dan katalis tri aluminium klorida. Pelumas ini disebut pelumas sintesis. Pada tahun 1937 telah diproduksi pelumas menggunakan bahan baku olefin melalui reaksi polimerisasi. Selanjutnya ribuan jenis ester telah dicoba sebagai pelumas di Jerman pada tahun 1938-1944. Baru pada tahun 1944 Zurich Aviation Congress (ZAC) tertarik memproduksi ester sebagai pelumas sintesis. AMSOIL mengembangkan pelumas 100 % sintesis dan telah mendapatkan sertifikat dari API pada tahun 1972. Pada tahun 1975 MOBIL OIL telah mengkomersilkan pelumas tersebut. Perusahaan lain yang telah mengembangkan pelumas sintesis adalah Petroleum giants Mobil, Quaker State, Castrol, Valvoline dan Pennzoil. Pelumas sintetik terus berkembang karena ramah lingkungan dan sampai tahun 2012 telah ada 60 merek pelumas sintesis yang telah digunakan di berbagai industri penerbangan, militer dan sebagian besar komponen pelumas sintesis adalah ester. Meliputi ester phosphate, polialkilena glikol, ester dari minyak nabati, polialfaolefin (PAO), aromatik teralkilasi, dan polibutena diramalkan akan mendominasi pasar. (Vander Waal et al, 1993)

Pada permesinan tidak lepas adanya kontak mekanik antara elemen satu dengan elemen lainnya. Kontak mekanik tersebut mengakibatkan terjadinya keausan (wear), keausan ada yang memang diperlukan dan ada yang harus dihindari. Keausan yang memang diperlukan misalnya proses grinding, cutting, pembubutan dan lain-lain, sedang keausan yang harus dihindari adalah kontak mekanik pada elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya, misalnya motor bakar, mesin produksi, mesin konvensional, dan lain-lain. Minyak lumas adalah zat cair atau benda cair yang digunakan sebagai pelumasan dalam suatu mesin. Minyak lumas berfungsi untuk mengurangi keausan akibat gesekan dan sebagai pendingin, peredam suara serta peredam getaran (Ir. Greg. Sukartono & Budi Basuki, ST., 2013; Malau, 2017).

Bagaimanapun juga persatuan logam dapat dilihat atau dirasakan, tetapi sebenarnya tidak rata melainkan terdiri atas titik yang tinggi dan rendah, kalau satu permukaan meluncur diatas permukaan yang lain dan suatu gaya menekannya terhadap permukaan yang lain tersebut, maka titik yang tinggi pada kedua permukaan akan saling mengunci dan menghambat gerak relatif. Dalam meluncur dan mengatasi hambatan ini, maka permukaan yang keras akan melepaskan sebagian dari titik yang tinggi dan permukaan yang lunak tetapi pada saat yang sama dapat kehilangan sebagian dari titik tingginya sendiri. Hambatan untuk meluncur ini disebut gesekan (friction), pelepasan titik yang tinggi (wear). Kalau di lihat dengan pembesaran yang kuat maka penampang melintangnya. (Supriyanto dan Ruslan, 2021)

Secara umum fungsi pelumas adalah untuk mencegah atau mengurangi keausan dan gesekan, sedangkan fungsi yang lain sebagai pendingin, peredam getaran dan mengangkut kotoran pada motor bakar. Pelumas juga berfungsi sebagai perapat (seal) pada sistem kompresi. Menurut temperatur lingkungan minyak pelumas dibagi menjadi dua, yaitu 1. Minyak pelumas dingin (kode W/winter), 2. Minyak pelumas panas (kode S/summer). Di daerah panas/tropis seperti indonesia dianjurkan menggunakan pelumas dingin (W), sedangkan didaerah subtropis/dingin dianjurkan untuk memakai pelumas panas (S) (Darmanto, 2011).

Tanaman jarak kepyar dengan nama Latin *Ricinus communis L.* atau sinonimnya *Ricinus speciosus Burn.*, *Croton spenosa L.*, *Ricinus inernis Mill* berasal dari Ethiopia (Afrika). Dalam bahasa Latin jarak disebut *Ricinus* yang artinya serangga karena bijinya berbintik-bintik, menyerupai serangga. Minyak jarak kepyar digunakan sebagai bahan industri antara lain untuk industri cat, vernis, bahan pelapis, industri kosmetika, industri polimer berupa resin, plastik, kulit sintesis bahan plastisasi, industri tekstil serat sintetis, dan industri otomotif yaitu untuk bahan pelumas dan bahan minyak rem (Weiss, 1971).

Minyak jarak kepyar adalah minyak yang tidak dapat dimakan. Kandungan minyak pada bijinya berkisar antara 55 % (Wulandari, Darsin, & Wibowo, 2020). Dari hasil *Fatty acid*, minyak biji jarak kepyar memiliki asam stearat (22.37%) dan asam linoleat (31,18%). Total asam jenuh dan asam tak jenuh masing-masing sebesar 58,77% dan 41,24%. Asam jenuh pada minyak jarak kepyar menginduksi

stabilitas oksidasi yang lebih baik (Kodgire, Sharma, & Kachhwaha, 2023). Panjang rantai karbon dan tinggi asam lemak pada crude oil sifat fisikokimia yang penting dalam produksi biopelumas (Kania, Yunus, Omar, Rashid, & Jan, 2015).

Salah satu alasan mengapa minyak non-edible belum banyak digunakan untuk memproduksi biopelumas adalah karena kandungan asam lemak bebas (FFA) pada minyak tersebut. Seberapa cocok benih minyak dengan industri yang sedang berkembang bergantung pada cara penggunaannya, seberapa cepat pembuatannya, dan teknologi pemrosesan apa yang tersedia. Metil ester asam lemak (FAME) dan alkohol polihidrat biasanya digunakan dalam prosedur transesterifikasi untuk mensintesis biopelumas. Proses transesterifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis asam, katalis basa, atau enzim (Ayoub et al., 2016). Transesterifikasi metil ester dari minyak nabati menggunakan katalis NaOH sebagai poliol telah menjadi subjek banyak penelitian karena mudah didapatkan dengan harga yang murah dibandingkan katalis jenis lainnya (Menkiti, Ocheje, & Agu, 2017). Oleh karena itu, penulis fokus meneliti “pembuatan pelumas dari minyak jarak kepyar menggunakan katalis homogen (NaOH). Tujuan khusus dalam penelitian ini adalah Untuk menganalisis karakteristik pelumas dari minyak jarak kepyar dari reaksi esterifikasi dengan waktu kontak katalis homogen NaOH. Diharapkan dari penelitian tersebut diperoleh hasil yang dapat digunakan untuk menjadi acuan di dalam pengembangan biopelumas kedepannya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan yang timbul yaitu bagaimana cara mendapatkan pelumas dari minyak jarak kepyar menggunakan katalis homogen (NaOH)

1.3 Ruang Lingkup

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka dapat ruang lingkup dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan pelumas skala laboratorium dengan bahan minyak jarak kepyar menggunakan katalis homogen untuk tindak lanjut pengembangan dari penelitian yang pernah ada dengan tujuan untuk menghasilkan bio pelumas yang ramah lingkungan berbahan dasar minyak jarak kepyar.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan umum

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan suhu kasimum untuk mengkonversi minyak jarak kepyar menjadi pelumas menggunakan katalis homogen (NaOH).

1.4.2 Tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis pengaruh penggunaan katalis NaOH dalam mensintesis minyak jarak kepyar menjadi pelumas nabati.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu kontak katalis homogen NaOH pada reaksi esterifikasi minyak jarak untuk proses pembuatan pelumas
3. Untuk menganalisis karakteristik pelumas hasil konversi dari reaksi esterifikasi minyak jarak dengan waktu kontak katalis homogen NaOH

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah tentang struktur material morfologi, luas area katalisis, dan kondisi optimum NaOH alam teraktivasi yang dapat menjadi dasar pengembangan pemanfaatannya.
2. Memberikan edukasi kepada masyarakat tentang minyak jarak kepyar dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan pelumas

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bio Pelumas dan sifat karakteristik pelumas

Bio-pelumas terurai lebih dari 98% di dalam tanah, tidak seperti sebagian pelumas sintesis dan pelumas mineral yang hanya terurai 20% hingga 40%. Selain itu minyak nabati yang digunakan pada mesin mengurangi hampir semua bentuk polusi udara dibanding penggunaan minyak bumi. Bio-pelumas dapat di hasilkan dari bermacam-macam jenis minyak tumbuhan dan minyak hewani (Kuwier, 2010).

Bio-pelumas berbasis minyak nabati atau minyak hewani dapat memenuhi semua tuntutan baik dari fungsi maupun lingkungan, tidak seperti pelumas yang diisintesis dari minyak bumi yang hanya memenuhi tuntutan fungsi tetapi tidak ramah lingkungan. Bio-pelumas dapat di hasilkan dari bermacam-macam jenis minyak tumbuhan dan minyak hewani (Yasir, 2010).

Pelumas bio adalah pelumas yang memiliki sifat – sifat ramah lingkungan seperti : mudah diuraikan dilingkungan, memiliki kandungan racun terhadap lingkungan yang sangat rendah akan tetapi tetap memenuhi standar pelumas yang telah ditetapkan. Pelumas bio tidak selalu terbuat dari minyak nabati akan tetapi bisa juga terbuat dari modifikasi minyak nabati maupun minyak dasar berbasis minyak bumi. Pertumbuhan penggunaan pelumas bio didunia adalah 2%/tahun dengan pemakaian saat ini sebesar 46 Juta KL. Penggunaan pelumas bio ini 48% digunakan untuk pelumas mesin, 15,3% untuk pelumas untuk proses, 10,2 % digunakan sebagai oli hidrolis dan sisanya 26,5% untuk pelumasan lainnya. Wilayah yang paling banyak menggunakan pelumas bio adalah di Asia Pasifik dengan 36,7%, Amerika Utara 28%, Eropa 12,5% dan wilayah lain sebesar 22,8%. (Bart, J. B. Dan Larry, P., 2008).

Pelumas bio ini memiliki beberapa keunggulan apabila dibandingkan dengan pelumas dengan minyak dasar berbasis minyak bumi antara lain :

- a. Lebih cepat diuraikan bakteri karena berasal dari bahan organik
- b. Kandungan racun yang rendah karena tidak mengandung sulfur dan senyawa aromatik, parafinik dan naftalenik yang berasal dari minyak bumi.

- c. Ramah lingkungan
- d. Sifat pelumasan yang baik
- e. Indek kekentalan yang baik

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 (M. T. Sani, 2010)

Sebagaimana sifat – sifat pada pelumas pada umumnya bio- pelumas juga mempunyai sifat seperti diatas. Beberapa standar yang harus dipenuhi oleh Pelumas Menurut SNI 06-70695-205, standar tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut. Tabel 2. 1 Standar Pelumas Menurut SNI 06-70695-205 Sumber (SNI 06-70695-205, 2020)

| | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Spesifikasi minyak pelumas | : Nilai Pengukuran |
| Densitas | : 0.8867 – 1 gr/cm ³ |
| Viskositas Kinematis < 100 °C | : 23 – 30,5 mm ² /s |
| Pour Point | : -1 ⁰ C |
| Warna | : Kuning Keemasan |

Regulasi SNI wajib untuk 7 (tujuh) jenis pelumas kendaraan bermotor ditujukan untuk produk lokal dan impor, dan mulai diberlakukan pada bulan September 2019. Produk minyak pelumas yang diwajibkan untuk memiliki sertifikasi SNI menurut Permenperin No.25 tahun 2018, adalah sebagai berikut: (1) SNI 7069.1:2012, Minyak lumas motor bensin 4 (empat) langkah kendaraan bermotor; (2) SNI 7069.2:2012, Minyak lumas motor bensin 4 (empat) langkah sepeda motor; (3) SNI 7069.3:2016, Minyak lumas motor bensin 2 (dua) langkah dengan pendingin udara; (4) SNI 7069.4:2017, Minyak lumas motor bensin 2 (dua) langkah dengan pendingin air; (5) SNI 7069.5:2012, Minyak lumas motor diesel putaran tinggi; (6) SNI 7069.6:2017, Minyak lumas roda gigi transmisi manual dan garden; dan (7) SNI 7069.7:2017, Minyak lumas transmisi otomatis (Kemenperin, 2018).

