

## PENGARUH KONSENTRASI KATALIS KOH, MgO DAN CaO PADA PEMBUATAN BIODIESEL DENGAN PROSES TRANSESTERIFIKASI

**Amran Fadila, Muhammad Bakrie, Muhrinsyah Fatimura\***

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang

Jl. Ahmad Yani Lrg. Gotong Royong 9/10 Ulu, Palembang 30116

\*Email : m.fatimura@univpgri-palembang.ac.id

## Abstrak

Biodiesel dapat didefinisikan sebagai ester monoalkil yang dapat dihasilkan dari bahan alami yang terbarukan seperti minyak nabati dan hewani. Bahan bakar ini berpotensi untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar karena sifatnya yang mirip. Selain itu, biodiesel yang berasal dari minyak nabati merupakan bahan bakar terbarukan (renewable), mudah ditangani, tidak menghasilkan polutan berbahaya bagi lingkungan (tidak beracun), mudah terurai secara alami, emisi berbahaya dari pembakaran jauh lebih rendah dibandingkan emisi dari bahan bakar solar yang berasal dari minyak bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan konsentrasi katalis yang terbaik pada pembuatan biodiesel dari minyak Crude Palm Oil (CPO) menggunakan proses Transesterifikasi. Variabel yang di teliti yaitu jenis katalis KOH, CaO dan MgO serta konsentrasi katalis 1%, 2%, dan 3% dari berat Crude Palm Oil (CPO). Karakteristik biodiesel dari minyak Crude Palm Oil (CPO) tersebut dibandingkan menggunakan standar SNI 7182:2015. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa biodiesel dengan minyak Crude Palm Oil (CPO) terbaik dihasilkan pada kondisi katalis Kalium Hidroksida (KOH) dengan konsentrasi katalis 1% di peroleh yield sebesar 89%, densitas  $860 \text{ kg/m}^3$ , viskositas  $4,145 \text{ mm}^2/\text{s}$  (cSt), flash point  $128^\circ\text{C}$ , angka asam  $0,109 \text{ mg-KOH/g}$  dan cetane index 45.

**Kata Kunci :** Biodiesel, CaO, KOH, MgO, Transesterifikasi

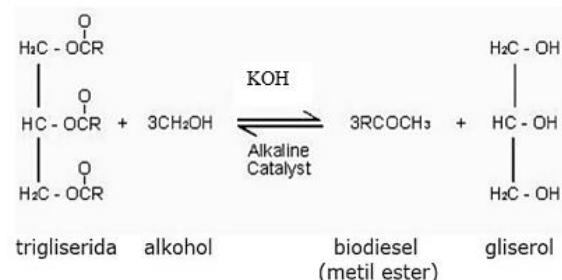
## 1. PENDAHULUAN

Energi minyak dan gas bumi (migas) merupakan sumber daya alam yang tersimpan di dalam reservoir geologis, terbentuk dari material organik fosil melalui proses alamiah selama jutaan tahun. Ketersediaan energi ini kian menurun dari tahun ke tahun akibat peningkatan konsumsi yang tidak sebanding dengan laju pembentukannya. Di Indonesia, migas masih memegang peranan penting sebagai sumber energi utama, baik sebagai bahan bakar, bahan baku industri, maupun komoditas ekspor. Kondisi ini menuntut adanya alternatif energi yang lebih berkelanjutan, khususnya yang berasal dari sumber terbarukan dan ramah lingkungan, seperti biodiesel. Biodiesel, yang dikenal juga sebagai metil ester dari asam lemak, merupakan bahan bakar alternatif yang terdiri atas ester monoalkil dari asam lemak rantai panjang. Senyawa ini diperoleh dari minyak nabati atau lemak hewani dan dapat digunakan sebagai substitusi bahan bakar mesin diesel (Alam dkk., 2022).

Proses produksinya umumnya dilakukan melalui reaksi transesterifikasi atau kombinasi antara esterifikasi dan transesterifikasi, yang melibatkan reaksi antara minyak dan alkohol

monohidrat dengan bantuan katalis homogen maupun heterogen. (Faridha dkk., 2021).

Transesterifikasi menjadi metode yang paling lazim digunakan dalam sintesis biodiesel. Dalam proses ini, minyak nabati direaksikan dengan alkohol rantai pendek seperti metanol atau etanol, menghasilkan biodiesel dan gliserol sebagai produk sampingan. (Gebremariam & Marchetti, 2017). Pemilihan jenis katalis memegang peranan penting dalam menentukan efisiensi reaksi, karena meskipun secara alami berlangsung lambat, keberadaan katalis mampu mempercepat konversi trigliserida menjadi metil ester. Ilustrasi mekanisme reaksi transesterifikasi ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Reaksi Transesterifikasi

Pada proses transesterifikasi, katalis berfungsi untuk mempercepat reaksi tanpa dikonsumsi reaksi itu sendiri dan selain itu juga untuk menurunkan energi aktivasi sehingga akan lebih banyak tumbukan yang menyediakan energi yang cukup bagi reaktan untuk membentuk produk.

