

PEMBUATAN MINYAK ESTER DARI MINYAK KELAPA SAWIT MELALUI PROSES TRANSESTERIFIKASI : PENGARUH KATALIS KOH DAN NAOH

Nur Kharisma dan Khalimatus Sa'diyah

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
adnurkharisma@gmail.com ; khalimatus.s@polinema.ac.id

ABSTRAK

Minyak ester yang digunakan sebagai isolator pada trafo biasanya berasal dari minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui. Dengan meningkatnya kebutuhan minyak bumi, penting untuk mencari bahan baku alternatif seperti minyak kelapa sawit yang lebih berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh katalis KOH dan NaOH pada proses transesterifikasi minyak kelapa sawit terhadap karakteristik minyak ester. Pembuatan minyak ester melalui proses transesterifikasi dimulai dengan uji FFA dan densitas bahan baku. Pada proses transesterifikasi sampel dipanaskan pada suhu 60°C dengan variasi jenis katalis (KOH dan NaOH) sebanyak 0,4% dari berat bahan baku. Produk minyak ester dan gliserol, hasil transesterifikasi, dipisahkan dengan corong pisah dan dicuci sampai pH netral. Produk minyak ester diperbaiki kualitasnya dengan penambahan zat aditif berupa bentonit sebanyak 2% dari total minyak ester. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis NaOH yang lebih efektif daripada KOH. Minyak ester dari minyak kelapa sawit yang diolah dengan katalis NaOH telah memenuhi standar SPLN 49-1:1982 dengan viskositas 16,678 mm²/s, bilangan asam 0,112 mg/g, kadar air 0,30 %ppm, dan densitas 0,895 g/ml.

Kata kunci: minyak ester, minyak kelapa sawit, transesterifikasi.

ABSTRACT

Ester oil used as an insulator in transformers is typically derived from non-renewable petroleum. With the increasing demand for petroleum, it is important to seek alternative raw materials such as more sustainable palm oil. This study aims to determine the effect of KOH and NaOH catalysts on the transesterification process of palm oil on the characteristics of ester oil. The production of ester oil through the transesterification process begins with testing the FFA and density of the raw material. In the transesterification process, the sample is heated to a temperature of 60°C with a variation of catalyst types (KOH and NaOH) amounting to 0.4% of the raw material weight. The ester oil and glycerol products, resulting from transesterification, are separated using a separating funnel and washed until neutral pH is achieved. The quality of the ester oil product is improved by adding an additive in the form of bentonite amounting to 2% of the total ester oil. The results of the study show that NaOH catalyst is more effective than KOH. Ester oil from palm oil processed with NaOH catalyst has met the SPLN 49-1:1982 standard with a viscosity of 16.678 mm²/s, acid number of 0.112 mg/g, water content of 0.30% ppm, and density of 0.895 g/ml.

Keywords: oil ester, palm oil, transesterification

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan minyak ester semakin meningkat seiring dengan berkembangnya perusahaan listrik di dunia, karena minyak ester berfungsi untuk mendinginkan gulungan

primer dan sekunder kawat yang ada di transformator dan juga berfungsi untuk mengisolasi keterikatan antara gulungan primer dan sekunder dari tubuh transformator [1]. Selain itu menurut Ayana (2009), minyak ester sangat penting bagi transformator pembangkit karena dapat mencegah adanya kegagalan insulasi yang menyebabkan masalah serius, kontaminasi (oksigen, air, dan debu), tekanan listrik dan tekanan mekanik [2]. Dapat diketahui minyak ester yang beredar di pasaran kebanyakan terbuat dari minyak bumi. Namun, minyak bumi akan habis jika terus digunakan karena tidak dapat diperbarui. Alternatif lain dalam pembuatan minyak ester adalah bahan baku dari minyak nabati, seperti minyak kelapa sawit [3].

Minyak ester yang dibuat dari minyak kelapa sawit memiliki potensi besar untuk menggantikan minyak ester yang berasal dari minyak bumi. Hal ini dikarenakan minyak kelapa sawit merupakan bahan baku yang dapat diperbarui. Minyak ester dapat dibuat melalui reaksi transesterifikasi dengan bantuan katalis basa seperti KOH atau NaOH. Setelah proses reaksi, untuk meningkatkan stabilitas dan umur simpan minyak ester dilakukan penambahan bahan aditif *Butylated Hydroxytoluene* (BHT). Katalis basa berperan dalam menginisiasi dan mempercepat reaksi transesterifikasi, yang merupakan langkah kunci dalam pembuatan minyak ester. Sementara itu, BHT berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi minyak ester dari oksidasi dan degradasi kimia yang bisa terjadi selama penyimpanan dan penggunaan. Dengan demikian, kombinasi katalis basa dan BHT menjadi faktor penting dalam memastikan kualitas dan keandalan minyak ester yang dihasilkan. Dari beberapa literatur ilmiah, terdapat penelitian yang menyebutkan bahwa katalis basa yang dimanfaatkan dalam proses sintesis minyak ester adalah katalis KOH dan NaOH. Katalis KOH dan NaOH memiliki kelebihan diantaranya, lebih aman, tidak bersifat korosif seperti katalis asam, nilai konversi tinggi dan lebih ekonomis jika dibandingkan dengan katalis basa lainnya [4]. Proses pembuatan minyak ester dilakukan menggunakan metode transesterifikasi, proses transesterifikasi melibatkan reaksi antara alkohol dengan trigliserida untuk menghasilkan metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa. Proses ini cenderung lebih cepat dalam pembentukan metil ester daripada proses esterifikasi yang menggunakan katalis asam. [5].