Indeks viskositas biopelumas yang dihasilkan penelitian ini lebih tinggi dari kedua pelumas standar (ISO VG 32 dan ISO VG 46). Indeks viskositas merupakan

parameter penting dalam pembuatan pelumas, karena menentukan kestabilan peningkatan atau penurunan viskositas yang diakibatkan oleh suhu. Nilai indeks viskositas yang tinggi menunjukkan kualitas pelumas yang baik, karena memperlihatkan stabilitasnya pada perubahan suhu (Zainal, Zuklifi, Gulzar, & Masjuki, 2018).

Tabel 2. 2 Karakteristik standart pelumas

| Jenis pelumas | Viskositas Kinematik 40 °C (mm ² /s) | Viskositas Kinematik 100 °C (mm ² /s) | Viskositas indeks (VI) | Titik Nyala (°C) | Titik Tuang (°C) | Nilai Asam (mg KOH/g) |
|---------------|---|--|------------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| ISO VG 2 | > 1,98 | - | >90 | 70 | -40 | - |
| ISO VG5 | > 4.14 | - | - | 65 | -48 | - |
| ISO VG 10 | > 9 | > 2.6 | > 90 | 177 | -39 | - |
| ISO VG 15 | > 13.5 | > 3.3 | > 84 | 174 | -33 | - |
| ISO VG 22 | > 19.8 | > 4.19 | > 102 | 200 | -30 | - |
| ISO VG 32 | > 28.8 | > 4.1 | > 90 | 204 | -6 | - |
| ISO VG 46 | > 41.1 | > 4.1 | > 90 | 220 | -6 | - |
| ISO VG 68 | > 61.4 | > 4.1 | > 198 | 226 | -6 | - |
| ISO VG 100 | > 90,0 | > 4.1 | > 216 | 246 | -6 | - |
| ISO VG 150 | > 135 | > 14.5 | > 96 | 236 | -18 | - |
| ISO VG 220 | > 198 | > 19.4 | > 96 | 238 | -18 | - |

Sumber: (Alves, Silva, Foletto, Dantas, & Dantas Neto, 2015; Appiah, Tulashie, Akpari, Rene, & Dodoo, 2022; Cao et al., 2024; Crown, 2023; ISO, 2023; Lubricants, 2023; Paar, 2023)

Viskositas adalah sifat fisik/reologi utama pelumas dan biopelumas. Viskositas didefinisikan sebagai ukuran ketahanan terhadap aliran zat cair. Dua jenis viskositas yang penting bagi industri minyak meliputi viskositas kinematik dan viskositas dinamis. Viskositas kinematik mengacu pada resistensi terhadap aliran fluida di bawah pengaruh gravitasi, sedangkan viskositas dinamis adalah ukuran resistensi internal. Properti ini biasanya diukur dalam dua temperatur (100 °C dan 40 °C). Secara umum, biopelumas berfungsi mengurangi gesekan antar permukaan logam, sehingga kemampuan pelumas untuk mengalir dengan mudah antar bagian logam sangatlah penting. Biopelumas dengan viskositas rendah akan mengalir

terlalu mudah antar bagian logam. Akibatnya, fungsi dasarnya tidak akan tercapai kecuali digunakan untuk tugas yang sangat ringan seperti transmisi otomotif atau oli hidrolik. Selain itu, biopelumas dengan viskositas tinggi (sangat kental) akan sulit mengalir, sehingga tidak mampu melumasi sebagian besar bagian logam. Biopelumas yang baik harus mempunyai kekentalan yang optimal sesuai dengan jenis Pelumas yang dimaksud (Salimon, Abdullah, Yusop, & Salih, 2014).

Viskositas indeks (VI) biopelumas adalah parameter yang menggambarkan variasi viskositas terhadap temperatur. Semakin tinggi indeks viskositas menandakan rendahnya perubahan viskositas seiring dengan perubahan temperatur. Biasanya diperkirakan dari nilai viskositas yang diukur pada 40 °C dan 100 °C. Pelumas yang baik harus mempunyai indeks kekentalan yang tinggi (Hisham *et al.*, 2017). Semakin tinggi VI, semakin kecil pengaruh suhu dan semakin sedikit minyak yang mengencer pada suhu yang lebih tinggi. Sistem pengoperasian mesin yang memerlukan suhu lebih tinggi akan memerlukan biopelumas dengan VI tinggi (U Dabai, J Owuna, A Sokoto, & L Abubakar, 2018). Indeks viskositas yang tinggi dalam pelumas merupakan persyaratan penting untuk menjaga lapisan pelumas yang tepat dan untuk memberikan pelumasan pada pasangan tribo di lingkungan kerja yang berbeda. Karena pelumas harus bekerja pada suhu yang berbeda, indeks viskositas yang tinggi menjamin stabilitas terhadap viskositas. Minyak nabati memiliki indeks viskositas yang lebih tinggi karena berat molekulnya lebih tinggi dibandingkan minyak mineral dan cocok untuk pelumasan (Bapat, Pradhan, & Madankar, 2024).

Titik nyala didefinisikan sebagai suhu minimum di mana pelumas menguap dan membentuk campuran yang mudah terbakar dengan udara. Titik nyala adalah ukuran keselamatan dalam pengoperasian oli yang aman (Kalam *et al.*, 2017). Untuk pengujian, sampel dipanaskan secara perlahan (5°C/menit) dan pada kecepatan konstan sambil diaduk terus menerus (Ruggiero, D'Amato, Merola, Valašek, & Müller, 2017). Suhu cairan terendah yang diatur pada tekanan 101,352 kPa dimana fungsi titik nyala api menyebabkan uap pada benda uji sampel untuk menyalakan dan mempertahankan pembakaran selama minimal 5 detik (Appiah *et al.*, 2022). Titik nyala dapat menentukan bahaya mudah terbakarnya biopelumas dan pelumas; suhu di mana biopelumas membentuk campuran yang mudah terbakar

dengan udara ketika biopelumas dipanaskan di dalam mesin. Biopelumas mempunyai titik nyala yang tinggi (Zainal, Zulkifli, Gulzar, & Masjuki, 2018). Titik nyala minyak nabati lebih tinggi dibandingkan minyak berbahan dasar minyak bumi (Ruggiero *et al.*, 2017). Pelumas berbahan dasar minyak nabati memiliki titik nyala yang tinggi (Panchal, Patel, Chauhan, Thomas, & Patel, 2017). Semakin tinggi suhu titik nyala semakin rendah volatilitas minyak pelumas (Talib & Rahim, 2018). Titik nyala biopelumas dapat ditentukan dengan menggunakan berbagai pengujian standar ASTM dan prosedur standar ISO, namun dapat dengan mudah ditentukan menggunakan ASTM D92-18, dengan metode COC cawan terbuka dan *flash point tester*.

2.2 Pelumas

Pelumas adalah zat kimia yang umumnya berupa cairan yang diberikan di antara dua benda bergerak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesek. Sedangkan pelumasan adalah tindakan menempatkan pelumas antara permukaan yang saling bergeser untuk mengurangi keausan dan friksi (Sukirno, 2010).

Kebutuhan pelumas di Indonesia saat ini terus meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi kendaraan bermotor serta mesin-mesin industri. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah pelumas mesin yang dipakai pada mesin pembakaran dalam (internal combustion). Minyak pelumas mesin atau yang lebih dikenal sebagai oli mesin banyak ragam dan macamnya. Bergantung pada jenis penggunaan mesin itu sendiri yang membutuhkan oli yang tepat untuk menambah atau mengawetkan usia pakai (life time) mesin. Keadaan optimum pelumasan logam dapat dicapai jika permukaan logam yang bersentuhan dilapisi secara sempurna oleh minyak pelumas, guna mendapatkan minyak pelumas yang sempurna. Karakteristik dan jenis oli yang digunakan harus diperhatikan (Mujiman, 2011). Pelumas mesin yang banyak beredar di pasaran saat ini secara komersial adalah jenis pelumas dengan bahan dasar minyak mineral dan minyak sintetis. Pelumas berbahan dasar minyak mineral berasal dari minyak mentah yang biasanya terdiri dari senyawa parafin, naftalena, dan aromatik (Nugrahani, 2007).

2.2.1 Jenis – Jenis Pelumas

Beberapa hal terkait pemahaman ataupun informasi terkait pelumas, Pelumas dasar dapat dikelompokkan menjadi tiga (Askew 2004):

1. Minyak pelumas mineral.

Minyak mineral merupakan salah satu jenis minyak pelumas yang banyak digunakan pada saat ini. Pelumas dasar ini merupakan hidrokarbon yang mengalami serangkaian proses pemurnian dan dapat digolongkan menjadi empat jenis, yaitu parafin, olefin, naftanik, dan aromatik. Kandungan lain di dalam minyak mineral adalah sulfur, nitrogen dan logam. Keunggulan penggunaan minyak mineral sebagai pelumas dasar adalah:

(1) harga murah

(2) daerah suhu operasi lebar, meliputi seluruh pemakaian dalam industri, mesin-mesin transportasi, alat-alat berat lain,

(3) penambahan bahan aditif dapat meningkatkan mutu dan kinerja,

(4) tidak merusak bantalan

(5) stabil selama penyimpanan. Kebutuhan minyak mineral meningkat, sedangkan persediaan minyak bumi di dunia menipis karena bersifat tidak terbarukan. Minyak bumi bersifat tidak terdegradasi karena mengandung senyawa aromatik dan racun.

2.2.2 Minyak pelumas nabati

Minyak nabati merupakan pelumas dasar yang berasal dari minyak nabati, misalnya minyak kedelai, minyak sawit, minyak kelapa, minyak biji bunga matahari dan minyak biji jarak. Jika minyak nabati dibandingkan dengan minyak mineral sebagai minyak pelumas dasar, terdapat beberapa keunggulan, yaitu tingginya kemampuan pelumasan, tingginya indeks viskositas, rendahnya kehilangan minyak karena penguapan, tingginya kemampuan terdegradasi dan rendahnya kandungan racun. Minyak nabati sebagai pelumas dasar mempunyai keterbatasan, yaitu rendahnya stabilitas termal, hidrolitik, dan oksidatif, karena mengandung asam lemak tidak jenuh. Kelemahan ini dapat diatasi dengan memodifikasi minyak tersebut dengan menambahkan bahan aditif.

3. Minyak pelumas sintetis
Minyak pelumas yang dibuat dengan proses kimiawi dengan menggabungkan beberapa bahan aditif. Pada awalnya, pelumas yang digunakan pada kendaraan tempo dulu adalah berasal dari minyak bumi, pada perkembangannya tidak mampu melayani mesin-mesin dengan teknologi tinggi maka dilakukan penambahan bahan aditif. Selanjutnya, hasil penelitian menunjukkan bahwa pelumas konvensional dari minyak

bumi yang telah ditambah dengan bahan aditif, tidak mampu mendukung kinerja mesin baru, maka dilakukan penggantian dengan bahan lain yang bukan berasal dari minyak bumi.

2.3 Hidrolik

Pemanfaatan energi hidrolik (hydraulic power) atau energi fluida bertekanan (fluid power) menyusul energi-energi yang lebih dulu ada seperti energi mekanik, energi listrik, energi elektronik, energi udara bertekanan atau pneumatik, energi kimia/fisika, energi automotive serta energi konvensional lainnya seperti air, angin, uap, surya menyebabkan semakin luasnya penggunaan berbagai energi untuk kemudahan manusia. Munculnya energi baru itu akan memunculkan teknologi baru. Dengan demikian perkembangannya menjadi sangat cepat, seperti : hidromekanik (energi hidrolik dengan mekanik), mekatronik (energi mekanik dengan elektronik), elektropneumatik (energi elektrik dengan pneumatik), elektrohidrolik (energi elektrik dengan hidrolik), autotronik (energi automotive dengan elektronik), autoelektronik (energi automotive dengan elektronik, autohidrolik (energi automotive dengan hidrolik) dan sebagainya.

Pada bidang teknik otomotif, penggunaan energi hidrolik sudah cukup lama. Sejak 1920 penggunaan hidrolik telah digunakan pada rem mobil (hydraulic brakes), transmisi otomatis (automatic transmission), sistem pengemudian dengan bantuan hidrolik (power steering), pengaturan tempat duduk (power seats), energi untuk pembuka/penutup kaca (power windows), dan pembuka/penutup atap mobil (automatic convertible tops). Saat ini penggunaan energi fluida sangat luas di jumpai pada alat/kendaraan berat seperti pada forklift, wheel loader, hydraulic crawler cranes.