Katalis basa homogen seperti Natrium hidroksida (NaOH) dan kalium hidroksida (KOH) sering digunakan karena memiliki kapasitas katalisator yang baik serta dapat dilakukan pada suhu dan tekanan rendah. Katalis kalium hidroksida (KOH) dalam reaksi pembentukan produk jauh lebih cepat, karena memiliki energi ionisasi yang jauh lebih rendah dibanding Natrium hidroksida (NaOH) (Furqon dkk., 2019).

Katalis basa heterogen memiliki fase yang tidak sama dengan fase pelarut, pada umumnya reaksi antara reaktan dan katalis terjadi di permukaan katalis. Fase katalis heterogen berupa padatan katalis oksida logam alkali tanah seperti Kalsium Oksida (CaO), Magnesium Oksida (MgO). Katalis ini lebih stabil pada temperatur tinggi, dapat diregenerasi, memudahkan pemisahan, dan limbah proses lebih sedikit, menjadikannya ramah lingkungan (Alam dkk., 2022). Pada umumnya katalis heterogen seperti Kalsium Oksida (CaO) memiliki ukuran partikel 0,031  $\mu\text{m}$ , luas permukaan 21  $\text{m}^2/\text{g}$  dan diameter pori 4,9474 Å (Haryono dkk., 2018).

Dalam suatu reaksi, katalis yang meningkatkan laju reaksi tidak akan dikonsumsi oleh reaksi, sehingga katalis dapat mengkatalisis siklus reaksi dan dalam proses yang membutuhkan konsentrasi kecil. Semakin banyak jumlah katalis, maka semakin besar pula hasil biodiesel. Akan tetapi, penambahan katalis yang berlebihan ( $>5\%$ ) dapat mengurangi jumlah biodiesel, hal ini disebabkan oleh reaksi saponifikasi semakin reaktif dengan air (Sutanto & Samik, 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh katalis KOH, CaO, MgO, dan konsentrasi katalis 1%, 2%, 3% terhadap *yield*, densitas, viskositas, angka asam, *flash point* dan *cetane index* pada kondisi temperatur 65°C, waktu 60 menit, dan rasio molar 6:1 dengan bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) serta proses transesterifikasi. Sehingga hasil penelitian ini akan didapatkan konsentrasi dan jenis katalis KOH, CaO, dan MgO terbaik yang dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat-alat sebagai berikut reaktor labu leher empat, oil bath, kondensor, motor penggerak dan jangkar pengaduk, thermometer, thermocouple, corong pemisah.

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut *Crude Palm Oil* (CPO), methanol, kalium hidroksida (KOH), kalsium oksida (CaO), magnesium oksida (MgO) dan aquadest.

### 2.2. Prosedur Penelitian

#### 2.2.1. Tahap Transesterifikasi

Memanaskan minyak *Crude Palm Oil* (CPO) yang sudah ditimbang sebanyak 250 ml kedalam labu leher empat sampai suhu 65°C. Mencampurkan larutan methanol sebanyak 72 ml dengan ratio molar 1:6 dan variasi katalis KOH, MgO dan CaO dengan konsentrasi katalis %wt 1%, 2% dan 3%. Memasukkan katalis dan methanol ke dalam labu leher empat yang berisi *Crude Palm Oil* (CPO) yang sudah dipanaskan. Memanaskan campuran dengan suhu konstan 65°C sambil diaduk menggunakan jangkar pengaduk 600 rpm selama 1 jam. Berikut ini merupakan rangkaian alat proses transesterifikasi pada gambar 2.



Gambar 2. Proses Transesterifikasi

#### 2.2.2. Tahap Pemurnian

Memasukkan hasil reaksi yang sudah selesai kedalam corong pisah. Mendiamkan campuran selama 24 jam agar membentuk 2 lapisan dan pisahkan. Mencuci lapisan atas

berupa biodiesel dari impurities menggunakan aquadest pada suhu 55°C sebanyak 50% dari massa biodiesel didalam corong pisah. Diamkan selama 1 jam agar membentuk 2 lapisan dan pisahkan. Memanaskan biodiesel dengan suhu 110 °C selama 1 jam dan diaduk menggunakan magnetic stirrer untuk mengurangi kadar air. Terlihat pada gambar 3. Rangkaian alat proses pemisahan.