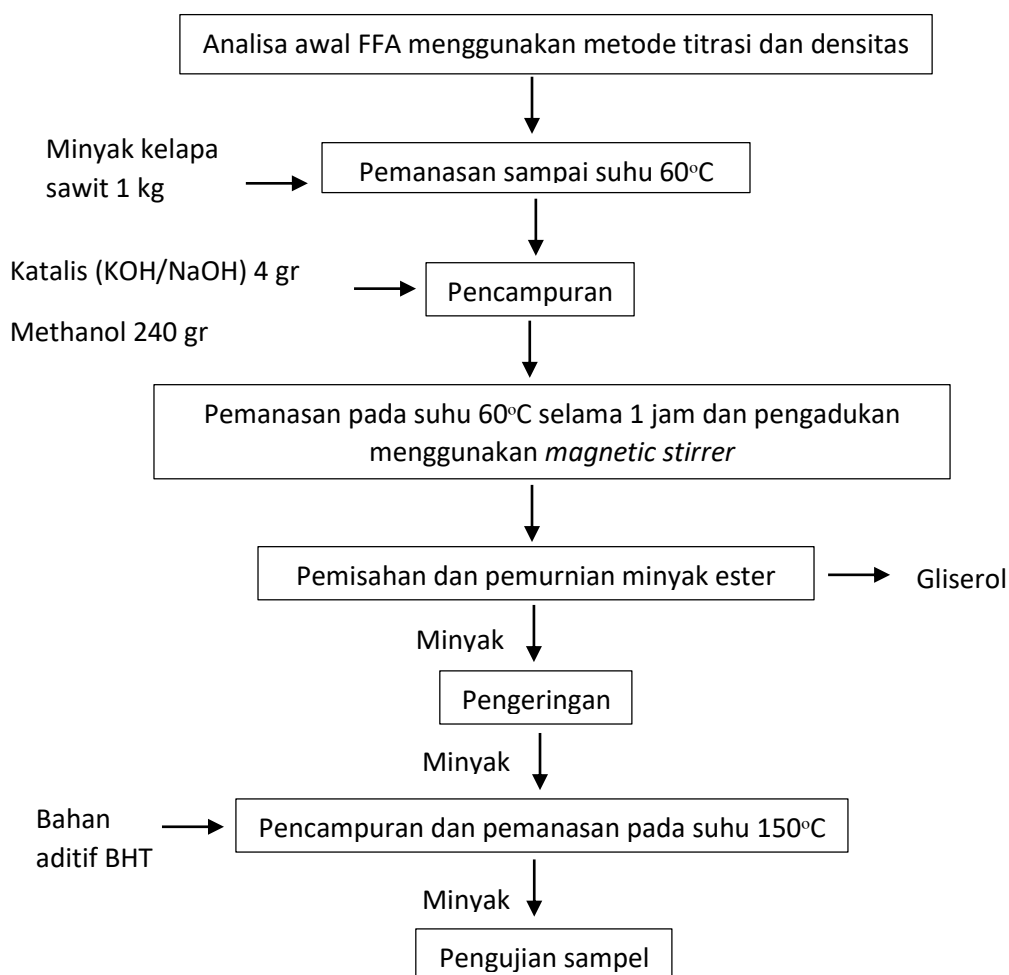
Penelitian yang dilakukan oleh Sari (2019), dengan menggunakan minyak kelapa sawit digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan minyak ester terdapat peningkatan kontaminan dan radikal bebas pada minyak ester dan terdapat hubungan yang signifikan antara kadar air relatif dalam minyak dengan tegangan tembus [6]. Penelitian oleh Jumardin, dkk (2019), melakukan pembuatan minyak ester dari minyak nilam, hasil dari pengujian tegangan tembus dan karakteristik sifat fisik dan kimia menunjukkan bahwa minyak ester yang dihasilkan dari minyak nilam belum memenuhi standar SPLN 49-1 tahun 1982 dan standar IEC 60296-2003 sebagai alternatif pengganti [3]. Penelitian oleh Nrarta, dkk (2021), melakukan uji kelayakan minyak biji ketapang sebagai bahan isolasi cair transformator didapatkan hasil bahwa minyak biji ketapang belum dikatakan layak untuk dijadikan minyak ester karena densitas yang dihasilkan masih belum memenuhi standar SPLN 49-1:1982 [7]. Penelitian oleh Ardi (2018), melakukan pembuatan metil ester dari minyak kelapa, hasil yang didapatkan dari minyak kelapa kasar, minyak kelapa yang dinetralisasi, dan virgin coconut oil menunjukkan rendemen metil ester sekitar 61,5-65,5% dan gliserol sekitar 17,75-22,75%. [8].