Minyak hidrolik merupakan bagian yang sangat penting untuk diperhatikan pada penggerak hidrolik seperti pada Wheel Loader. Disamping itu juga berfungsi sebagai pelumas yang dibutuhkan mesin untuk melindungi komponen-komponen mesin dari keausan. Prinsip dasar dari pelumas itu sendiri adalah mencegah terjadinya gesekan antara dua permukaan logam yang bergerak. Sehingga gesekan dari masing-masing logam dapat lancar tanpa banyak energi yang terbuang (Nugroho. A. 2005). Catur sitimbul (2006) menjelaskan bahwa dalam sistem

hidrolik fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya. Minyak mineral adalah jenis fluida cair yang umum dipakai. Prinsip dasar dari hidrolik adalah sifat fluida cair yang sangat sederhana dan sifat zat cair tidak mempunyai bentuk tetap, tetapi selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya. Karena sifat cair yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya, sehingga akan mengalir ke berbagai arah dan dapat melewati dalam berbagai ukuran dan bentuk, sehingga fluida cair tersebut dapat mentranfer tenaga dan gaya. Dengan kata lain sistem hidrolik adalah sistem pemindahan dan pengontrolan gaya dan gerakan dengan fluida cair dalam hal ini oli. Fluida yang digunakan dalam sistem hidrolik adalah oli. Syarat-syarat cairan hidrolik yang digunakan harus memiliki kekentalan (viskositas) yang cukup, memiliki indek viskositas yang baik, tahan api, tidak berbusa, Analisis Monitoring Pelumas Hidrolik Wheel Loader tahan dingin, tahan korosi dan tahan aus serta tidak dapat dikompresi (Giles Ranald, 1986).

2.3.1 Jenis – jenis Minyak Hidrolik

Menurut Budi Tri Siswanto (2007) ada dua jenis utama cairan yang digunakan dalam sistem hidrolik yaitu :

- a. Cairan berdasarkan oli mineral yang umum digunakan pada sebagian besar sistem hidrolik.
- b. Cairan anti api yang dispesifikasi untuk sistem yang digunakan di area bersuhu tinggi dan dalam industri penerbangan.

Cairan mineral yang dimurnikan secara khusus dispesifikasi untuk pengoperasian sistem hidrolik. Cairan ini diidentifikasi sesuai standard ISO (International Standards Organisation) yang berdasarkan pada kekentalan (viskositas) rata-rata dalam centistokes 40 C. Contoh ISOVG 32 = oli hidrolik dengan viskositas rata-rata 32 Cst @ 40 C. (Agus Pramono, 2012).

2.4 Tanaman Jarak

Tanaman jarak (*Jatropha curcas*) merupakan tanaman yang termasuk famili Euphorbiaceae. Tanaman ini memiliki nilai ekonomis tinggi karena biji yang dihasilkan dapat bermanfaat untuk bahan baku obat dan penghasil minyak.

Beberapa negara seperti, Kamboja, Vietnam dan India telah menggunakan biji jarak sebagai agensia aborsi, sedangkan di Sudan telah menggunakan biji jarak sebagai agensia kontrasepsi. Agensia yang terdapat pada biji jarak yang berpotensi sebagai agensia antifertilitas dikenal dengan nama jatrophone (Cambie and Brewis, 1999)



Gambar 2. 1 Tanaman Jarak (*Jatropha curcas*)

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai sumber bahan bakar minyak nabati, yang dihasilkan dari bijinya. Minyak jarak diharapkan menjadi minyak atau lemak non pangan, sebagai bahan baku utama pembuatan biodiesel. Di Indonesia, minyak jarak dijadikan sebagai sumber energi bahan bakar alternatif pengganti solar dan minyak tanah yang sampai sekarang masih dikembangkan. Namun, usaha dalam memacu pembungaan *J. curcas L.* belum banyak dilakukan. Padahal, kendala yang dihadapi selama pengembangan *J. curcas L.* adalah waktu pembungaan cukup lama yaitu \pm 6 bulan sampai 1 tahun dan bunga jarak mudah rontok, sehingga dapat menurunkan produktivitas (Mahmud, 2006).

Jarak pagar (*Jatropha curcas, L*) mulai komersil di Indonesia pada tahun 2005, karena tanaman ini dikenal sebagai tanaman penghasil minyak lampu (Prihandana & Hendroko 2006). Salah satu sumber minyak nabati yang sangat prospektif dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak jarak pagar. Hal ini karena minyak jarak pagar tidak termasuk dalam katagori edible oil atau minyak makan (Hambali et al.2002).

Menurut Widodo & Sumarsih (2007), klasifikasi ilmiah dari tanaman jarak adalah sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta (Tumbuhan Berbiji)
Subdivisi : Angiospermae (Tumbuhan Berbiji Tertutup)
Kelas : Dicotyledoneae (Tumbuhan Berbiji Belah Dua)
Bangsa : Euphorbiales
Suku : Euphorbiaceae
Marga : Ricinus
Jenis : Ricinus communis L.

2.5 Jarak Kepyar

Jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) adalah tanaman sumber minyak nabati dari famili Euphorbiaceae yang dapat tumbuh dan berkembang baik pada lahan kering dan marginal. Saat ini jarak kepyar semakin populer karena tuntutan pemenuhan kebutuhan bahan bakar minyak dan pelaksanaan program pembangunan bersih. Selain sebagai penghasil biodisel, minyak jarak kepyar (castor oil) juga merupakan sumber bahan kimia industri terbarukan (Baldwin and Cossarb, 2009; Mutlu and Meier, 2010) dan bermanfaat baik dalam merespon peningkatan kadar CO₂ di udara dengan meningkatkan laju pertumbuhan dan hasilnya (Vanaya et al., 2008).



Gambar 2.2 Jarak Kepyar

Jarak kepyar memiliki ukuran daun yang besar, berwarna hijau dan panjang daun sekitar 15 sampai 45 sentimeter, dengan tangkai daun yang panjang. Tanaman ini memiliki telapak 5-11 lobus dan vena menonjol pada permukaan bawah. Warna daun bervariasi dari hijau muda ke merah gelap tergantung pada tingkat antosianin pigmentasi (Weiss, 2000). Daun mengandung berbagai senyawa kimia antara lain

kaempferol, kaempferol-3-rutinosida, nikotiflorin, kuersetin, isokuersetin, dan rutin. Disamping itu juga mengandung astragalin, reiniutrin, risinin, dan vitamin C (Rumape, 2013).

Minyak jarak kepyar adalah minyak yang tidak dapat dimakan. Kandungan minyak pada bijinya berkisar antara 55 % (Wulandari et al., 2020). Dari hasil *Fatty acid*, minyak biji jarak kepyar memiliki asam stearat (22.37%) dan asam linoleat (31,18%). Total asam jenuh dan asam tak jenuh masing-masing sebesar 58,77% dan 41,24%. Asam jenuh pada minyak jarak kepyar menginduksi stabilitas oksidasi yang lebih baik (Kodgire et al., 2023). Panjang rantai karbon dan tinggi asam lemak pada crude oil sifat fisikokimia yang penting dalam produksi biopelumas (Kania et al., 2015).

2.6 Katalis

Katalis adalah suatu zat yang meningkatkan laju reaksi tanpa dirinya sendiri terlibat reaksi secara permanen sehingga pada akhir reaksi katalis tidak bergabung dengan senyawa produk reaksi. Ketika reaksi selesai maka akan didapatkan massa katalis yang sama. Untuk meningkatkan laju reaksi yaitu dengan meningkatkan jumlah tumbukan – tumbukan pada reaksi. Tumbukan – tumbukan akan menghasilkan reaksi jika partikel – partikel yang bertumbukan dengan energi yang cukup untuk memulai suatu reaksi. Hal ini dapat dilakukan dengan menurunkan energi aktivasi. Energi aktivasi adalah energi minimum yang diperlukan untuk memulai suatu reaksi. Katalis dapat dibagi menjadi 3 bagian besar yaitu sebagai berikut:

1. Katalis Homogen Katalis homogen basa yang biasa digunakan antara lain adalah logam alkali hidroksida (kebanyakan NaOH dan KOH) dan logam berat alkali hidroksida dan alkoksida. Faktor yang membuat katalis ini banyak digunakan dalam proses transesterifikasi adalah hasil yang diperoleh memiliki konversi yang tinggi dalam waktu reaksi yang relatif kecil (Abdullah et al., 2017).
2. Katalis Heterogen Katalis heterogen jika digunakan pada proses transesterifikasi banyak memberikan kelebihan, diantaranya tidak korosif, mudah dipisahkan dan didaur ulang, dapat digunakan pada

operasi kontinyu. Namun katalis ini juga memiliki kelemahan diantaranya adalah waktu reaksi yang digunakan cukup lama jika dibandingkan dengan katalis homogen. Katalis yang termasuk tipe ini antara lain adalah golongan logam oksida, zeolit, katalis berpenyangga logam dan mineral (Mardhiah, Ong, Masjuki, Lim, & Lee, 2017)

3. Katalis Enzim Katalis enzim yang biasa digunakan adalah lipase, lipase yang digunakan pada proses transesterifikasi dapat berupa larutan encer atau bukan larutan encer. Proses enzimatik memiliki banyak kelebihan seperti pemisahan produk yang sangat mudah dan asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak dapat terkonversi dengan sempurna, namun biaya produksi lipase atau katalis enzim lainnya sangat besar jika dibandingkan dengan sistem katalis yang lain. (Afrianto, 2014; T PALILU, 2019)

Pemakaian katalis yang berulang-ulang akan menyebabkan aktivitas katalis akan semakin menurun (terjadi deaktivasi). Terjadinya deaktivasi ini tentu merupakan proses yang kurang menguntungkan secara ekonomis sehingga efeknya harus diminimalkan. Berbagai teknologi dibuat untuk meminimalkan deaktivasi katalis sehingga katalis tidak perlu sering diregenerasi (D'Aguino, 2002).

Katalis yang digunakan untuk mengkatalisis suatu reaksi, pada waktu tertentu, akan mengalami penurunan aktivitas. Hal ini berhubungan dengan umur (lifetime) katalis katalis tersebut. Umur katalis didefinisikan sebagai suatu periode selama katalis mampu menghasilkan produk reaksi yang diinginkan lebih besar dari pada produk reaksi tanpa katalis (Hughes, 1984). Secara umum dapat dikatakan bahwa aktivitas katalis akan menurun seiring dengan pemakaiannya dalam reaksi kimia. Semakin besar umur suatu katalis, semakin kecil aktivitas katalis yang bersangkutan. Panjang pendeknya umur katalis ditentukan oleh kecepatan hilangnya aktivitas dan selektivitas katalis (Rylander, 1984).

2.6.1 Umur Katalis

Umur katalis didefinisikan sebagai suatu periode selama katalis menghasilkan produk yang diinginkan lebih besar dibandingkan dengan produk reaksi tanpa katalis (Hughes, 1984). Pada kebanyakan katalis, aktivitas akan menurun dengan tajam pada awalnya, lalu tercapai keadaan dimana aktivitas katalis

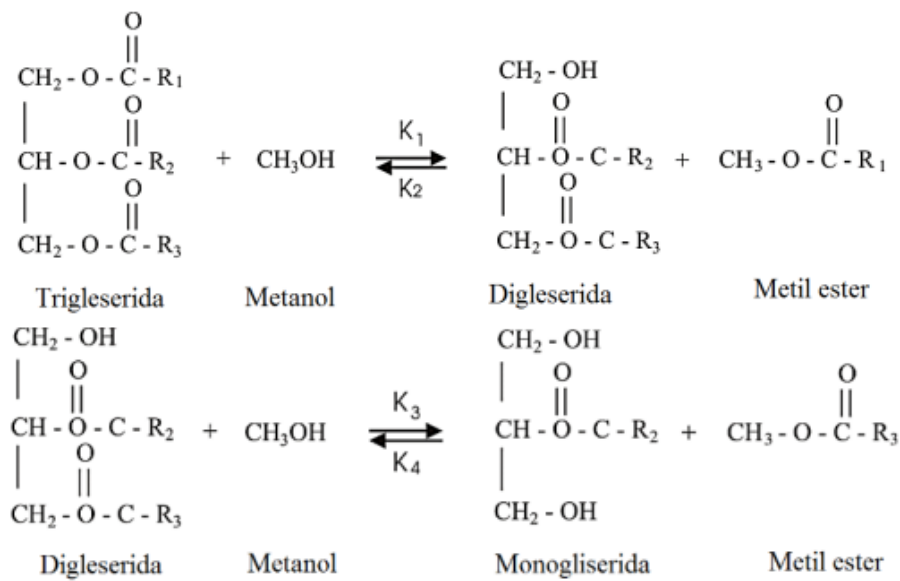
menurun jauh lebih lambat dan selektivitas katalis menjadi jelek. Umur katalis dapat dijadikan acuan dalam pemilihan katalis, sehingga biaya proses produksi dapat ditekan. Dalam beberapa reaksi, katalis hanya dapat digunakan sekali dan dalam reaksi lain bisa berulang kali tanpa perlu diregenerasi. Umur katalis sulit diestimasi tanpa melakukan penelitian yang mendalam. Secara umum, aktivitas katalis akan menurun seiring dengan penggunaannya. Umur katalis ditentukan oleh kecepatan hilangnya aktivitas dan selektivitas katalis dalam mengkatalisis suatu reaksi (Rylander, 1985).