**Gambar 3. Proses Pemisahan**

### 2.3. Tahapan Analisa

Berikut ini adalah parameter uji yang digunakan untuk mengukur kualitas biodiesel, yaitu:

#### 2.3.1. Densitas

Pengujian analisa densitas biodiesel dilakukan dengan metode piknometer. Prinsip metode ini bergantung pada pengukuran massa cairan dan ruang yang dipenuhi cairan ini. Densitas biodiesel dihitung dengan rumus pada persamaan (1) (SNI 7182, 2015).

$$\rho_{\text{metil ester}} = \frac{M_a - M_b}{V_{\text{piknometer}}} \quad (1)$$

#### 2.3.2. Viskositas

Biodiesel diuji viskositasnya dengan metode ASTM D 445. Prinsip metode ini ditentukan dengan cara mengukur waktu aliran sampel melalui viscometer kapiler terkalibrasi pada suhu tetentu berdasarkan hukum aliran gravitasi. Viskositas biodiesel dihitung dengan rumus pada persamaan (2) (ASTM D 445, 2018).

$$V = C \times t \quad (2)$$

#### 2.3.3. Angka Asam

Pengujian analisa angka asam biodiesel dilakukan dengan metode ASTM D 664. Prinsip metode ini berdasarkan analisis titrasi dimana titik akhir titrasi ditentukan melalui titrasi potensiometri dengan kalium hidroksida alkoholik menggunakan elektroda sensing dan elektroda pembanding atau elektroda kombinasi. Angka asam biodiesel dihitung dengan rumus pada persamaan (3) (ASTM D 664, 2018).

$$\text{Angka asam} \left( \text{mg KOH/g} \right) = \frac{(A - B) \times M \times 56,1}{W} \quad (3)$$

#### 2.3.4. flash point (Titik Nyala)

Pengujian analisa *flash point* pada biodiesel dilakukan dengan metode ASTM D 93. Prinsip metode ini berdasarkan pemansan Pengujian penyalaan melibatkan pemanas sejumlah sampel pada kecepatan tertentu sambil dicampur dalam wadah tertutup. Pengujian dimulai saat sampel di kondisi temperatur tertentu dan dilakukan dengan mendekatkan api penyalaan ke sampel sampai terdeteksi *flash point* (ASTM D 93, 2018).

#### 2.3.5. Calculated Cetane Index (CCI)

Pengujian *Calculated Cetane Index* biodiesel dilakukan dengan metode ASTM D 4737. Prinsip metode ini berdasarkan korelasi untuk memprediksi nilai *Cetane number* yang ditentukan dengan data distilasi dan densitas pada suhu 15°C. *Calculated Cetane Index* (CCI) biodiesel dihitung dengan rumus pada persamaan (4) (ASTM D 4737, 2018).

$$\begin{aligned} CCI = & 45,2 + (0,0892 \times T_{10N}) + [0,131 + \\ & (0,901 \times B)] \times [T_{50N}] + [0,0523 - \\ & (0,420 \times B)] \times [T_{90N}] + [0,00049] \times \\ & [(T_{10N})^2 - (T_{90N})^2] + (107 \times B) + \\ & (60 \times (B)^2) \end{aligned} \quad (4)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi dengan berbagai jenis dan konsentrasi katalis, dilakukan pengujian menggunakan peralatan yang sesuai dengan standar ASTM (American Society for Testing and Materials). Standar kualitas yang digunakan sebagai acuan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182:2015 yang menetapkan berbagai parameter mutu biodiesel. Hasil pengujian tersebut disajikan secara lengkap pada Tabel 1, yang

menggambarkan perbandingan antara nilai-nilai karakteristik biodiesel hasil percobaan dengan

batas yang ditetapkan oleh standar nasional.

**Tabel 1. Hasil Analisa Pembuatan Biodiesel Dengan Proses Transesterifikasi**

No.	Parameter Analisa	Metode Uji	Hasil Analisa									SNI 7182:2015	
			KOH			MgO			CaO				
			1%	2%	3%	1%	2%	3%	1%	2%	3%		
1.	% Yield		87	77	53	31	16	12	22	46	30	96,5 % - massa	
			91	79	51	29	20	18	24	44	26		
			89	78	52	30	18	15	23	45	28		
2.	Massa Jenis (40°C)	Piknometri	860	860	860	880	860	860	860	860	870	850-890 kg/m <sup>3</sup>	
3.	Viskositas kinematik (40 °C)	ASTM D 445	4,145	4,361	4,439	6,017	6,482	7,361	6,314	6,952	7,491	2,3-6,0 mm <sup>2</sup> /s	
4.	Titik Nyala (mangkok tertutup)	ASTM D 93	128	118	121	115	110	117	152	154	140	Min.130°C	
5.	Angka Asam	ASTM D 664	0,109	0,196	0,126	0,540	0,479	0,512	0,392	0,319	0,211	Max. 0,4 mg-KOH/g	
6.	Indeks Setana	ASTM D 4737	45	-	-	-	-	-	-	-	-	51	