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh katalis basa (KOH dan NaOH) dalam memengaruhi produk minyak ester dari minyak kelapa sawit. Keterbaruan penelitian ini terletak pada jenis katalis yang digunakan dan bahan yang digunakan. Pada hal ini, penelitian

mengacu pada parameter suhu (60°C) dan waktu reaksi (60 menit) yang telah ditetapkan dalam penelitian sebelumnya oleh Sari (2019)[6]. Fokus utama penelitian adalah pada karakteristik minyak ester, seperti densitas, viskositas, bilangan asam, kadar air, dan yield produksi. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang fungsi katalis basa dalam pembentukan minyak ester dari minyak kelapa sawit.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses 1, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang. Pembuatan minyak ester berbahan baku minyak kelapa sawit dilakukan melalui reaksi transesterifikasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen dengan melakukan variasi pada jenis katalis. Adapun skema langkah-langkah pembuatan minyak ester seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Minyak Ester

Tabel 1. Hasil uji awal minyak kelapa sawit

No	Parameter	Hasil
1	pH	5
2	Densitas (g/mL)	0,6393
3	Viskositas (mm ² /s)	27,925
4	Bilangan Asam	0,2244
5	Kadar Air (%)	1,05
6	Yield (%)	100

2.1 Pengujian FFA (Metode Titiasi)

Pada pembuatan minyak ester ini dilakukan pengecekan nilai FFA terlebih dahulu karena untuk penentuan proses yang digunakan melalui reaksi transesterifikasi atau esterifikasi. Purnama,dkk (2016) menyatakan Jika kadar Free Fatty Acid (FFA) kurang dari 2%, transesterifikasi langsung dapat dilakukan menggunakan katalis basa. Namun, jika kadar FFA lebih dari 2%, perlu dilakukan esterifikasi terlebih dahulu dengan menggunakan katalis H₂SO₄. esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas yang tinggi dalam pembuatan minyak ester [9]. Untuk mengetahui nilai FFA (*Free Fatty Acid*), perlu dilakukan pengecekan pH minyak kelapa sawit. Setelah itu dilakukan penimbangan minyak kelapa sawit sebanyak 20 gram dan ditambahkan 100 ml methanol aduk hingga homogen. Kemudian ditambahkan indikator *phenolphthalein* dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Hentikan titrasi ketika warna sudah berubah menjadi merah muda dan catat volumenya. Setelah itu dilakukan perhitungan FFAdengan persamaan sebagai berikut[10]:

$$\%FFA : \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times BM}{Berat Sampel \times 1000 \text{ mg/gr}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

V_{NaOH} : Volume NaOH

N_{NaOH} : Konsentrasi NaOH

BM : Berat molekul

2.2 Penentuan Densitas Minyak

Untuk mengetahui densitas dari minyak kelapa sawit dilakukan penimbangan piknometer kosong dan catat beratnya. Kemudian dilakukan kalibrasi menggunakan aquades untuk mengetahui volumenya. Setelah itu piknometer diisi dengan minyak dan ditimbang untuk mengetahui densitasnya. Kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut[11]:

$$\rho = \frac{m}{v} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

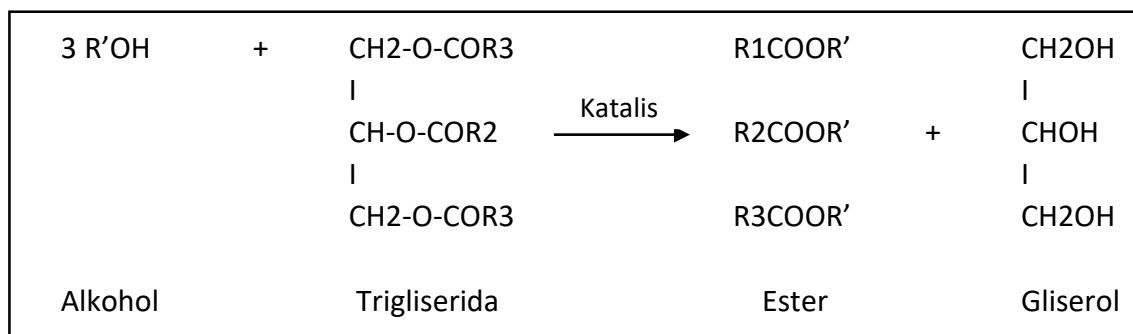
m : (berat pikno+sampel)-(berat pikno kosong)