2.7 Proses Reaksi Pembuatan Pelumas Nabati

2.7.1 Transesterifikasi

Transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi alkyl ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Di antara alkohol-alkohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber/pemasok gugus alkil, metanol adalah yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut metanolisis). Transesterifikasi merupakan reaksi organik dimana suatu senyawa ester diubah menjadi senyawa ester lain melalui pertukaran gugus alkohol dari ester dengan gugus alkil dari senyawa alkohol lain. Sedikit berbeda dengan reaksi hidrolisis, pada reaksi transesterifikasi pereaksi yang digunakan bukan air melainkan alkohol.

Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat. Proses transesterifikasi menggunakan katalis basa merupakan cara paling populer, karena mampu menghasilkan biodiesel dengan konversi dan yield yang tinggi dalam waktu yang relatif pendek (30-60 menit). Meskipun demikian proses ini sangat sensitif terhadap kemurnian reaktan. Umumnya katalis basa yang digunakan adalah NaOH atau KOH. Reaksi transesterifikasi disebut juga dengan reaksi alkoholisis. Alkohol yang biasa digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah metanol. Proses transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa mampu mencapai 98 % konversi dengan waktu reaksi minimum. Berikut ini adalah tahap-tahap reaksi transesterifikasi yang dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2. 3 Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi sebenarnya berlangsung dalam 3 tahap yaitu sebagai berikut:

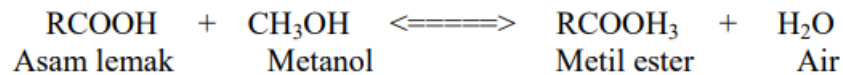
- 1.) Trigleserida + CH₃OH Digliserida + R₁COOCH₃
- 2.) Digliserida + CH₃COOH Monogleserida + R₂COOCH₃
- 3.) Monogleserida + CH₃COOH Gliserol + R₃COOCH₃

Untuk reaksi transesterifikasi berkatalis basa, trigliserida dan metanol yang digunakan sebisa mungkin anhidrat atau mendekati, karena air menyebabkan terjadinya reaksi saponifikasi yang menghasilkan sabun. Sabun yang terbentuk dapat menurunkan perolehan ester dan menyulitkan pemisahan ester dan gliserol. Kandungan asam lemak bebas juga harus rendah, karena jika kandungan asam lemak dan air dalam trigliserida tinggi maka katalis yang digunakan adalah asam.

2.7.2 Esterifikasi

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat misalnya asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa dipilih dalam praktek industrial. Tetapi penggunaan katalis yang berkarakter asam kuat tidak

direkomendasikan karena sifatnya yang korosif terhadap peralatan. Untuk mendorong agar reaksi bisa berlangsung ke konversi yang sempurna pada temperatur rendah (misalnya paling tinggi 120°C), reaktan metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih. Reaksi esterifikasi dari asam lemak menjadi metil ester dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 Reaksi Esterifikasi

Esterifikasi biasa dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi. Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversikan menjadi metil ester. Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterifikasi. Namun sebelum produk esterifikasi diumpankan ke tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus disingkirkan terlebih dahulu (Hikmah, 2010).

Ekstraksi reaktif adalah proses yang melibatkan reaksi dan pemisahan dilakukan secara bersamaan. Pemisahan fase dapat dilakukan secara alami dalam sistem reaktif dengan menambahkan pelarut. Di dalam ekstraksi reaktif, alkohol bertindak sebagai pelarut diproses ekstraksi dan sebagai reagent pada reaksi transesterifikasi selama ekstraksi reaktif berlangsung. Oleh sebab itu alkohol diperlukan dalam jumlah yang sangat banyak (Jairurob, 2013).

1. Tahap Pengujian

Dalam tahap pengujian, Melakukan pengujian terhadap pelumas yang telah dibuat. Kemudian parameter yang akan diuji dapat dilihat pada sub bab 3.6

2.8 Uji Karakteristik

2.8.1 Densitas

Pengukuran alat ini bersifat otomatis dengan metode pengujian ASTM D5002 “Test Method for Densities and Relative Densities of Crudes Oils by Densities Analyzer”. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Densities Analyzer dihidupkan dan ditunggu sampai suhu 20°C
2. Tombol “method” ditekan dan dipilih “lubricant”.

3. Sampel dimasukkan ke sel pengukuran dengan menggunakan syringe, dan dipastikan jangan ada gelembung (dapat dilihat dari jendela pengamat).
4. Tekan tombol “sampel” untuk memasukkan nomor sampel.
5. Nilai pengukuran akan tampak pada layar dan terlihat tulisan valid.
6. Sampel dikeluarkan dari sel dan dilakukan pencucian sel dengan menggunakan toluena dan aseton.
7. Pengeringan sel dilakukan dengan memasang “air hose” ke “filling nozzle”. Pompa vakum dinyalakan dengan menekan tombol “pump” hingga tulisan di sebelah kiri atas layar berkedip. Setelah 10 menit, pompa vakum dimatikan dan “filling nozzle” diubah ke “air hose”

2.8.2 Viskositas Kinematik dan Indeks Viskositas

Pengukuran alat ini bersifat otomatis, pada suhu 40oC dan 100oC dengan metode pengukuran ASTM D445 ”Standard Method For Kinematic Viscosity of Transparent And Opaque Liquid”. Prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Alat ukur viskositas kinematik dihidupkan terlebih dahulu.
2. Pompa gas CA II dihidupkan dan dibuka jalan udaranya.
3. Tombol pengatur udara dihidupkan pada posisi ”on”.
4. Alat ukur dikondisikan pada keadaan ”remote” dengan pengendalian dari komputer.
5. Sampel dimasukkan ke dalam dua buah vial masing-masing sejumlah 5 MI
6. Ketika tube pengukuran telah siap pada kondisi suhu yang diinginkan, yaitu 40⁰C dan 100⁰C, maka pengukuran sampel dapat dilakukan.
7. Hasil pengukuran viskositas kinematik sampel pada dua kondisi suhu akan diperoleh indeks viskositas sebagai ukuran pengaruh perubahan suhu terhadap kekentalan minyak lumas.

2.8.3 Titik Nyala

Pengukuran alat ini bersifat otomatis dengan metode pengujian ASTM D92 “Standard Test Method for Flash Point and Fire Point by Cleveland Open Cup”. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Alat ukur titik nyala dihidupkan terlebih dahulu.
2. Pompa gas LPG dihidupkan dan dibuka jalan udaranya.

3. Sampel dimasukkan ke dalam wadah logam sampai tanda batas, kemudian diposisikan detektor ke dalamnya.
4. Api dihidupkan dan diatur diameternya.
5. Tombol "start" ditekan dan pengukuran pun dimulai.
6. Api dilewatkan ke permukaan wadah setiap kenaikan 2⁰C.
7. Pengukuran akan dilakukan dengan cara memanaskan sampel terlebih dahulu hingga titik uapnya. Uap-uap yang dihasilkan tersebut akan menempel pada kawat filamen (detektor). Apabila uap yang melewati filamen tersebut menimbulkan kejutan api, maka pada suhu tersebut adalah titik nyala dari minyak/ sampel yang diukur. Menempel pada kawat filamen (detektor). Apabila uap yang melewati filamen tersebut menimbulkan kejutan api, maka pada suhu tersebut adalah titik nyala dari minyak/ sampel yang diukur.

2.8.4 Bilangan Asam

Penentuan bilangan asam ditentukan secara manual dengan cara titrasi menggunakan NaOH. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. 2,5 g sampel ditimbang ke dalam labu erlenmeyer.
2. 25 mL etanol 98% ditambahkan ke dalam sampel.
3. Larutan sampel dipanaskan selama 10 menit di atas pemanas air dan diaduk.
4. Larutan sampel didinginkan dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N menggunakan indikator fenolftalein.
5. Larutan dititrasi sampai terbentuk warna merah jambu yang tidak hilang selama 10 detik
6. Bilangan asam dihitung dengan rumus:

$$\text{Bilangan asam} = \text{Volume NaOH} \times \text{N NaOH} \times 56,1 / \text{Berat sampel}$$

2.8.5 Bilangan Iod

Penentuan bilangan iod ditentukan secara manual dengan cara dititrasi menggunakan Na₂S₂O₃. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. 0,5 g sampel ditimbang ke dalam labu erlenmeyer.
2. 10 mL CCl₄ ditambahkan dan dikocok untuk memastikan bahwa sampel telah larut sempurna.

3. Dengan menggunakan pipet, 10 mL larutan Wijs ditambahkan ke dalam labu, lalu ditutup dan dikocok agar tercampur merata.
4. Labu disimpan di tempat gelap selama 1 jam pada suhu kamar.
5. Setelah didiamkan selama 1 jam, larutan sampel ditambahkan 10 mL larutan KI 15% dan dikocok. Kemudian ditambahkan 25 mL aquademin.
6. Larutan dititrasi dengan larutan Na_2SO_3 0,1 N secara perlahan dan dengan pengocokan yang kuat, sampai warna kuning hampir hilang. Selanjutnya ditambahkan 2 mL larutan kanji (1 g kanji dalam 200 mL aquades hangat) dan lanjutkan titrasi dengan hati-hati hingga warna biru tepat hilang.
7. Blanko diuji dengan jumlah pereaksi dan perlakuan yang sama seperti pada sampel. 8. Bilangan iod dihitung dengan rumus:

Bilangan iod = $(\text{volume blanko} - \text{volume sampel}) \times N \text{ Na}_2\text{SO}_3 \times 12,69 /$
Berat sampel.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jl. Kapten Muchtar Basri No. 03 Medan.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian di mulai setelah judul penelitian disetujui oleh Ketua Program Studi Teknik Mesin, dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun Jadwal dan kegiatan penelitian sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal dan Kegiatan Penelitian

| No | Keterangan | Waktu (Bulan) | | | | | |
|----|----------------------------------|---------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Pengajuan judul | ■ | ■ | | | | |
| 2 | Study literatur | ■ | ■ | ■ | | | |
| 3 | Penulisan proposal | | ■ | ■ | ■ | | |
| 4 | Seminar proposal | | | ■ | ■ | | |
| 5 | Pembuatan pelumas | | | | ■ | ■ | ■ |
| 6 | Pengujian pelumas | | | | ■ | ■ | ■ |
| 7 | Analisa data pelumas | | | | | ■ | ■ |
| 8 | Penulisan laporan akhir | | | | ■ | ■ | ■ |
| 9 | Seminar hasil dan sidang sarjana | | | | | | ■ |

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk membuat pelumas dari minyak jarak kepyar menggunakan katalis homogen, Sebagai berikut :

1. Reaktor leher empat

Kaca Reaktor Tutup 4-Leher Digunakan untuk Reaksi Labu Ketel Gelas Laboratorium.



Gambar 3. 1 Reaktor kimia jas (sumber dechem)

2. Stirrer

Stirrer adalah sebuah alat atau instrumen laboratorium yang digunakan untuk mengaduk atau mencampur larutan dengan bantuan stir bars yang akan berputar di dalam nya.



Gambar 3. 2 stirrer (sumber word press.com)

3. Oil bath

Oil bath adalah alat untuk memanaskan zat secara tidak langsung. Sebuah suhu konstan dibuat dengan memanaskan minyak silikon dll ditempatkan di tangki cairan.



Gambar 3. 3 oil bath (sumber wikipedia)

4. Kondensor liebig

Jenis kondensor ini banyak digunakan untuk destilasi sederhana atau pemisahan dua jenis zat yang memiliki selisih atau perbedaan titik didih cukup jauh.



Gambar 3. 4 Kondensor liebig (sumber iwakiglassindonesia.com)

5. Tachometer

Tachometer adalah alat yang dirancang untuk mengukur kecepatan putaran dari objek yang bergerak, unit ini juga dikenal sebagai alat penghitung revolusi, penghitung putaran, pengukur RPM.



Gambar 3. 5 Tachometer (sumber ralali news)

6. Termometer

Termometer adalah perangkat yang dapat mengukur suhu atau perubahan suhu.



Gambar 3. 6 Termometer (sumber matamata.com)

7. Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk menentukan massa jenis dari suatu cairan.