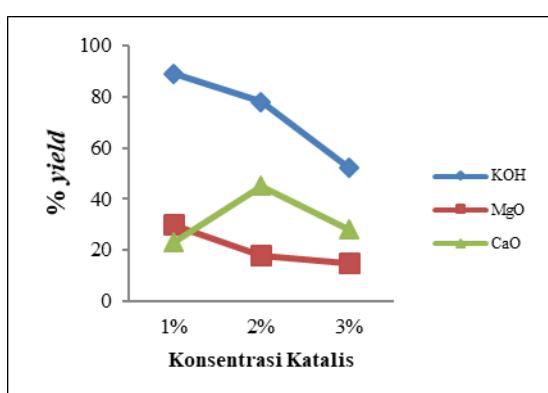
### 3.1 Pengaruh Konsentrasi Katalis KOH, MgO Dan CaO Pada Yield Produk Biodiesel

Pada produksi biodiesel, konsentrasi katalis akan sangat berpengaruh pada yield produk. Konsentrasi katalis yang melebihi batas optimal dapat meningkatkan proses saponifikasi yang dapat menurunkan yield Aziz dkk., (2011). Sehingga perlu diketahui batas optimum pada penambahan jumlah katalis yang digunakan.

sebesar 89%, diikuti oleh katalis MgO pada konsentrasi yang sama dengan hasil 30%. Sementara itu, untuk katalis CaO, yield tertinggi tercapai pada konsentrasi 2% dengan nilai sebesar 45%. Peningkatan konsentrasi katalis umumnya dapat meningkatkan produksi biodiesel. Namun, terdapat batas optimum tertentu, di mana penambahan katalis melebihi titik tersebut justru menyebabkan penurunan yield. Hal ini disebabkan oleh terjadinya reaksi samping berupa saponifikasi yang semakin dominan pada konsentrasi katalis yang terlalu tinggi Zamhari dkk., (2021). Reaksi ini dapat terjadi baik selama proses transesterifikasi maupun saat tahap pencucian, sehingga mengurangi jumlah biodiesel yang terbentuk (Andalia & Pratiwi, 2018).

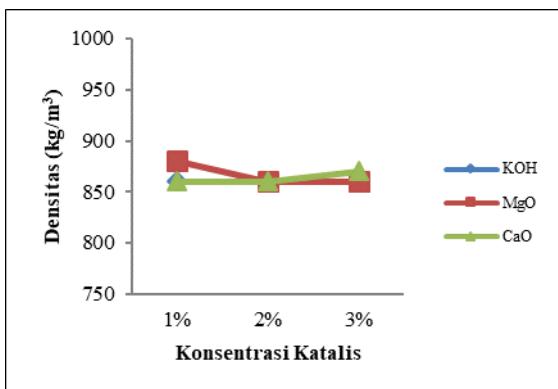
### 3.2 Pengaruh Konsentrasi Katalis KOH, MgO Dan CaO Pada Densitas Produk Biodiesel

Densitas biodiesel merupakan parameter penting yang harus diperhatikan dalam aplikasinya pada mesin diesel. Nilai densitas yang terlalu tinggi dapat memengaruhi efisiensi pembakaran serta jumlah energi yang dihasilkan, yang pada akhirnya berpotensi menimbulkan gangguan kinerja dan kerusakan pada mesin. (Wibowo, 2018). Gambar 5. menunjukkan pengaruh konsentrasi katalis pada densitas biodiesel.



**Gambar 4. Grafik Pengaruh konsentrasi katalis KOH, MgO dan CaO pada Yield produk Biodiesel**

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara konsentrasi katalis dan hasil (yield) biodiesel. Yield tertinggi diperoleh pada penggunaan katalis KOH dengan konsentrasi 1%, yaitu