v : Volume pikno

2.3 Proses Transesterifikasi

Proses transesterifikasi dilakukan setelah pengecekan nilai FFA dan nilai densitas. Diketahui nilai FFA yang didapat <2% maka dapat langsung dilakukan proses transesterifikasi. Minyak kelapa sawit dimasukkan dalam erlenmeyer asa sebanyak 1 kg

dan dilakukan pemanasan pada suhu 60°C serta dilakukan pengadukan menggunakan *stirrer*. Setelah itu 4 gram katalis (KOH/NaOH) dilarutkan pada 240 gram methanol dalam keadaan diaduk. Kemudian campuran katalis dan methanol ditambahkan ke dalam erlenmeyer asa yang berisi minyak kelapa sawit secara perlahan serta dilakukan pemanasan reaksi pada suhu 60°C dan pengadukan menggunakan *stirrer* selama 1 jam. Pada saat pemanasan, terjadi reaksi transesterifikasi antara trigliserida dengan alkohol menghasilkan gliserol dan metil ester dibantu dengan katalis basa, berikut dapat dilihat reaksi transesterifikasi yang terjadi pada Gambar dibawah ini.



Gambar 2. Reaksi Transesterifikasi [12]

Setelah 1 jam pemanas dimatikan dan larutan hasil reaksi dipindahkan ke dalam corong pisah. Kemudian larutan dibiarkan hingga terjadi pemisahan antara gliserol dan minyak. (Setelah terbentuk dua lapisan, dengan fase minyak berada di atas dan fase non-minyak berupa gliserol di bagian bawah), kemudian fase minyak dipisahkan dari fase non-minyak dengan cara membuka kran corong pisah untuk membuang gliserol. Kemudian dilakukan penambahan aquades pada suhu 60°C untuk proses pencucian, proses pencucian dilakukan sebanyak 3 kali [6]. Setelah itu dilakukan proses pemurnian menggunakan bentonit. Kemudian dilakukan pengeringan minyak ester ke dalam oven dengan pemanasan 105°C selama 1 jam. Setelah itu dilakukan penambahan bahan aditif *butylated hydroxytoluene* (BHT) dan dipanaskan pada suhu 105°C serta pengadukan sampai bahan aditif larut. Variabel yang digunakan pada percobaan ini adalah jenis katalis, yaitu katalis KOH dan katalis NaOH.

2.4 Analisis

Analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruh jenis katalis basa terhadap kuantitas dan kualitas minyak ester yang dihasilkan.

a. Pengujian Viskositas

Analisis viskositas dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Minyak Isolasi dengan nomor 04-3591-1994 [13]. Pengukuran dilakukan menggunakan *kinematic viscosity* dengan cara dilakukan kalibrasi pada viskometer dengan etanol untuk mendapatkan konstanta dari viskositasnya, setelah itu sampel yang bersuhu 40°C dimasukkan ke dalam viskometer, kemudian sampel disedot menggunakan karet penghisap hingga melewati batas atas viskometer. Setelah itu, sampel dibiarkan mengalir ke bawah dan waktu aliran sampel dari batas atas hingga batas bawah dicatat. Kemudian dilakukan perhitungan viskositas dengan persamaan sebagai berikut[11]:

$$V = t \times c \quad (3)$$

Keterangan:

t : Waktu (s)

c : Konstanta

b. Pengujian Bilangan Asam

Analisa bilangan asam dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Minyak Isolasi dengan nomor 04-3591-1994 [13]. Pengukuran dilakukan menggunakan metode titrasi, dimana setelah pH minyak kelapa sawit diketahui, 5 gram minyak kelapa sawit ditimbang dan ditambahkan 50 ml etanol aduk hingga homogen, setelah itu dilakukan titrasi dengan KOH 0,1 N dan ditambahkan indikator *phenolphthalein* sebanyak 1 ml, kemudian titrasi dihentikan pada saat warna berubah menjadi merah muda dan volume dicatat. Setelah itu dilakukan perhitungan angka asam dengan persamaan sebagai berikut[14]:

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{V_{\text{KOH}} \times N_{\text{KOH}} \times \text{BM}_{\text{KOH}}}{\text{Berat Sampel}} \quad (4)$$

Keterangan:

V_{KOH} : Volume KOH

N_{KOH} : Konsentrasi KOH

BM_{KOH} : Berat molekul KOH

c. Pengujian Kadar Air

Analisa kadar air dilakukan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Minyak Isolasi dengan nomor 04-3591-1994 [13]. Pengukuran dilakukan dengan cara 20 gram minyak ester ditimbang dan dimasukkan kedalam gelas beaker, setelah itu gelas beaker yang telah berisi minyak ester dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C, kemudian minyak didinginkan dalam desikator, setelah itu minyak ditimbang lagi untuk mengetahui berat air yang berkurang selama proses. Kemudian % kadar air dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut[15]:

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{w_1 (\text{gram}) - w_2 (\text{gram})}{w_0 (\text{gram})} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

w_0 : berat awal sampel

w_1 : berat setelah dikeringkan ke 1

w_2 : berat setelah dikeringkan ke 2

d. Perhitungan Yield (%)

Analisa nilai yield (%) dilakukan dengan perhitungan massa produk minyak ester dibagi dengan massa reaktan (minyak kelapa sawit). Yield (%) dihitung dengan persamaan sebagai berikut [11]:

$$\% \text{Yield} = \frac{\text{massa produk}}{\text{massa reaktan}} \times 100\% \quad (6)$$

Tabel 2. Standar nasional indonesia minyak trafo

No	Parameter	Satuan	Batas yang Diizinkan		Metode Uji
			Kelas 1	Kelas 2	
1	Densitas (20°C)	g/mL	0,895 - 0		IEC – 296
2	Viskositas (20°C)	mm ² /s	<40	<25	IEC – 296
3	Titik Nyala	°C	>140	>130	IEC – 296 A
4	Kadar Air	%ppm	0,05<50		ASTMD – 95
5	Angka Asam	Mg/g	<0,40		IEC – 474
	Tegangan Tembus				IEC – 296 &
6	a. Sebelum diolah	KV/2,5 mm	>30		IEC – 156
	b. Setelah diolah		>50		
7	Warna/Kejernihan	Gardner scales	3,5		IEC – 296
8	Titik tuang	°C	<-30	<-40	IEC-269
9	Faktor Rugi Dielektrik	-	<0,05		IEC – 250
10	Kandungan Additif	ppm	<0,895		IEC – 166
11	Kotoran	%	<0,10		IEC – 74

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Minyak kelapa sawit adalah minyak nabati yang diekstraksi dari buah kelapa sawit. Minyak ini kaya akan lemak jenuh seperti asam laurat (0,1%), asam miristat (1%), asam stearat (5%), dan asam palmitat (44%). Selain itu, minyak kelapa sawit mengandung lemak tak jenuh seperti asam oleat (39%) dan asam linoleat (10%) [16]. Asam lemak tak jenuh digunakan dalam sintesis kimia, seperti produksi obat-obatan, minyak ester, biodiesel, dan bahan kimia lainnya [17]. Data hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil pengaruh jenis katalis terhadap parameter minyak ester

Jenis katalis		
Parameter	KOH	NaOH
Densitas (g/mL)	0,897	0,895
Viskositas (mm ² /s)	16,534	16,678
Bilangan asam (Mg/g)	0,196	0,112
Kadar air (% ppm)	0,15	0,30
Yield (%)	54,613	48,133

3.1. Pengaruh Jenis Katalis terhadap Densitas Minyak Ester

Katalis pada umumnya adalah zat yang berperan sebagai perantara dalam reaksi kimia tanpa mengalami perubahan secara permanen, serta mampu untuk mempercepat laju reaksi kimia. Katalis berfungsi menurunkan energi aktivasi yang diperlukan untuk memulai reaksi, sehingga reaksi dapat terjadi pada suhu dan tekanan yang lebih rendah daripada reaksi yang terjadi tanpa katalis. Katalis juga dapat merubah jalur reaksi, meningkatkan selektivitas produk, dan menghindari pembentukan produk samping yang tidak diinginkan [18].

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa hasil nilai densitas minyak yang dipengaruhi kedua katalis tersebut hanya memiliki selisih 0,0021 g/ml. Densitas minyak ester saat menggunakan katalis KOH adalah 0,897 g/ml, sementara menggunakan katalis NaOH

menghasilkan densitas sebesar 0,895 g/ml. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) SPLN nomor 49-1:1982 rentang yang telah ditetapkan (0,895 - 0 g/ml) adalah saat menggunakan katalis NaOH. Nilai densitas mempengaruhi kemampuan minyak ester dalam mengelola kandungan air di dalamnya. Kandungan air dalam minyak ester dapat menimbulkan masalah serius, seperti pembentukan busa yang mengganggu kualitas minyak ester dan dapat merusak bagian mesin. Tingkat oksidasi minyak juga dapat meningkat akibat kandungan air, yang pada akhirnya mempengaruhi kinerja mesin. Oleh karena itu, kandungan air dalam minyak ester harus dijaga kurang dari 0,2% [19].