Gambar 3. 7 Piknometer (sumber glassware indonesia)

8. Viskometer Ostwald

Viskometer ostwald biasa digunakan untuk cairan newtonian atau cairan yang kekentalannya tidak berubah dengan laju alir nya.Fungsinya mengukur waktu yang di butuhkan oleh sejumlah fluida tertentu untuk mengalir melalui pipa kapiler dengan gaya yang disebabkan oleh berat larutan itu sendiri.



Gambar 3. 8 Viskometer Ostwald (sumber Wikipedia)

9. Labu Takar

Selain untuk mengencerkan larutan, labu takar juga bisa untuk membuat larutan dari sampel yang memiliki konsentrasi tinggi.



Gambar 3. 9 Labu takar (sumber glassware Indonesia)

10. Erlenmeyer

Erlenmeyer adalah salah satu alat gelas laboratorium yang salah satu fungsinya untuk menjadi wadah dari bahan kimia cair.



Gambar 3. 10 Erleymeyer (sumber medicalogi)

11. Corong pisah

Corong pisah adalah peralatan laboratorium yang digunakan dalam ekstraksi cair-cair untuk memisahkan komponen-komponen dalam suatu campuran antara dua fase pelarut dengan densitas berbeda yang tak bercampur



Gambar 3. 11 Corong pisah (sumber plita dwi asa)

12. Pipet Tetes

Pipet yang digunakan untuk memindahkan larutan dari suatu wadah ke wadah lain dengan jumlah yang sangat sedikit dan dengan tingkat ketelitian pengukuran volume yang sangat rendah.



Gambar 3. 12 Pipet Tetes (sumber minapoli)

13. Oven

Oven digunakan untuk memanaskan dan mengeringkan sampel, melakukan proses sterilisasi.



Gambar 3. 13 Oven (sumber blog kimia)

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk membuat pelumas dari minyak jarak kepyar menggunakan katalis homogen, Sebagai berikut :

1. Minyak jarak kepyar

Minyak jarak kepyar adalah sebagai bahan utama dalam pembuatan pelumas ini. Dapat dilihat pada gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3. 14 minyak jarak kepyar (sumber widodo dan sumarsih)

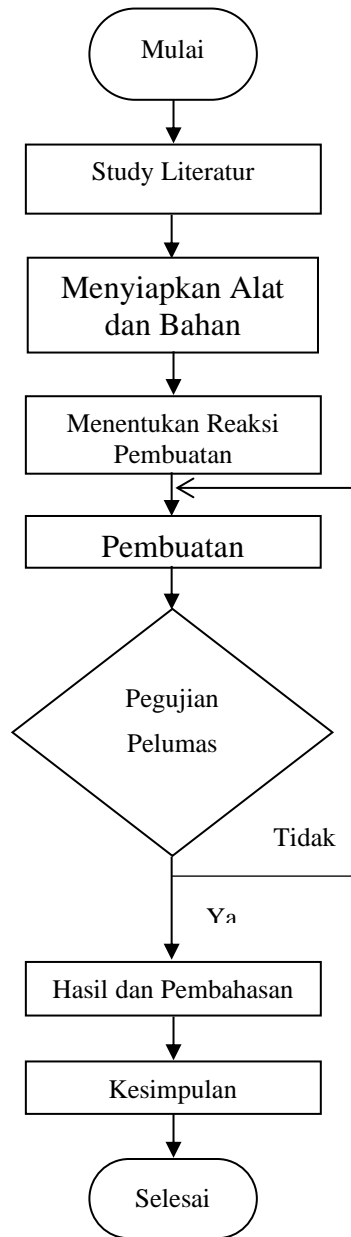
2. NaOH

NaOH berfungsi untuk menghilangkan atau membersihkan zat-zat dan kotoran-kotoran yang melekat pada serat sisa.



Gambar 3.15 larutan NaOH (sumber Alfa gemilang kerinci)

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 15 Diagram alir

3.4 Rancangan Alat Penelitian

3.5 Prosedur Penelitian

Dalam pembuatan alat prototype ini, Prosedur penelitian di bagi menjadi 3 tahapan sebagai berikut ;

1. Tahap Persiapan

Persiapan merupakan tahap awal dalam melakukan penelitian, Pada tahap ini melakukan studi literatur, survei bahan baku yang akan dibuat serta melengkapi alat dan bahan yang akan digunakan

2. Tahap Pembuatan

Setelah tahap persiapan selesai lanjut ke tahap pembuatan pelumas dimana dalam tahap ini memulai pembuatan pelumas menggunakan jarak kepyar dengan campuran katalis. Dalam tahap ini menggunakan metode esterifikasi, Adapun langkah – langkah pembuatan sebagai berikut :

- A. Bahan yang digunakan adalah Minyak Biji Jarak Pagar yang digunakan pada proses pembentukan asam lemak adalah HCl pekat dengan konsentrasi 10 N dengan jumlah katalis sebanyak 1% dan 2% w/w.
- B. Katalis yang digunakan pada proses esterifikasi adalah NaOH sebanyak 1% dan 2% w/w.
- C. Alat yang digunakan adalah reaktor leher empat, stirrer dan rotor, oil bath, kondensor Liebig, tachometer, termometer , piknometer, viskometer Oswald, Labu ukur, erlenmeyer, corong pisah, pipet tetes dan oven.
- D. Prosedurnya adalah proses penyabunan dengan rasio molar antara minyak biji jarak dan KOH yaitu 1 : 4 dengan pengadukan sampai terbentuk sabun.
- E. Setelah itu, sabun yang diperoleh dipisahkan dari sisa KOH, kemudian ditambahkan HCl pekat 10 N dengan perbandingan volume minyak biji jarak dan HCl yaitu 1:1.
- F. Campuran di aduk selama 20 menit maka akan terbentuk asam lemak dan kristal KCl.

G. Karena produknya membentuk 2 fasa, pada akhir percobaan, campuran reaksi dimasukkan ke dalam corong pisah. Lapisan asam lemak di atas dan kristal KCl di bawah. Asam lemak langsung di esterifikasi dengan etilen glikol rasio mol 1:4 dengan temperatur reaksi 180⁰C dan kecepatan pengadukan 200 rpm selama 4 jam Produknya akan membentuk 2 fasa, dimasukkan ke dalam corong pisah. Bio-pelumas terdapat pada bagian atas.

3. Tahap Pengujian

Dalam tahap pengujian, Melakukan pengujian terhadap pelumas yang telah dibuat. Kemudian parameter yang akan diuji dapat dilihat pada sub bab 3.6

3.6 Uji Karakteristik

3.6.1 Densitas

Pengukuran alat ini bersifat otomatis dengan metode pengujian ASTM D5002 “Test Method for Densities and Relative Densities of Crudes Oils by Densities Analyzer”. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

8. Densities Analyzer dihidupkan dan ditunggu sampai suhu 20⁰C
9. Tombol “method” ditekan dan dipilih “lubricant”.
10. Sampel dimasukkan ke sel pengukuran dengan menggunakan syringe, dan dipastikan jangan ada gelembung (dapat dilihat dari jendela pengamat).
11. Tekan tombol “sampel” untuk memasukkan nomor sampel.
12. Nilai pengukuran akan tampak pada layar dan terlihat tulisan valid.
13. Sampel dikeluarkan dari sel dan dilakukan pencucian sel dengan menggunakan toluena dan aseton.
14. Pengeringan sel dilakukan dengan memasang “air hose” ke “filling nozzle”. Pompa vakum dinyalakan dengan menekan tombol “pump” hingga tulisan di sebelah kiri atas layar berkedip. Setelah 10 menit, pompa vakum dimatikan dan “filling nozzle” diubah ke “air hose”

3.6.2 Viskositas Kinematik dan Indeks Viskositas

Pengukuran alat ini bersifat otomatis, pada suhu 40⁰C dan 100⁰C dengan metode pengukuran ASTM D445 ”Standard Method For Kinematic Viscosity of Transparent And Opaque Liquid”. Prosedurnya adalah sebagai berikut :

8. Alat ukur viskositas kinematik dihidupkan terlebih dahulu.
9. Pompa gas CA II dihidupkan dan dibuka jalan udaranya.
10. Tombol pengatur udara dihidupkan pada posisi "on".
11. Alat ukur dikondisikan pada keadaan "remote" dengan pengendalian dari komputer.
12. Sampel dimasukkan ke dalam dua buah vial masing-masing sejumlah 5 ml
13. Ketika tube pengukuran telah siap pada kondisi suhu yang diinginkan, yaitu 40°C dan 100°C, maka pengukuran sampel dapat dilakukan.
14. Hasil pengukuran viskositas kinematik sampel pada dua kondisi suhu akan diperoleh indeks viskositas sebagai ukuran pengaruh perubahan suhu terhadap kekentalan minyak lumas.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Pelumas adalah zat kimia yang umumnya berupa cairan yang diberikan di antara dua benda bergerak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesek. Sedangkan pelumasan adalah tindakan menempatkan pelumas antara permukaan yang saling bergeser untuk mengurangi keausan dan friksi (Sukirno, 2010). Bahan dasar pelumas adalah menyiapkan pemilihan minyak bumi oleh proses dan proses yang dipilih adalah proses khusus yang memenuhi sifat yang dikehendaki. Klasifikasi pelumas berdasarkan kekentalan Berdasarkan viskositas atau kekentalan yang dinyatakan dalam ISO VG. Secara umum, biopelumas berfungsi mengurangi gesekan antar permukaan logam, sehingga kemampuan pelumas untuk mengalir dengan mudah antar bagian logam sangatlah penting. Biopelumas dengan viskositas rendah akan mengalir terlalu mudah antar bagian logam. Akibatnya, fungsi dasarnya tidak akan tercapai kecuali digunakan untuk tugas yang sangat ringan seperti transmisi otomotif atau oli hidrolik. Selain itu, biopelumas dengan viskositas tinggi (sangat kental) akan sulit mengalir, sehingga tidak mampu melumasi sebagian besar bagian logam. Biopelumas yang baik harus mempunyai kekentalan yang optimal sesuai dengan jenis Pelumas yang dimaksud (Salimon *et al.*, 2014).

4.1.1 Karakteristik Tanaman Jarak Kepyar

Tanaman jarak kepyar merupakan tanaman yang mempunyai potensi ekonomi tinggi sebagai penghasil minyak yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar biodiesel, bahan kosmetika, polimer plastik berupa resin, cat, dan biofarmaka. Jarak kepyar termasuk dalam famili Euphorbiaceae dengan nama *Ricinus communis* L.

Klasifikasi tanaman jarak kepyar mirip dengan jarak pagar, akan tetapi pada tingkat genus dan spesies tanaman ini bernama *Ricinus communis* L. Jarak pagar mempunyai sosok yang kekar, batang berkayu bulat dan mengandung banyak

getah. Tanaman ini termasuk tanaman perdu berumur panjang (lebih dari 50 tahun), memiliki batang dengan karakter tegak dan mampu tumbuh setinggi 1,5–5 m. Meskipun demikian tinggi tanaman dapat dikontrol dengan pola pemangkasan yang baik. Batang silindris beruas, dengan percabangan simpodial, arah miring ke atas dan daun tunggal dan tersusun alternate atau berseling. Lebar tajuk tanaman jarak kepyar pada umur lebih dari 5 tahun dapat mencapai diameter 2 m namun jarak kepyar memiliki buah yang berbulu seperti rambutan dan biji berloreng coklat hitam seperti biji karet dan serangga sehingga sering disebut Ricinus (Latin: Serangga). Daun tunggal, lebar, menjari dengan sisi berlekuk-lekuk sebanyak 3–5 buah, bunga berwarna kuning kehijauan, berupa bunga majemuk berbentuk malai, berumah satu dan uniseksual, kadang-kadang ditemukan bunga hermaprodit. Jumlah bunga betina 4–5 kali lebih banyak daripada bunga jantan. Buah berbentuk buah kendaga, oval atau bulat telur, berupa buah kotak berdiameter 2–4 cm dengan permukaan tidak berbulu (gundul) dan berwarna hijau ketika masih muda dan setelah tua kuning kecoklatan. Buah jarak tidak masak serentak, buah jarak pagar terbagi menjadi tiga ruangan, masing-masing ruangan terdapat 1 biji. Biji berbentuk bulat lonjong berwarna coklat kehitaman dengan ukuran panjang 2 cm, tebal 1 cm, dan berat 0,4–0,6 g/ biji. Jenis ini berbuah terus menerus (tahunan). Tanaman akan berbunga dan menghasilkan ketika berumur 8–9 bulan dengan produktivitas mencapai 0,5–2 ton/ha³).