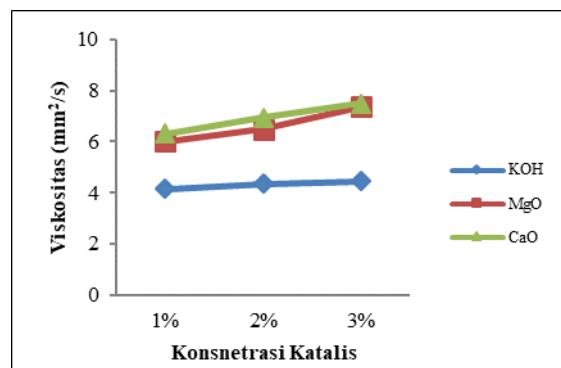


**Gambar 5. Grafik Pengaruh konsentrasi katalis KOH, MgO dan CaO pada Densitas produk Biodiesel**

Dalam kaitannya dengan konsentrasi katalis dan densitas biodiesel yang terlihat pada gambar 5. menunjukkan bahwa nilai densitas pada katalis KOH, MgO dan CaO dengan konsentrasi katalis 1%, 2% dan 3% sudah mencapai standar SNI 7182:2015 dengan range nilai densitas 850-890 kg/m<sup>3</sup>. Meskipun demikian, ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan Faizal dkk., (2013) yang menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi katalis maka semakin tinggi densitas pada produk biodiesel. Hal ini terjadi karena dengan konsentrasi katalis yang melebihi batas optimal akan menghasilkan zat-zat pengotor seperti pembentukan gliserol, garam dan asam lemak yang berlebih sehingga menyebabkan densitas biodiesel semakin besar. Pada penelitian ini dilakukan pencucian sebanyak 2 kali dengan peningkatan kapasitas air pencucian yaitu 30% dan 50%, sehingga kemungkinan tertinggalnya gliserol ataupun sabun pada produk biodiesel tidak akan terjadi.

### 3.3 Pengaruh Konsentrasi Katalis KOH, MgO Dan CaO Pada Viskositas Produk Biodiesel

Sangat penting dalam memperhatikan viskositas kinematik bahan bakar yang akan digunakan pada mesin diesel karena dapat memengaruhi kinerja injektornya. Bahan bakar dengan viskositas rendah akan membuat pelumasan buruk bahkan dapat menyebabkan kebocoran pada pipa, sedangkan bahan bakar dengan viskositas yang terlalu tinggi memiliki proses pembakarannya yang lambat sehingga menghasilkan asap kotor dan sangat sulit untuk teratomisasi (Faizal dkk., 2013). Gambar 6. menunjukkan pengaruh konsentrasi katalis pada viskositas biodiesel, sebagai berikut:



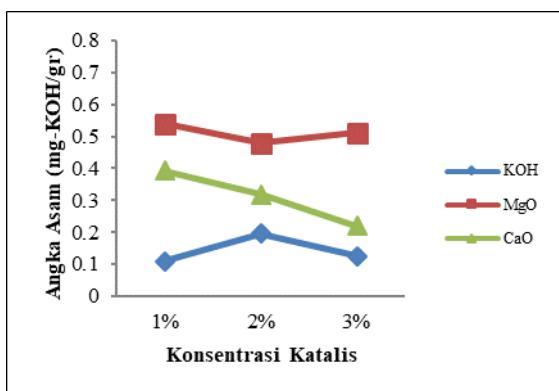
**Gambar 6. Grafik Pengaruh konsentrasi katalis KOH, MgO dan CaO pada Viskositas produk Biodiesel**

Dalam kaitannya dengan konsentrasi katalis dan viskositas biodiesel yang terlihat pada gambar 6. Terlihat bahwa pada katalis KOH dengan konsentrasi katalis 1%, 2% dan 3% sudah sesuai dengan standar SNI 7182:2015, namun pada katalis MgO dan CaO dengan konsentrasi katalis 1%, 2% dan 3% terus mengalami kenaikan sampai 7,361 pada katalis MgO dan 7,491 pada katalis CaO.

Tingginya nilai viskositas pada biodiesel yang dikatalisis oleh katalis heterogen disebabkan oleh rendahnya aktivitas dan stabilitas katalitik dari jenis katalis tersebut. Akibatnya, senyawa-senyawa seperti monoglisiderida, diglisiderida, dan triglisiderida yang terkandung dalam minyak CPO tidak terkonversi secara optimal menjadi metil ester. Ketidakmampuan konversi secara menyeluruh ini menyebabkan akumulasi senyawa antara, yang pada akhirnya meningkatkan viskositas produk akhir. Peningkatan konsentrasi katalis, maka viskositas akan meningkat Wibowo, (2018).

### 3.4 Pengaruh Konsentrasi Katalis KOH, MgO Dan CaO Pada Angka Asam Produk Biodiesel

Nilai angka asam yang cukup tinggi memiliki sifat korosif, yang dapat menyebabkan kerak pada injektor mesin diesel (Octavia, 2011), sehingga semakin kecil nilai angka asam pada minyak biodiesel maka semakin baik kualitas minyak tersebut. Gambar 7. menunjukkan pengaruh konsentrasi katalis pada angka asam biodiesel.