3.2. Pengaruh Jenis Katalis terhadap Viskositas Minyak Ester

Viskositas adalah sifat fisik minyak yang berfungsi sebagai penghantar panas. Nilai viskositas pada minyak ester merupakan hal yang sangat penting karena minyak ester yang baik akan memiliki nilai viskositas rendah [20]. Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa viskositas minyak ester yang menggunakan katalis NaOH dan KOH memenuhi SNI SPLN nomor 49-1:1982 yang menyatakan viskositas minyak ester adalah $< 40 \text{ mm}^2/\text{s}$. Viskositas yang dihasilkan pada saat menggunakan katalis KOH sebesar $16,534 \text{ mm}^2/\text{s}$ dan pada saat menggunakan katalis NaOH sebesar $16,678 \text{ mm}^2/\text{s}$. Semakin rendah viskositas yang didapat maka semakin bagus minyak ester yang dihasilkan karena tegangan tembus (*Breakdown Voltage*) minyak ester akan meningkat seiring dengan menurunnya nilai viskositas pada minyak ester [21]. Menurut Syarifudin, dkk (2019), nilai viskositas disebabkan oleh interaksi antar molekul yang menghasilkan hambatan aliran cairan. Selain itu, nilai viskositas dipengaruhi oleh bobot molekul asam lemak dan gliserol serta tingkat kejenuhan minyak ester [22].

3.3. Pengaruh Jenis Katalis terhadap Bilangan Asam Minyak Ester

Bilangan asam mengukur jumlah asam lemak bebas dan berat molekul asam lemak atau campuran asam lemak. Ini dinyatakan sebagai jumlah miligram KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam satu gram minyak. Bilangan asam yang lebih rendah menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas juga lebih rendah [23]. Hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa bilangan asam produk minyak ester dari kedua katalis berada dalam rentang yang ditetapkan oleh SNI SPLN nomor 49-1:1982, yaitu $< 0,40 \text{ mg/g}$. Bilangan asam yang terukur adalah $0,196 \text{ mg/g}$ saat menggunakan katalis KOH dan $0,112 \text{ mg/g}$ saat menggunakan katalis NaOH. Bilangan asam ini mengindikasikan kadar asam dalam minyak ester yang berperan penting dalam menentukan stabilitas dan performa minyak. Kadar asam yang tinggi dapat mengurangi efisiensi energi yang dihasilkan oleh minyak ester dan berpotensi menyebabkan kerusakan. Oleh karena itu, pengendalian bilangan asam penting untuk memastikan kualitas minyak ester [24]. Menurut Agus (2010), tingginya bilangan asam dalam minyak ester menunjukkan bahwa masih terdapat asam lemak bebas yang belum terkonversi menjadi minyak ester selama proses transesterifikasi. Selain itu, tingginya konsentrasi asam dapat menyebabkan minyak ester menjadi korosif dan memicu pembentukan kerak. Oleh sebab itu, pengendalian nilai asam sangat penting untuk memastikan kualitas dan keandalan minyak ester. Dilihat dari bilangan asam yang terkandung, minyak ester dapat dikatakan bisa atau belum bisa untuk digunakan sebagai pelumas mesin transformator.

3.4. Pengaruh Jenis Katalis terhadap Kadar Air Minyak Ester

Kadar air merupakan jumlah kandungan air yang ada pada suatu sampel. Air yang ada dalam minyak dapat ditentukan dengan cara penguapan dalam alat pengering atau oven. Kadar air ini sangat penting dalam menentukan kualitas minyak karena dapat berpengaruh pada mutu minyak ester [25]. Dari Tabel 3, terlihat bahwa nilai kadar air dari kedua katalis berada dalam rentang yang telah ditetapkan oleh SNI SPLN nomor 49-1:1982 tentang minyak ester, yaitu 0,05 hingga 50 %ppm. Kadar air yang terukur saat menggunakan katalis KOH adalah 0,15%, sementara saat menggunakan katalis NaOH adalah 0,3%. Hal ini menunjukkan bahwa kedua proses menggunakan katalis tersebut memenuhi standar yang ditetapkan untuk kadar air dalam minyak ester. Semakin tinggi kadar air yang ada pada minyak ester semakin menurun juga kualitas pada minyak ester tersebut karena adanya air pada minyak ester akan menurunkan ketahanan, tegangang tembus pada minyak ester dan kerusakan pada kertas pengisolasi (*Insulating paper*) [24]. Menurut Andalia dan Pratiwi (2019), Kandungan air pada minyak ester dapat menyebabkan risiko korosi yang lebih besar, kualitas isolasi yang lebih buruk, pembentukan gas, dan penurunan efisiensi. Adanya air dapat menyebabkan hidrolisis, mengubah minyak ester menjadi asam lemak dan gliserol. Kelebihan air dalam reaksi transesterifikasi dapat mengencerkan katalis, mengakibatkan penurunan kecepatan reaksi. Ini kemudian diikuti oleh reaksi hidrolisis trigliserida yang berlanjut ke penyabunan. Sabun yang terbentuk memiliki sifat emulsifier, yang menyebabkan sebagian kecil metil ester teremulsi, mengurangi hasil minyak ester yang dihasilkan.