4.1.2 Metode esterifikasi

Esterifikasi merupakan reaksi antara asam karboksilat atau turunannya dengan alkohol melalui pelarut air yang menghasilkan produk hasil reaksi berupa senyawa ester. Senyawa ester yang terbentuk tergantung dari asam karboksilat dan alkohol yang digunakan sebagai prekursor. Reaksi esterifikasi adalah katalisator positif karena berfungsi untuk mempercepat reaksi esterifikasi yang berjalan lambat dan membentuk satu fase dengan pereaksi (fase air) yang merupakan senyawa alkohol. Proses esterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak jarak dengan alkohol dengan perbandingan mol/mol ke dalam labu leher tiga 250 ml kemudian dipanaskan sampai suhu 80°C selama 1 jam.

4.1.3 Pembuatan Pelumas

Proses pembuatan pelumas dimulai dengan proses degumming, Degumming merupakan salah satu tahapan proses pemurnian yang bertujuan untuk memisahkan getah dan lendir (fosfolipid, protein, residu dan karbohidrat) dalam minyak tanpa mengurangi jumlah asam lemak bebas (ALB) minyak. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan oksidasi. Kemudian proses penyabunan antara minyak biji jarak dengan KOH menggunakan perbandingan 1 : 4 selama 1 jam dengan temperature 80°C. Hasil dari peroses penyabunan dimasukkan kedalam corong pemisah yang bertujuan untuk memisahkan sisa – sisa dari KOH, Selanjutnya ditambahkan HCL Pekat dengan konsetrasi 10N menggunakan perbandingan 1 : 1. Tahap selanjutnya menyiapkan gelas atau wadah dan pindahkan cairan yang telah dibuat kedalam gelas atau wadah kemudian diaduk selama 20 menit, Hal ini dilakukan untuk membentuk asam lemak bebas dan kristal KCL. Tambahkan larutan NaOH 1%, Setelah membentuk 2 lapisan atau 2 fase maka campuran reaksi dimasukkan ke dalam corong pisah, 2 fase diantaranya lapisan atas yaitu asam lemak bebas sedangkan lapisan bawah yaitu kristal KCL dan dipisahkan. Tahap selanjutnya asam lemak bebas dicampur dengan etilen glikol kemudian dipanaskan dengan temperature 180°C dan diaduk dengan kecepatan 200 Rpm selama 2 jam. Setelah membentuk 2 fase selanjutnya masukkan kedalam corong pisah dan biopelumas berada pada lapisan atas. tahap terakhir melakukan uji karakteristik terhadap biopelumas dengan parameter uji yaitu viskositas kinematik 40°C , Densitas Indeks (VI) dan Densitas 40°C Kg/m³.

Hasil Biopelumas dengan perbedaan konsentrasi katalis NaOH dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4. 1 Hasil Biopelumas

4.2 Pembahasan

Pada penelitian biopelumas, pengujian karakteristik biopelumas dari minyak jarak kepyar dilaksanakan di laboratorium teknik mesin universitas muhammadiyah sumatera utara (UMSU) dan politeknik negeri medan (POLMED). Adapun uji karakteristik biopelumas yaitu Viskositas kinematik, viskositas indeks dan densitas. Untuk hasil dari pengujian karakteristik biopelumas dari minyak jarak kepyar dapat dilihat pada Tabel 4.1

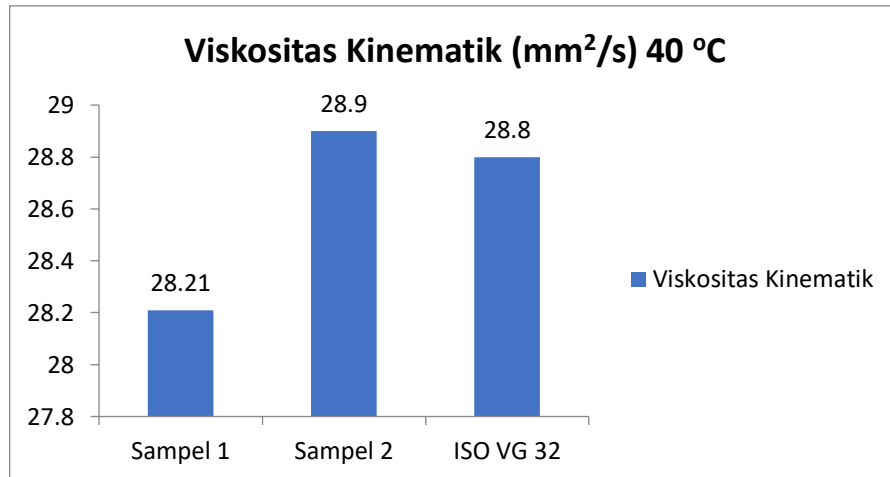
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian dan SNI Biopelumas

| Katagori | Karakteristik | | |
|--------------|---------------------------|------------------------|---------------------------------|
| | Viskositas Kinematik 40°C | Viskositas Indeks (VI) | Densitas 40°C Kg/m ³ |
| ISO VG 32 | > 28,8 | > 90 | 869,7 - 900 |
| Biopelumas 1 | 28,21 | 89,9 | 885,2 |
| Biopelumas 2 | 28,9 | 90,3 | 884,9 |

4.2.1 Viskositas kinematik

Viskositas kinematik adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan dalam dari sebuah bahan cairan untuk mengalir atau ukuran tahanan geser dari bahan cair. Viskositas pada suhu 40⁰C dan 100⁰C diklarifikasikan dan dibatasi nilainya untuk tiap kelasnya sehingga memudahkan dalam memilih grade viskositas berdasarkan kebutuhan

Dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.2 pengujian viskositas kinematik menggunakan 2 sampel dengan perbedaan kandungan katalis, nilai viskositas kinematik tertinggi pada sampel ke 2 28,9 mm²/s. Jika dibandingkan dengan parameter standart ISO VG 32 dengan nilai 28,9 mm²/s, maka pada sampel ke 2 (NaOH 2% g/g) sudah berada di atas nilai standart. kemudian perbedaan viskositas pada sampel 1(NaOH 1% g/g) dan 2 (NaOH 2% g/g) tidak terlalu jauh masih di point 28 mm²/s.



Gambar 4. 2 Grafik pengujian viskositas kinematik

Penelitian yang sama dilakukan oleh (Tajuddin, Rosli, Abdullah, Yusoff, & Salimon, 2014) tentang ester NaOH dari minyak biji *ricinus communis L.* untuk tujuan pembuatan biopelumas, hasil pour point, flash point dan viskositas menunjukkan bahwa metil ester katalis NaOH memenuhi kriteria pelumas karena memiliki titik tuang rendah (-6 °C), titik nyala tinggi (246 °C) dan viskositas optimum (39,2 cps) sesuai dengan ISO VG 32.

Dari hasil grafik (gambar 4.2) dengan perbedaan katalis NaOH, masing masing hasil viskositas kinematik setara dengan standart ISO VG32. Dimana standart ISO VG 32 banyak diaplikasikan ke oli hidrolis, digunakan pada operasi tinggi hidrolis fluida untuk mesin suku cadang dan alat digunakan forturning, pengeboran, dan penggergajian (Feuchtmüller, Hörl, & Bauer, 2021).

Biopelumas dengan viskositas rendah akan mengalir terlalu mudah antar bagian logam. Akibatnya, fungsi dasarnya tidak akan tercapai kecuali digunakan untuk tugas yang sangat ringan seperti transmisi otomotif atau oli hidrolis. Selain itu, biopelumas dengan viskositas tinggi (sangat kental) akan sulit mengalir, sehingga tidak mampu melumasi sebagian besar bagian logam. Biopelumas yang baik harus mempunyai kekentalan yang optimal sesuai dengan jenis Pelumas yang dimaksud (Salimon *et al.*, 2014).

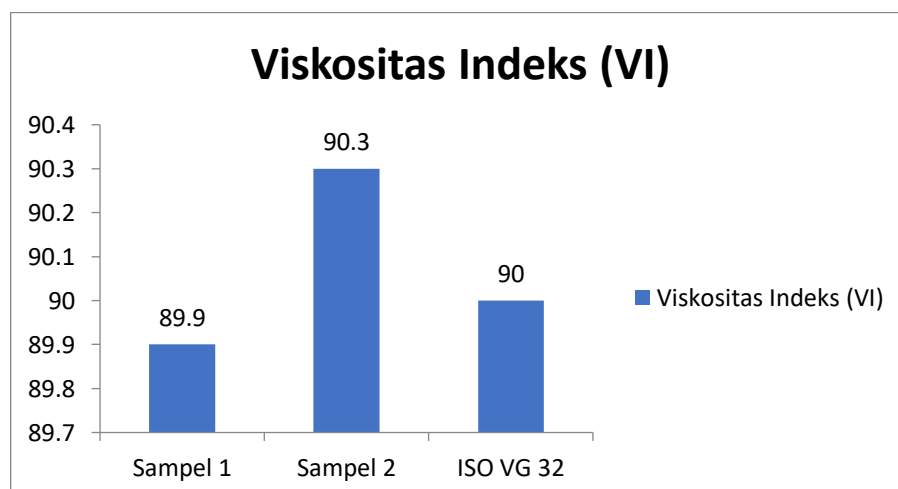
4.2.2 Viskositas indeks

Viskositas indeks (VI) biopelumas adalah parameter yang menggambarkan variasi viskositas terhadap temperatur. Semakin tinggi indeks viskositas menandakan

rendahnya perubahan viskositas seiring dengan perubahan temperatur. Biasanya diperkirakan dari nilai viskositas yang diukur pada 40 °C dan 100 °C. Pelumas yang baik harus mempunyai indeks kekentalan yang tinggi (Hisham *et al.*, 2017). Oleh karena itu sintesis kimia telah menghasilkan pelumas dari sumber organik dan terbarukan dengan sifat serupa dengan pelumas yang berasal dari mineral, terutama dengan keunggulan tambahan yaitu kemampuan terurai secara hayati. Sebagian besar cairan cenderung encer ketika suhu meningkat dan mengental ketika suhu menurun. Sifat zat cair untuk menahan perubahan viskositas ketika suhu dinaikkan atau diturunkan disebut indeks viskositas. Nilai indeks viskositas yang lebih tinggi diinginkan karena pelumas tersebut sangat tahan terhadap perubahan viskositas ketika perubahan suhu.

Pelumas yang baik adalah pelumas yang memiliki nilai indeks viskositas yang tinggi karena pelumasnya akan berlangsung lebih baik pada rentang perbedaan suhu yang lebih lebar. Dengan demikian fungsi pelumas tersebut sebagai media untuk mengurangi keausan akan berjalan dengan baik.

Dapat dilihat pada grafik hasil viskositas indeks (Gambar 4.3), pengujian viskositas indeks (VI) dengan parameter standart ISO VG 32. Menggunakan 2 sampel dengan perbedaan katalis NaOH, dari grafik (gambar 4.3) dapat dilihat bahwa katalis berpengaruh terhadap viskositas indeks (VI). Nilai viskositas tertinggi pada Sampel 2 (NaOH 2% g/g) dengan nilai 90,3 sedangkan pada sampel 1 (NaOH 1%) dengan nilai 89,9. Jika dibandingkan dengan parameter standart ISO VG 32 dengan nilai 90 maka sampel ke 2 sudah sesuai standart ISO VG 32.



Gambar 4. 3 Grafik pengujian viskositas indeks (VI)

Penelitian serupa dilakukan (Amdebrhan, Damtew, Tesfay, Endris, & Tekeste, 2015) tentang Produksi biopelumas dari minyak jarak (*ricinus*) dengan katalis NaOH, viskositas indeks yang dihasilkan adalah 94.3. Semakin tinggi VI, semakin kecil pengaruh suhu dan semakin sedikit minyak yang mengencer pada suhu yang lebih tinggi. Sistem pengoperasian mesin yang memerlukan suhu lebih tinggi akan memerlukan biopelumas dengan VI tinggi (U Dabai *et al.*, 2018). Indeks viskositas yang tinggi dalam pelumas merupakan persyaratan penting untuk menjaga lapisan pelumas yang tepat dan untuk memberikan pelumasan pada pasangan tribo di lingkungan kerja yang berbeda. Karena pelumas harus bekerja pada suhu yang berbeda, indeks viskositas yang tinggi menjamin stabilitas terhadap viskositas. Minyak nabati memiliki indeks viskositas yang lebih tinggi karena berat molekulnya lebih tinggi dibandingkan minyak mineral dan cocok untuk pelumasan (Bapat *et al.*, 2024).