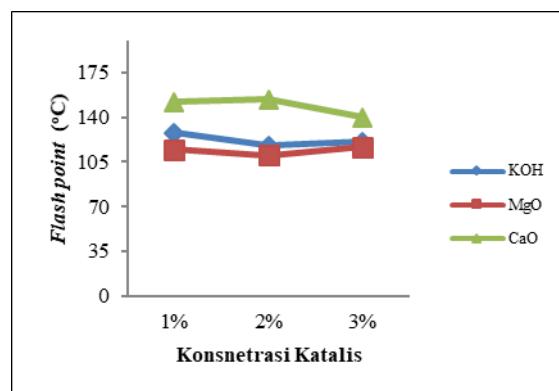


**Gambar 7. Grafik Pengaruh konsentrasi katalis KOH, MgO dan CaO pada Angka Asam produk Biodiesel**

Dalam kaitannya pada konsentrasi katalis terhadap bilangan asam pada produk biodiesel gambar 7. terlihat bahwa pada katalis KOH dan CaO pada konsentrasi katalis 1%, 2% dan 3% sudah sesuai standar SNI 7182:2015 yaitu maksimal 0,4 mg-KOH/g, sedangkan katalis MgO memiliki nilai angka asam yang cukup tinggi pada setiap konsentrasi katalisnya. Hal ini disebabkan karena katalis MgO yang digunakan dalam proses transesterifikasi kurang bereaksi dengan maksimal dan tingginya kadar air pada katalis heterogen tersebut yang membuat tingginya nilai angka asam. Tingginya angka asam pada biodiesel menandakan produk yang tidak dapat disimpan untuk waktu yang lama, karena asam lemak utuh akan diubah menjadi asam lemak bebas rantai pendek yang lebih banyak sebagai produk intermediet dari reaksi oksidasi (Khaidir dkk., 2015).

### 3.5 Pengaruh Konsentrasi Katalis KOH, MgO Dan CaO Pada *Flash point* Produk Biodiesel

Suatu bahan bakar akan menghasilkan uap pada saat di panaskan, pada uap di suhu terendah tersebut akan bercampur dengan udara, dan bahan bakar tersebut akan menyala yang disebut dengan *flash point* (titik nyala). Sehingga semakin tinggi *flash point* maka semakin lama waktu penyalaannya (Cahyati & Pujiuningtyas, 2017). Gambar 8. menunjukkan pengaruh konsentrasi katalis pada *flash point* biodiesel.



**Gambar 8. Grafik Pengaruh konsentrasi katalis KOH, MgO dan CaO pada *Flash point* produk Biodiesel**

Pada pengaruh konsentrasi katalis terhadap *flash point* pada produk biodiesel gambar 8. Terlihat bahwa pada katalis CaO sesuai dengan standar SNI 7182: 2015 yaitu minimal 130°C. Sedangkan pada katalis KOH dan MgO dengan konsentrasi katalis 1%, 2% dan 3% masih terlalu rendah nilai *flash point* dari standar SNI yang sudah ditetapkan. Hal ini disebabkan karena pada proses pembuatan biodiesel menggunakan methanol sebagai pereaksi. Apabila pada proses pemurnian kurang baik, maka kemungkinan masih tertinggal methanol pada produk biodiesel, sehingga pada saat dilakukan pengujian *flash point* pada biodiesel jauh lebih rendah titik nyalanya (Zamhari dkk., 2021).

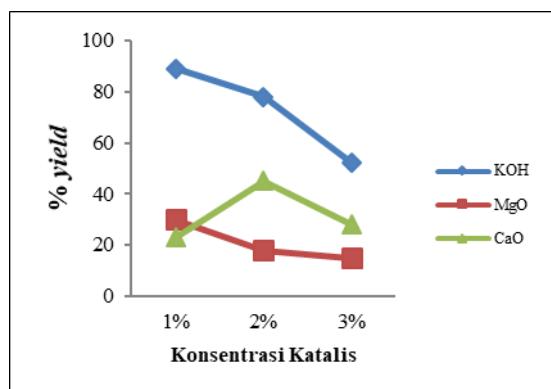
### 3.6 Pembahasan *Cetane number* Pada Biodiesel

Angka se adalah ukuran yang menunjukkan sifat kelambatan penyalaan ketika bahan bakar mulai di injeksikan dan mulai menyala dalam ruang bakar diesel. Untuk mengetahui angka setana pada minyak biodiesel maka dapat menggunakan pendekatan *Calculated Cetane Index* (CCI) dengan memperkirakan nilai angka setana dari minyak biodiesel yang berdasarkan pada nilai API gravity, distilasi dan densitas pada suhu 15°C. Terlihat pada tabel 1. bahwa pada hasil analisa katalis KOH dengan konsentrasi 1% didapat hasil *cetane index* yaitu 45, hasil ini sesuai dengan standar minyak solar yaitu 45. *cetane number* yang rendah dipengaruhi oleh struktur hidrokarbon penyusun. Biodiesel dengan asam lemak jenuh pada rantai karbon panjang yang rendah (seperti asam laurat, miristat, palmitat, stearat, arakhidat, dan

sebagainya) memiliki *Cetane number* yang lebih rendah (Cahyati & Pujaningtyas, 2017).