3.5. Pengaruh Jenis Katalis terhadap Yield (%) Minyak Ester

Nilai yield(%) pada minyak ester tidak memiliki peran langsung dalam menentukan kualitas minyak tersebut, namun mengindikasikan jumlah minyak yang dapat diperoleh dari proses reaksi. Hasil perhitungan yield yang tertera dalam Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi katalis KOH merupakan yang terbaik dibandingkan dengan konsentrasi katalis NaOH, karena katalis KOH memberikan yield yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis NaOH. Yield yang dihasilkan dengan katalis KOH adalah sebesar 54,613%, sedangkan dengan katalis NaOH hanya sebesar 48,133%. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh sifat yang berbeda antara katalis KOH dan NaOH, termasuk tingkat kereaktifitasan dan kemampuan larut dalam methanol. KOH sebagai katalis yang lebih reaktif, cenderung memberikan yield yang lebih tinggi karena memiliki energi aktivasi yang lebih rendah, mempercepat reaksi, dan lebih efektif dalam transesterifikasi dibandingkan dengan NaOH.

Pernyataan ini didasarkan pada temuan dalam jurnal yang menunjukkan bahwa penggunaan katalis mempengaruhi yield hasil reaksi transesterifikasi, meskipun tidak signifikan. Namun, penggunaan katalis KOH dinilai lebih baik daripada NaOH karena sifat larutnya yang lebih baik dalam methanol dan memastikan reaksi transesterifikasi berlangsung dengan lebih sempurna. Selain itu, penggunaan KOH juga diklaim dapat meminimalisir pembentukan sabun dalam proses transesterifikasi, yang dapat mempengaruhi kualitas dan efisiensi produksi minyak ester. Dengan demikian, penggunaan katalis KOH sebagai pilihan yang lebih menguntungkan dalam proses produksi minyak ester [26].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam proses pembuatan minyak ester melalui reaksi transesterifikasi, katalis NaOH menghasilkan produk minyak ester yang lebih baik daripada katalis KOH. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan kedua katalis tersebut menghasilkan minyak ester yang memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh SNI SPLN nomor 49-1:1982 tentang minyak ester. Nilai densitas yang dihasilkan saat menggunakan katalis KOH tidak sesuai dengan standar tersebut. Namun, penggunaan katalis KOH menghasilkan yield (%) yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan katalis NaOH. Yield yang diperoleh dengan menggunakan katalis KOH adalah 54,61%, sementara dengan katalis NaOH adalah 48,13%.

Saran untuk penelitian selanjutnya untuk dapat menambahkan variabel konsentrasi pada katalisnya. Serta dapat melakukan uji parameter minyak ester lainnya seperti titik nyala, tegangan tembus, titik tuang, warna, faktor rugi dielektrik, kandungan aditif dan kotoran untuk mengetahui seberapa besar pengaruh katalis KOH dan NaOH pada produksi minyak ester.