Dari hasil grafik (gambar 4.3) dengan perbedaan katalis NaOH, masing masing hasil viskositas indeks setara dengan standart ISO VG32. Dimana standart ISO VG 32 banyak diaplikasikan ke oli hidrolis, digunakan pada operasi tinggi hidrolis fluida untuk mesin suku cadang dan alat digunakan forturning, pengeboran, dan penggergajian (Feuchtmüller *et al.*, 2021).

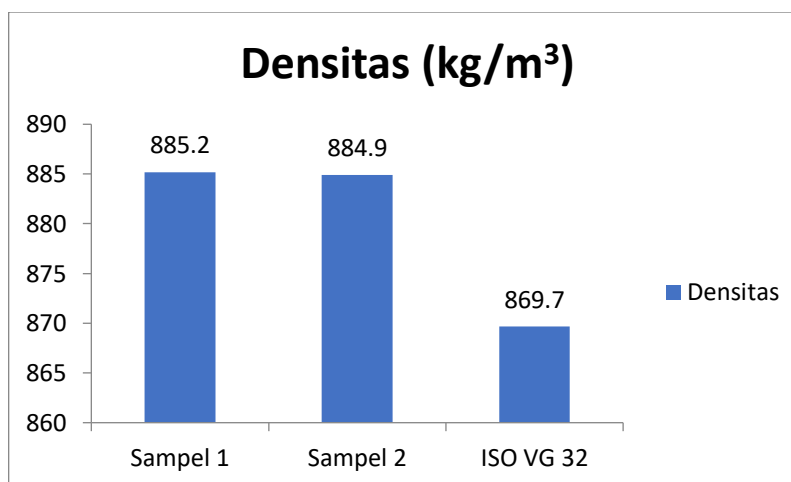
4.2.3 Densitas

Densitas adalah sifat dasar materi yang didefinisikan sebagai massa per satuan volume dari suatu material. Ini adalah sifat fisik yang penting dalam memahami struktur dan sifat fisik dan kimia dari material. Densitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jumlah dan susunan atom atau molekul dalam material, serta suhu dan tekanan di mana material tersebut ada. Densitas juga berperan dalam mengidentifikasi perbedaan antara material yang berbeda dan memengaruhi sifat serta berbagai aplikasinya

Pengujian densitas menggunakan 2 sampel dengan perbedaan katalis, Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.4 menggunakan parameter standart ISO VG 32. pada masing masing sampel mendapatkan nilai yang melebihi dari ISO VG 32,

pada sampel 1 dengan nilai 885,2 kg/m³ dan pada sampel 2 884,9 kg/m³ dengan nilai ISO VG 32 yaitu 869,7 kg/m³. Dimana standart ISO VG 32 banyak diaplikasikan ke oli hidrolis, digunakan pada operasi tinggi hidrolis fluida untuk mesin suku cadang dan alat digunakan forturning, pengeboran, dan penggergajian (Feuchtmüller et al., 2021).

Dari hasil penelitian yang hampir sama dilakukan oleh (Amdebrhan et al., 2015) hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran densitas ester metil asam lemak yang dihasilkan dilakukan dan diamati sebesar 888,92 kg/m³. Ketika dibandingkan dengan standar EN 14214 untuk metil ester yaitu 860- 900 kg / m³, dan hasilnya dapat diterima. Viskositas dinamis ester metil asam lemak pada 20,70 °C diukur menjadi 5,95 m.pa.sec dan 3,42 m.pa.sec pada 400C. Hal ini telah menghasilkan viskositas kinematik 6,69 mm² / s pada 20,70 °C dan 3,847 mm² / s pada 400C. Menurut standar EN 14214, viskositas kinematik ester metil asam lemak adalah 3,5-5,0 mm² / s yang membuat hasilnya dapat diterima.



Gambar 4. 4 Grafik pengujian densitas

Biolubricant yang dihasilkan sama baiknya dengan cairan hidrolis komersial kelas ISO VG32 sebagai hasil dari sifat pelumasannya (yaitu, VI dari 90; kepadatan 0,892 g / cm³; dan TAN 0,26 mg KOH / g) (Arumugam, Sriram, & Ellappan, 2014).

Penggunaan katalis berlebih dapat mengakibatkan reaksi penyabunan dan memungkinkan adanya zat pengotor sisa reaksi yang menyebabkan densitas meningkat (Milano et al, 2022). Hal ini memungkinkan adanya zat pengotor seperti sabun kalium dan gliserol hasil reksi penyabunan, asam-asam lemak yang tidak

terkonversi menjadi metil ester (biodiesel), air, kalium hidroksida sisa, kalium metoksida sisa ataupun sisa metanol yang menyebabkan massa jenis biodiesel menjadi lebih besar begitu sebaliknya jika penggunaan katalis basa dengan konsentrasi kecil menyebabkan massa jenis biodiesel menjadi rendah (Sadaf et al., 2018). Berat jenis metil ester jika dibandingkan dengan berat jenis biopelumas dan biodiesel ($860-900 \text{ kg/m}^3$ standar ISO pelumas hidrolis), maka berat jenis biopelumas yang dihasilkan dari perbandingan katalis NaOH 1% , 2% sudah memenuhi standar ISO VG 32 Hidrolis (Gambar 4.14)

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian biopelumas dari minyak tanaman jarak diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanaman jarak sebagai bahan utama dalam pembuatan biopelumas
2. Katalis yang digunakan yaitu Homogen NaOH. Menggunakan 2 sampel yaitu NaOH konsentrasi 1% dan NaOH konsentrasi 2%, Pengujian yang dilakukan viskositas kinematik, viskositas indeks, densitas.
3. Parameter standart menggunakan ISO VG 32 dalam pengaplikasi hidrolik
4. Karakteristik yang diperoleh dari bio pelumas terbaik menggunakan sampel 2 dengan katalis 2% sebagai bersikut viskositas kinematik yaitu 28,9 mm²/s, Viskositas indeks (VI) yaitu 90,3 dan densitas 884,9 Kg/m³. pada pengujian ini menggunakan 2 sampel dengan konsentrasi katalis yang digunakan adalah 1% dan 2% g/g. Hasil tersebut memenuhi standar ISO VG 32 untuk penggunaan hidrolik

5.2 Saran

Disadari bahwa pada penelitian ini masih ada beberapa kekurangan maka untuk mengembangkan dan memperbaiki penelitian selanjutnya, tentunya disarankan agar perlu dilakukan beberapa macam uji karakteristik biopelumas yang lainnya, untuk meyakinkan bahwa biopelumas hasil dari ekstraksi tanaman jarak ini dapat digunakan sebagai pelumas. Uji kualitas lainnnya tersebut yakni nilai kalor, titik nyala api, stabilitas oksidasi dan uji lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. H. Y. S., Hanapi, N. H. M., Azid, A., Umar, R., Juahir, H., Khatoon, H., & Endut, A. (2017). A review of biomass-derived heterogeneous catalyst for a sustainable biodiesel production. *Renewable and sustainable energy reviews*, 70, 1040-1051
- Afrianto, R. (2014). Sintesis Biodiesel Sawit melalui Reaksi Interesterifikasi Menggunakan Katalis Enzim Lipase Terimobilisasi: Kajian Penggunaan Ulang (Recycle) Enzim sebagai Katalis. Universitas Sumatera Utara
- Askew, M.F., 2004, Bio-Lubricants-Market Data Sheet, IENICA-Inform Project
- Baldwin, B.S., R.D. Cossarb. 2009. Castor yield in response to planting date at four locations in the South-Central United State. *Ind. Crops Prod.* 29:316-319.
- Bart J. Bremmer & Dr. Larry Plonsker, 2008, " Bio Based Lubricants A Market Opportunity Study Update", United Soybean Board.
- Cambie, R. C and A. A. Brewis. 1999. *Anti Fertility Plants of the Pacific*. CSIRO; Australia
- D'Aquino, R., 2000, For Catalyst Regeneration, Incentives Anew, J. *Chemical Engineering*, 107
- Darmanto, 2011, Mengenal Pelumas Pada Mesin, *Jurnal Momentum*, Vol.7, hal. 5 – 10 , Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- Hambali, A. Surya, Dadang, Hariyadi, H. Hanafie, I. K. Reksowardojo, M. Rivai, M. Ihsanur, P. Suryadarma, S. Tjitrosemito, T.H.
- Hughes, R. (1984). *Deactivation of Catalyst*. Academic Pres Inc. London
- Ir. Greg. Sukartono & Budi Basuki, ST., M. E. (2013). *Minyak Pelumas*. Sub – Bab Mata Kuliah Perawatan Mesin (DTM 1209), Dtm 1209.
- Jairurob, Ponsak, Chantaraporn Phalakornkule, Anamai Na-udom, Anurak Petiraksakul, "Reactive Extraction of After-Stripping Sterilized Palm Fruit to Biodiesel", *Fuel* 107, Hal: 282 - 289, 2013.
- Kemenperin. (2018). Permenperin No.25 Tahun 2018.
- Kuwier, Y. S., 2010. *Pembuatan Pelumas*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia , Jakarta.
- M. T. Sani, "Pengaruh Pelarut Phenol Pada Reklamasi Minyak Pelumas Bekas," Universitas Negeri Surabaya, 2010.
- Mahmud, Z. 2006. *Biologi Bunga Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Mardhiah, H. H., Ong, H. C., Masjuki, H., Lim, S., & Lee, H. (2017). A review on latest developments and future prospects of heterogeneous catalyst in biodiesel production from non-edible oils. *Renewable and sustainable energy reviews*, 67, 1225-1236.
- McMillan, F. M. 1959. *Rubber bahan pelunak, softener, and extenders*. Morton, M. (Ed). *Introduction to Rubber Technology*. Reinhold Publishing Co, New York
- Mujiman, 2011, Pengukuran nilai viskositas oli MESRAN SAE 10-SAE50 untuk pendingin transformator distribusi dengan penampil LCD, *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 4(1), 1979-8415