### 3.7 Pembahasan Perbedaan Katalis KOH, MgO Dan CaO Terhadap Yield Biodiesel

Dalam mendapatkan konversi biodiesel yang cukup tinggi dengan proses yang lebih efisien, maka diperlukan katalis yang dapat memecahkan ikatan molekul pada minyak menjadi metil ester. Berikut ini merupakan grafik perbedaan katalis KOH, MgO Dan CaO terhadap *yield* biodiesel pada Gambar 9.



**Gambar 9. Grafik Perbedaan Katalis KOH, MgO Dan CaO Terhadap Yield Biodiesel**

Terlihat pada gambar 9. Menunjukkan bahwa pada penggunaan katalis KOH menghasilkan *yield* yang cukup tinggi yaitu 89% dibandingkan dengan penggunaan katalis MgO dan CaO. Hal ini disebabkan karena katalis KOH termasuk katalis basa kuat yang mudah larut dengan methanol, sehingga perpindahan massa yang lebih intensif dalam sistem cair-cair membuat katalis KOH memiliki aktivasi katalis yang cukup tinggi dalam mengkonversi minyak CPO menjadi Metil Ester (Marinković dkk., 2017), seperti penelitian yang telah dilakukan Qaudry dkk., (2015) yang menggunakan minyak kelapa pada variasi katalis KOH, Mg(OH)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub> yang didapatkan nilai *yield* tertinggi yaitu 93,225% dengan menggunakan katalis KOH.

Sedangkan pada penggunaan katalis heterogen CaO dan MgO yang termasuk katalis oksida logam alkali didapat hasil biodiesel yang rendah, yaitu 45% *yield* biodiesel pada katalis CaO dan 30% *yield* biodiesel pada katalis MgO. Berbeda dari penelitian Sutanto & Samik, (2021), yang menggunakan minyak jarak dengan katalis kalsium oksida (CaO) dari cangkang telur dengan nilai *yield* tertinggi

yaitu 96,07%. Hal ini disebabkan karena katalis heterogen CaO dan MgO yang digunakan merupakan katalis komersial yang memungkinkan telah terpaparnya katalis tersebut dengan udara. Karena situs aktif pada katalis heterogen sangat mudah teracuni oleh CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O di udara pada permukaan katalis sebagai gugus karbonat dan hidroksil (Lam & Lee, 2011). Hal ini yang menyebabkan aktivasi katalitiknya menjadi kurang efektif yang terjadi penyumbatan situs aktif oleh pengotor yang terserap, sehingga perlu dilakukan kalsinasi pada suhu tinggi untuk meningkatkan luas pori, aktivasi, stabilitas dan selektivitas katalisnya (Pratigto dkk., 2019).

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Pada pembuatan biodiesel dengan *Crude Palm Oil* (CPO) yang menggunakan proses transesterifikasi didapatkan hasil pada katalis KOH dengan konsentrasi katalis yang tertinggi yaitu 1% dengan nilai *yield* 89%, pada katalis CaO didapatkan konsentrasi katalis yang tertinggi yaitu 2% dengan nilai *yield* 45%, dan pada katalis MgO didapatkan konsentrasi katalis yang tertinggi yaitu 1% dengan nilai *yield* 30%.

Hasil analisa biodiesel yang terbaik yaitu pada penggunaan katalis KOH dengan konsentrasi katalis 1% didapatkan hasil analisa yang sesuai dengan standar SNI 7182:2015 yaitu uji densitas 860 kg/m<sup>3</sup>, viskositas 4,145 mm<sup>2</sup>/s (cSt), angka asam 0,109 mg-KOH/g, dan hasil analisa yang tidak sesuai dengan standar SNI 7182:2015 yaitu pada nilai *yield* 89%, *flash point* 128°C, *cetane index* 45.

### 4.2. Saran

Dalam penelitian lebih lanjut, disarankan untuk memvariasikan variabel lainnya dengan variabel tetap katalis Kalium Hidroksida (KOH) dan konsentrasi katalis 1% untuk mendapatkan konversi biodiesel yang memenuhi persyaratan standar SNI 7182:2015.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alam, widharta surya, Gitamara, S., & Masyithah, Z. (2022). Sintesis Katalis Kalsium Gliserokside Berbasis Cangkang Telur Bebek- Crude Glycerol dan aplikasinya dalam Transesterifikasi Minyak Sawit untuk Produksi Biodisel. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11(1), 28–35.
- Andalia, W., & Pratiwi, I. (2018). Kinerja