REFERENSI

- [1] H. Sabari, "Fungsi Minyak Isolasi Pada Transformator Yang Berkapasitas Besar," *Seminar Nasional Aplikasi Sains Teknologi.*, no.3, hal. 1–6, 2014.
- [2] D. Ayana, "Kegagalan Bahan Isolasi", *Jurnal Sains.*, no. 80. 2009.
- [3] J. Jumardin, J. Ilham, dan S. Salim, "Studi Karakteristik Minyak Nilam Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Transformator," *Jambura Jurnal Electronic Engineering.*, vol. 1, no. 2, hal. 40–48, 2019.
- [4] Abdullah, D. Jaya, dan Rodiansono, "Optimasi Jumlah Katalis KOH dan NaOH pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Kopelarat," *Jurnal Sains dan Terapan. Kimia.*, vol. 4, no. 1, hal. 79–89, 2010.
- [5] S. Arita, B. Dara, dan J. Irawan, "Pembuatan Metil Ester Asam Lemak Dari Cpo Off Grade Dengan Metode Esterifikasi-Transesterifikasi," *Jurnal Ilmiah.*, vol. 15, no. 2, hal. 34–43, 2008.
- [6] E. Sari, "Pengaruh Penuaan Termal dipercepat Terhadap Karakteristik Degradasi Minyak Ester dari Kelapa Sawit dan Kertas isolasi Transformator," *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi.*, vol. 2, no. 3, hal. 21, 2019.
- [7] A. Nnarth, J. Kamlatin, dan W. Warindi, "Uji Kelayakan Minyak Biji Ketapang sebagai Bahan Isolasi Cair Transformator," *Jurnal Dielektrika*, vol. 8, no. 1, hal. 21, 2021.
- [8] A. Makalag, "Pembuatan metil ester dari minyak kelapa," *Jurnal Penelitian Teknologi Industri.*, vol. 10, no. 2, hal. 67–74, 2018.
- [9] S. Purnama, H. Tambunan, dan P. E. Nugroho, "Application of Static Mixer Tlemakowards the Reduction of Required Catalyst in Biodiesel Production," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian.*, vol. 26, no. 3, hal. 236–245, 2016.
- [10] B. Untari, Miksusanti, dan A. Ainna, "Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas dan Kandungan Jenis Asam Lemak dalam Minyak yang Dipanaskan dengan Metode Titrasi Asam Basa dan Kromatografi Gas," *Jurnal Ilmu Bakti Farmasi.*, vol. 1, no. 1, hal. 1–10, 2020.
- [11] N. S. Orchidantya, Mas'udah, dan S. Santosa, "Pengaruh Rasio Katalis Cao-Naoh Dan Waktu Reaksi Transesterifikasi Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Sawit,"

- DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 9, no. 3, hal. 330–337, 2023.
- [12] Aziz, "Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas.," *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 1, hal. 19–23, 2007.
- [13] Perusahaan Listrik Negara, "Spln 49-1." 1982.
- [14] W. James, D. Elston, "Penentuan Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan pada Nilai Asam Lemak bebas," *Jurnal Dermatology*, vol. 32, no. 1, hal. 53–57, 2019.
- [15] C. Nisa dan A. Takwanto, "Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Adsorben Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Metode Aktivasi Mechanochemical," *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 8, no. 4, hal. 841–849, 2023.
- [16] C. Nuttr, "Nutritional aspects of palm oil," *Jurnal Cottrell*, hal. 53, 1991.
- [17] G. S. Sinaga dan D. Siahaan, "Profil Asam Lemak Jenuh pada Produk Makanan Turunan Minyak Kelapa Sawit di Indonesia," *Jurnal Talenta conference*, vol. 1, no. 1, hal. 306–312, 2018.
- [18] Y. Ramadhanti, "Peran Katalis Dalam Reaksi Kimia: Mekanisme Dan Aplikasi," *Jurnal Ilmu Teknologi*, vol. 2, no. 2, hal. 74–78, 2023.
- [19] E. Juliastuti, K. Kusuma, dan D. Kurniadi, "Pengukuran Kandungan Kontaminasi Air pada Miyak Pelumas dengan Cahaya Infra Merah," *Jurnal Abbey Newsl.*, vol. 25, no. 5, hal. 65, 2002.
- [20] T. Akif, "Studi karakteristik minyak transformator pada berbagai pembebanan," *Jurnal Kimia*, hal 8, 2010.
- [21] D. Ariwinoto, M. K. Amali, dan A. I. Tolago, "Pengaruh Viskositas Dan Kadar Air Terhadap Breakdown Isolasi Minyak Transformator Shell B," *Jurnal Electrictsan*, vol. 11, no. 4, hal. 252–257, 2022.
- [22] S. Syarifudin, A. Supriyadi, H. Nurcahyo, dan D. Dairoh, "Pengaruh Viskositas Terhadap Potensi Penurunan Performa Dan Peningkatan Emisi Jelaga," *Jurnal Snatif*, hal. 92–95, 2019.
- [23] R. Lika, S. Luhtansa, B. Blaon, dan S. Panjaitan, "Perbandingan Bilangan Asam Pada Sampel Minyak Goreng Kemasan Dan Curah (Comparison of Acid Numbers in Bulk and Packaged Cooking Oil Samples)," *Jurnal Pharmaci*, vol. 2, no. 2, hal. 22–26, 2022.
- [24] A. Bukita, "Analisis Kekuatan Dielektrik Minyak Campuran Metil Ester Bunga Matahari Sebagai Isolasi Cair Pada Transformator," *Jurnal Energy Electro*, vol. 3, no. 1, hal. 1–7, 2021.
- [25] P. Meldy, "Analisis Hubungan Kadar Air dan Kadar Kotoran terhadap Asam Lemak Bebas (ALB) Crude Palm Oil (CPO) di PT Sucofindo Bandar Lampung," *Skripsi*, Jurusan Kimia Murni, Politeknik Negeri Lampung. Lampung, 2022.
- [26] M. Busyairi, Z. Muttaqin, I. Meicahyanti, dan S. Saryadi, "Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 5, no. 2, hal. 933–940, 2020.