- Nugrahani, R.A., 2007, Perancangan Proses Pembuatan Pelumas Dasar Sintetis Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) melalui Modifikasi Kimiawi, Disertasi Program Doktor, Institut Pertanian Bogor.
- Prihandana & Hendroko. 2006. Petunjuk Budidaya Jarak Pagar. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Rumape, O. (2013). Isolasi dan identifikasi senyawa antifeedant dari daun jarak kepyar (*ricinus communis* l.) terhadap kumbang *epilachna varivestis* mulsant. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Rylander, P.N. (1985). Hydrogenation Methods. Academic Press Inc. London
- Sukirno, 2010, Kuliah Teknologi Pelumas 3, Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Sukirno, 2010, Kuliah Teknologi Pelumas 3, Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Supriyanto, A., & Ruslan, W. (2021). ANALISIS JENIS MINYAK PELUMAS TERHADAP KINERJA MESIN PADA MOTOR 110cc. *Jurnal Mechanical Xplore*, 1(2), 1–6.
- T PALILU, P. (2019). Skrining Khamir Osmofilik Penghasil Enzim Lipase Sebagai Katalis Dalam Sintesis Biodiesel. Universitas Gadjah Mada
- Vanaya, M., M. Jyothi, P. Ratnakumar, P. Vagheera, P. R. Reddy, N. J. Lakshmi, S. K. Yadav, M. Maheshwari, B. Vankateswarlu. 2008. Growth and yield responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) to two enhanced CO₂ levels. *Plant Soil Environ*. 54:38-46.
- Vander Waal G, Kenbeek D, 1993, Testing application and future development of environmentally friendly ester base fluids, *Journal of Synthetic Lubrication*, Vol. 10 (1): pp. 67–83.
- Weiss, E. A. (2000). Oilseed crops 2nd ed. Oxford: Blackwell Science.
- Weiss, E.A. 1971. Castor, sesame, and safflower. Leonard Hill, London. 876 p.
- Yasir, (2010). Pembuatan pelumas bio berbasis minyak kelapa sawit melalui reaksi pembukaan cincin efame menggunakan resin penukar kation. Fakultas Teknik Universitas Indonesia , jakarta
- Zainal, N. A., Zuklifi N. W. M., Gulzar M., & Masjuki H. H. (2018). A review on the chemistry, production, technological potential of bio-based lubricants. *Renewables and Suistainables Energy Reviews*, 82(2018), 80-102. doi: 10.1016/j.rser.2017.09.004
- Alves, S. M., Silva, M. S., Foletto, E. L., Dantas, T. N. d. C., & Dantas Neto, A. A. (2015). New hydraulic biolubricants based on passion fruit and moringa oils and their epoxy.
- Amdebrhan, B. T., Damtew, L., Tesfay, D., Endris, H., & Tekeste, G. (2015). Production of biolubricant from castor (*Ricinus*) oil. *International Journal of Engineering Innovation & Research*, 4(5), 737-741.
- Appiah, G., Tulashie, S. K., Akpari, E. E. A., Rene, E. R., & Doodoo, D. (2022). Biolubricant production via esterification and transesterification processes: Current updates and perspectives. *International Journal of Energy Research*, 46(4), 3860-3890. doi: <https://doi.org/10.1002/er.7453>
- 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 variable compression engine. *Energy*, 72, 618-627.
- Bapat, A., Pradhan, S., & Madankar, C. S. (2024). Oil and Fats as Raw Materials as Corrosion Inhibitors and Biolubricants. *Oils and Fats as Raw Materials for Industry*, 195-229. doi:<https://doi.org/10.1002/9781119910558.ch>
- Cao, D., Matsakas, L., Zhang, J., Dong, L., Shi, Y., Zhu, J., . . . Mu, L. (2024). Biolubricant. *Sustainable Production Innovations: Bioremediation and Other Biotechnologies*, 1-56.
- Crown, O. (2023). Fuels and lubricants -hydraulic fluids. In: <https://www.crownoil.co.uk/guides/hydraulic-oil-guide/>.
- Feuchtmüller, O., Hörl, L., & Bauer, F. (2021). Oil film generation of a hydraulic rod seal: an experimental study using ellipsometry. *Tribology International*, 162, 107102.
- Hisham, S., Kadirgama, K., Ramasamy, D., Noor, M., Amirruddin, A., Najafi, G., & Rahman, M. (2017). Waste cooking oil blended with the engine oil for reduction of friction and wear on piston skirt. *Fuel*, 205, 247-261. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.05.068>
- ISO. (2023). ISO viscosity classification- ISO 3448. In: <https://wiki.anton-paar.com/en/iso-viscosity-classification/>.
- Kalam, M., Masjuki, H., Cho, H. M., Mosarof, M., Mahmud, M. I., Chowdhury, M. A., & Zulkifli, N. (2017). Influences of thermal stability, and lubrication performance of biodegradable oil as an engine oil for improving the efficiency of heavy duty diesel engine. *Fuel*, 196, 36-46. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.01.071>
- Kania, D., Yunus, R., Omar, R., Rashid, S. A., & Jan, B. M. (2015). A review of biolubricants in drilling fluids: Recent research, performance, and applications. *Journal of petroleum science and engineering*, 135, 177-184. doi:<https://doi.org/10.1016/j.petrol.2015.09.021>
- Kodgire, P., Sharma, A., & Kachhwaha, S. S. (2023). Optimization and kinetics of biodiesel production of Ricinus communis oil and used cottonseed cooking oil employing synchronised ‘ultrasound + microwave’ and heterogeneous CaO catalyst. *Renewable Energy*, 212, 320-332. doi:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.05.016>
- Lubricants, M. (2023). *ALTO ISO VG 22–1000 industrial machine oils*.
- Menkiti, M. C., Ocheje, O., & Agu, C. M. (2017). Production of environmentally adapted lubricant basestock from jatropha curcas specie seed oil. *International Journal of Industrial Chemistry*, 8, 133-144.
- Paar, A. (2023). ISO viscosity classification - ISO 3448. In.
- Panchal, T. M., Patel, A., Chauhan, D., Thomas, M., & Patel, J. V. (2017). A methodological review on bio-lubricants from vegetable oil based resources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 65-70. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.105>
- Ruggiero, A., D’Amato, R., Merola, M., Valášek, P., & Müller, M. (2017). Tribological characterization of vegetal lubricants: Comparative experimental investigation on Jatropha curcas L. oil, Rapeseed Methyl Ester oil, Hydrotreated Rapeseed oil. *Tribology International*, 109, 529-540. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tribont.2017.01.030>

- Sadaf, S., Iqbal, J., Ullah, I., Bhatti, H. N., Nouren, S., Nisar, J., & Iqbal, M. (2018). Biodiesel production from waste cooking oil: An efficient technique to convert waste into biodiesel. *Sustainable cities and society*, *41*, 220-226.
- Salimon, J., Abdullah, B. M., Yusop, R. M., & Salih, N. (2014). Synthesis, reactivity and application studies for different biolubricants. *Chemistry Central Journal*, *8*, 1-11.
- Tajuddin, N. A., Rosli, N. H., Abdullah, N., Yusoff, M. F., & Salimon, J. (2014). Estolide ester from ricinus communis L. seed oil for bio lubricant purpose. *Malays. J. Anal. Sci*, *18*, 85-93.
- Talib, N., & Rahim, E. (2018). Experimental evaluation of physicochemical properties and tapping torque of hexagonal boron nitride in modified jatropha oils-based as sustainable metalworking fluids. *Journal of Cleaner Production*, *171*, 743-755.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.061>
- U Dabai, M., J Owuna, F., A Sokoto, M., & L Abubakar, A. (2018). Assessment of quality parameters of ecofriendly biolubricant from waste cooking palm oil. *Asian Journal of Applied Chemistry Research*, *1*(4), 1-11.
doi:10.9734/AJACR/2018/v1i49691
- Wulandari, W. N., Darsin, M., & Wibowo, R. K. K. (2020). *Study on characteristics of calophyllum inophyllum oil as a new alternative cutting fluid*. Paper presented at the AIP Conference Proceedings.
- Zainal, N., Zulkifli, N., Gulzar, M., & Masjuki, H. (2018). A review on the chemistry, production, and technological potential of bio-based lubricants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *82*, 80-102.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.004>

LAMPIRAN







**PUSAT ENERGI BARU TERBARUKAN
POLITEKNIK NEGERI MEDAN**

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Medan 20155, Indonesia
Telp. (061) 8210371, 8211235, 8213951, Fax : (061) 8215845
<http://www.polmed.ac.id> e-mail : polmed@polmed.ac.id
ebt@polmed.ac.id



Medan, 21 Maret 2024

Nomor : 32/EBT/EN/2024
Lampiran : 2 (dua) Berkas
Hal : Laporan Uji Biopelumas

Kepada Yth.
Rendy Kurniawan
di
Tempat

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan permintaan dari Bapak/Ibu Pusat Energi Baru Terbarukan untuk melaksanakan pengujian Karakteristik Biopelumas, maka disini disampaikan bahwa pengujian tersebut telah selesai. Berikut laporannya telah kami selesaikan seperti tertera pada lembaran data, dan pengujian yang kami lakukan sesuai dengan material yang kami terima.

Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Ko. Pusat Energi Baru Terbarukan
Politeknik Negeri Medan



Prof. Arridina Susan Sihjone, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 1981012320021220002

Nama
Perusahaan/ Instituti
Jenis Sampel

: Rendy Kurniawan
: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
: Biopelumas

LAPORAN HASIL UJI KARAKTERISTIK BIOPELUMAS


No : 32/EBT/EN/2024

Table 1. Hasil Uji Karakteristik Biopelumas

| Jenis pelumas | Properties | |
|---------------|--|---------------------------|
| | Viskositas Kinematik 40 °C (mm ² /s) | Viskositas indeks (VI) |
| Biopelumas 1 | 28.21 | 89.9 |
| Biopelumas 2 | 28.9 | 90.3 |

Densitas
40°C
Kg/m³

885.2
884.9

| | |
|---|----------|
| Diuji Oleh  | Tanggal: |
| Bela Nurulita, S.T | |





UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila mengawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XXI/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 892/11.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 30 Agustus 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : RENDY KURNIAWAN
Npm : 1807230163
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : X (SEPULUH)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN PELUMAS DARI MINYAK JARAK KEPYAR
(RICINUS COMMUNTS)
Pembimbing : SUHERMAN ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik MESIN
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 14 Shafar 1445 H
30 Agustus 2023 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

PEMBUATAN PELUMAS DARI MINYAK JARAK KEPYAR (*Ricinus communis L*) MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN (NaOH)

Nama : Rendy kurniawan

Npm : 1807230163

Dosen Pembimbing : Suherman,ST.,MT

| No. | Hari Tanggal | Kegiatan | Pruf |
|-----|-----------------------|-------------------------|------|
| | 17/07 ²⁰²³ | Perbaiki latar belakang | ✓ |
| | 26/07 ²⁰²³ | Perbaiki tujuan | ✓ |
| | 15/08 ²⁰²³ | lengkapi gambar | ✓ |
| | 20/09 ²⁰²³ | perbaiki tabel | ✓ |
| | 27/12 ²⁰²³ | perbaiki daftar pustaka | ✓ |
| | | Acc Gmpo | ✓ |
| | 19/2024 /01 | perbaiki bahan alir | ✓ |
| | 11/2024 /01 | narasikan tabel | ✓ |
| | 13/2024 /03 | perbaiki kesimpulan | ✓ |
| | 20/2024 /04 | perbaiki abstrak. | ✓ |
| | | Acc Semulas | ✓ |
| | 27/2024 /05 | Acc gdamog. | ✓ |

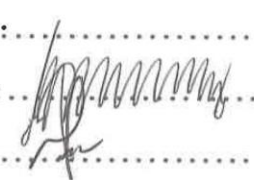




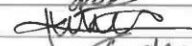

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

Nama : Rendy Kurniawan

NPM : 1807230163

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Pelumas Dari Minyak Jarak Keyar (*Ricinus Communis* L.)
Menggunakan Katalis Homogen (NaOH)

| DAFTAR HADIR | | | TANDA TANGAN |
|--|------------|------------------------------|---|
| Pembimbing – I : Dr. Suherman, ST, MT | | | :..... |
| Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si | | | :.....  |
| Pembanding – II : H. Muharnif, ST, M.Sc | | | :..... |
| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
| 1 | 1907230089 | ANGGA SYAMPUTRA |  |
| 2 | 1807230162 | YODHA KRISTYA RUMAHADANI NST |  |
| 3 | 1907230166 | AGUNG TOM TAPUKA |  |
| 4 | 1907230066 | Mhd. Ilham Ramadhan |  |
| 5 | 1807230161 | KEMAL ADIANFA BARMANIK |  |
| 6 | 1907230002 | Fachrul Azmi |  |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Medan, 29 Syawal 1445 H
08 Mei 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Rendy Kurniawan
NPM : 1807230163
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Pelumas Dari Minyak Jarak Kepyar (Ricinus Communis L)
Menggunakan Katalis Homogen (NaOH)

Dosen Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si
Dosen Pembanding – II : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : Dr. Suherman, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)

2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain : *karat pelumas, suhu kerja teles bore/piston*
NaOH? Dikawatirkan, minyak jarak pelumas? Sangat
berbahaya, perlu prosedur pemrosesan

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

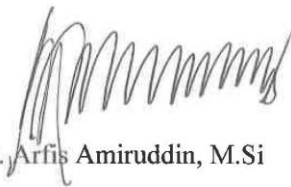
Medan, 29 Syawal 1445 H
08 Mei 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Ir. Arfis Amiruddin, M.Si

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Rendy Kurniawan
NPM : 1807230163
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Pelumas Dari Minyak Jarak Kepyar (*Ricinus Communis* L)
Menggunakan Katalis Homogen (NaOH)

Dosen Pembanding – I : Ir. Arfis Amiruddin, M.Si
Dosen Pembanding – II : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : Dr. Suherman, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

lihat buku skripsi
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 29 Syawal 1445 H
08 Mei 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II



H. Muharnif, ST, M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



A. DATA PRIBADI

Nama : Rendy Kurniawan
Tempat/Tanggal Lahir : Sei Rumbia, 17 juli 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status : Belum Menikah
Agama : Islam
Alamat : AFD II Perkebunan Sei Rumbia Kec.
Kotapinang Kab. Labuhanbatu Selatan
No. hp/wa : 082294194748
E -mail : kurniawanrand@gmail.com

Nama Orang Tua
Ayah : Alm. Jumarno
Ibu : Nurisah Bancin
Alamat : AFD II Perkebunan Sei Rumbia Kec.
Kotapinang Kab. Labuhanbatu Selatan

B. DATA PENDIDIKAN

| | | |
|---|---|-----------------|
| 1 | SDN 112241 SEI RUMBIA | (2007 – 2012) |
| 2 | SMPN 2 KOTAPINANG | (2012 – 2015) |
| 3 | SMK PEMDA | (2015 – 2018) |
| 4 | UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA | (2018 – 2024) |

Demikian daftar Riwayat hidup ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan dapat dipertanggung jawabkan.

Medan, Mei 2024
Hormat saya

Rendy Kurniawan