- Katalis Naoh dan KOH ditinjau dari Kualitas Produk Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Tekno Global*, 7(2), 66–73.
- ASTM D 445. (2018). *Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)*, 1–16.
- ASTM D 4737. (2018). *Standard Test Method for Calculated Cetane Index by Four Variable Equation*, 10(Reapproved 2016), 2016–2019.
- ASTM D 664. (2018). *Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration*.
- ASTM D 93. (2018). *Standard Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester*.
- Aziz, I., Nurbayti, S., & Ulum, B. (2011). Esterifikasi Asam Lemak Bebas Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia Valensi*, 2(2), 384–388. <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i2.201>
- Cahyati, E. dwi, & Pujaningtyas, L. (2017). Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Transesterifikasi Menggunakan Katalis KOH. *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri : Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya* <http://repository.its.ac.id/44870/>
- Faizal, M., Maftuchah, U., & Auriyani, W. A. (2013). Pengaruh Kadar Metanol, Jumlah Katalis Dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Biodiesel Dari Lemak Sapi Melalui Proses Transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(4), 29–37.
- Furqon, Nugroho, arief kelik, & Anshorulloh, muhammad kholid. (2019). Kajian Penggunaan Katalis KOH Pada Pembuatan Biodiesel Menggunakan Reverse Flow Biodiesel Reactor Secara Batch. *Rona Teknik Pertanian*, 12(1), 22–31.
- Gebremariam, S. N., & Marchetti, J. M. (2017). Biodiesel production technologies: Review. In *AIMS Energy* (Vol. 5, Issue 3).
- Haryono, Natanael, C. L., Rukiah, & Yulianti, Y. B. (2018). Kalsium oksida mikropartikel dari cangkang telur sebagai katalis pada sintesis biodiesel dari minyak goreng bekas. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 08(01), 8–15.
- Khairid, Nasruddin, & Syahputra, D. (2015). Pengolahan Ampas Kelapa Dalam Menjadi Biodiesel Pada Beberapa Variasi Konsentrasi Katalis Kalium Hidroksida (KOH). *Jurnal Samudera*, 9(2), 77–92.
- Lam, M. K., & Lee, K. T. (2011). Production of Biodiesel Using Palm Oil. In *Elsevier Inc, All rights reserved* (1st ed.). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385099-7.00016-4>
- Marinković, D. M., Avramović, J. M., Stanković, M. V., Stamenković, O. S., Jovanović, D. M., & Veljković, V. B. (2017). Synthesis and characterization of spherically-shaped CaO/T-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst and its application in biodiesel production. *Energy Conversion and Management*, 144, 399–413. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.04.079>
- Octavia, R. Z. (2011). Pembuatan Dan Uji Kualitas Bahan Bakar Alternatif (Biodiesel) Dari Minyak Kelapa (Cocos Nucifera). *Fakultas Sains Dan Teknologi : Universitas Islam Negeri (Uin) Alauddin. Makassar*.
- Pamungkas, A., Amri, K., Pratiwi, F. T., & Arisant, A. G. (2021). Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Air dan Angka Asam pada Sampel Biodiesel dan Campuran Biodiesel ( BX ). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–6.
- Pratigto, S., Istadi, I., & Wardhani, dyah hesti. (2019). Karakterisasi Katalis CaO dan Uji Aktivitas pada Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Kedelai. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses Dan Teknologi Tepat Guna*, 15(2), 57–64. <https://doi.org/10.14710/metana.v15i1.25106>
- Qaudry, R. J., Arifah, N., & Mahfud, M. (2015). Biodisel Dari Minyak Kelapa Dengan Katalis KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Dan Mg(OH)<sub>2</sub> Menggunakan Gelombang Mikro (MICROWAVE) Secara Batch. *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri : Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*.
- SNI. (2015). SNI 7182: 2015 Biodiesel. *Jakarta: Badan Standarisasi Nasional*.
- Sutanto, N., & Samik, S. (2021). Artikel Review : Pemanfaatan Katalis CaO Untuk Pembuatan Biodiesel Menggunakan Metode Transesterifikasi dari Non Edible Oil Article Review : Utilization of CaO Catalyst to Produce Biodiesel by Transesterification Method from Non-Edible Oil. *Prosiding Seminar Nasional Kimia (SNK)*, 46–55.
- Wibowo, sasmitha ayu. (2018). Pembuatan

biodiesel dari minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) menggunakan microwave dengan katalis basa heterogen. *Jurusen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri : Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.*  
Zamhari, M., Junaidi, R., Rachmatika, N., Oktarina, A., Srijaya, J., Bukit, N., Palembang, B., & Selatan, S. (2021). Pembuatan Katalis Berbasis Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) Diimpregnasi Koh Pada Reaksi Transesterifikasi Sintesis Biodiesel Catalyst Shynthesis From Activated Carbon Of Coconut Shell (*Cocos Nucifera*) Impregnatedpotassium Hydroxidein T. *Jurnal Kinetika*, 12(01), 23–31. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>