

## Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa pada Suhu Ruang dengan Variasi Katalis Basa dan Waktu Pengadukan

Endah Kusuma Rastini<sup>1)</sup>, Jimmy<sup>2)</sup>, Abdurrahman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Mesin, <sup>2)</sup> Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jln. Raya Karanglo km. 2 Malang  
Email: [endahkr@lecturer.itn.ac.id](mailto:endahkr@lecturer.itn.ac.id)

**Abstrak.** Bahan bakar biodiesel sebagai pengembangan energi terbarukan merupakan salah satu cara substitusi bahan bakar solar. Pembuatan biodiesel menggunakan reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit pada temperatur 60°C sudah diaplikasikan dalam industri. Penggunaan temperatur kamar akan mengurangi biaya operasi sehingga dapat menurunkan harga produksi biodiesel agar lebih kompetitif. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses pembuatan biodiesel pada temperatur kamar dengan variasi katalis, waktu pengadukan, dan waktu reaksi terhadap kualitas produk. Proses pembuatan biodiesel dilakukan secara transesterifikasi dengan variasi katalis basa (KOH 1%wt dan NaOH 0,5%wt), waktu pengadukan (2,4,6,8 menit), dan waktu reaksi (1,2,3,4 jam) pada suhu ruang. Pengujian produk menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa yield tertinggi adalah menggunakan katalis KOH dengan waktu pengadukan 2 menit dan waktu reaksi selama 1 jam. Biodiesel yang didapatkan mempunyai yield sebesar 88,67%, kandungan metil ester sebesar 90%.

**Katakunci:** Biodiesel, minyak kelapa, katalis, waktu pengadukan, waktu reaksi

### 1. Pendahuluan

Biodiesel telah banyak digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar solar yang sudah diproduksi beberapa pabrik di Indonesia, seperti Sinarmas Bio Energy, Smart Tbk, Wilmar Bioenergi Indonesia, dan masih banyak lagi. Pemerintah Indonesia melalui Kementerian ESDM menggalakkan Program Mandatori BBN (bahan bakar nabati) melalui Peraturan Menteri ESDM No. 32 Tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga BBN sebagai Bahan Bakar Lain sebagaimana telah diubah terakhir kali dengan Peraturan Menteri ESDM No. 12 Tahun 2015. Program mandatori biodiesel B30 mewajibkan penggunaan 70% solar dan 30% biodiesel sejak awal 2020. Bahan baku yang digunakan untuk mengembangkan biodiesel berasal dari minyak nabati/hewani sehingga disebut sebagai bahan baku terbarukan (*renewable*). Hal ini merupakan salah satu keunggulan dari biodiesel dibandingkan dengan bahan bakar diesel petroleum/solar (dari fosil). Keunggulan lainnya yaitu dapat mengurangi emisi gas hidrokarbon dan karbon monooksida, lubrikasi tinggi, tidak beracun sehingga aman dalam penyimpanan dan proses transportasi, mudah terurai oleh mikroorganisme, tidak menimbulkan emisi SO<sub>x</sub> karena tanpa kandungan sulfur, angka cetane tinggi dibanding solar [1,2,3]. Biodiesel diperoleh dari proses transesterifikasi minyak atau lemak dengan alkohol.

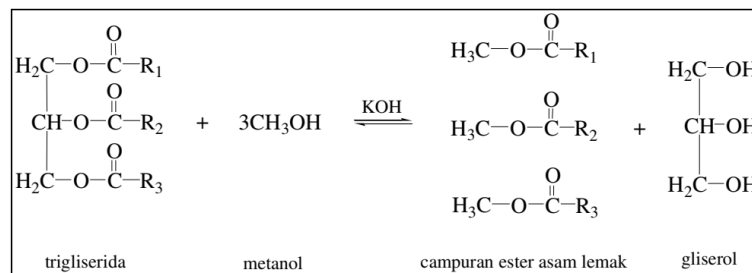
Tabel 1. Parameter Biodiesel di Indonesia (SNI: 04-7182-2006)

No	Parameter	Satuan	Met Uji	Nilai
1	Berat jenis pada 40 °C	Kg/m <sup>3</sup>	ASTM	0,85-0,89
2	Viskositas kinetik pada 40 C	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	ASTM D445	2,3-6,0
3	Flash point	C	ASTM D93	Min.100
4	Pour point	C	ASTM D2500	Maks. 18
5	Heating value	Kkal/kg	ASTM D240	9321
6	Indeks setana	-	ASTM D613	Min.71

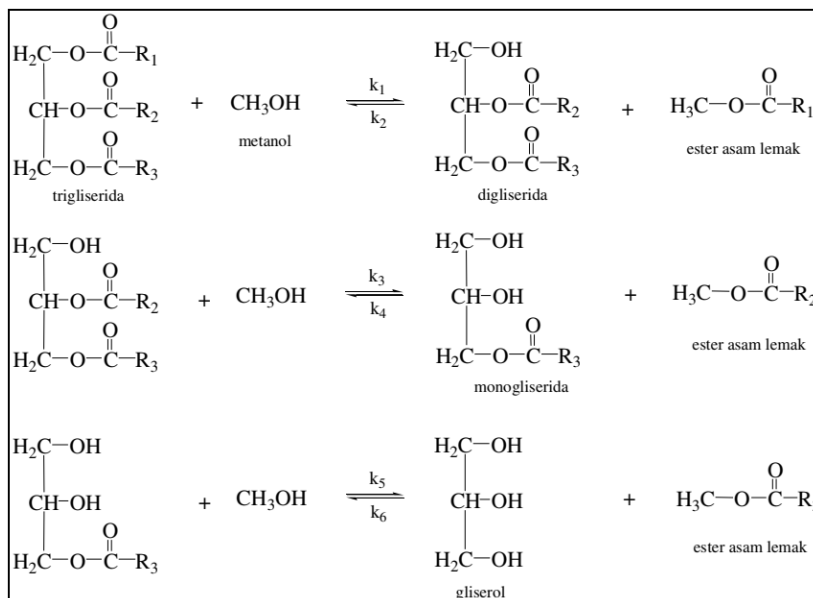
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses pembuatan biodiesel pada temperatur kamar dengan variasi katalis, waktu pengadukan, dan waktu reaksi terhadap kualitas produk.

Pembuatan biodiesel menggunakan reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit pada temperatur 60°C sudah diaplikasikan dalam industri. Minyak kelapa merupakan alternatif bahan baku yang cukup potensial. Minyak kelapa mengandung asam kaproat (0,187%), asam oktanoat (1,12%), asam siklopropanapentanoat (0,54%), asam laurat (32,73%), asam miristat (28,55%), asam palmitat (17,16%), asam oleat (14,09%), dan asam stearat (5,68%) [4].

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi antara minyak nabati atau lemak hewani yang mengandung trigliserida dengan alkohol seperti metanol dan etanol. Katalis basa paling banyak digunakan pada proses transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel. Biodiesel yang dihasilkan dari proses transesterifikasi biasa disebut dengan alkoholisis, merupakan tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi metil ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping berupa gliserol (Gambar 1). Transesterifikasi mengalami reaksi bertahap menghasilkan produk antara berupa monogliserida (MG) dan digliserida (DG) sebelum semuanya terkonversi menjadi metil ester (Gambar 2).



Gambar 1. Reaksi Transesterifikasi Trigliserida dengan Metanol

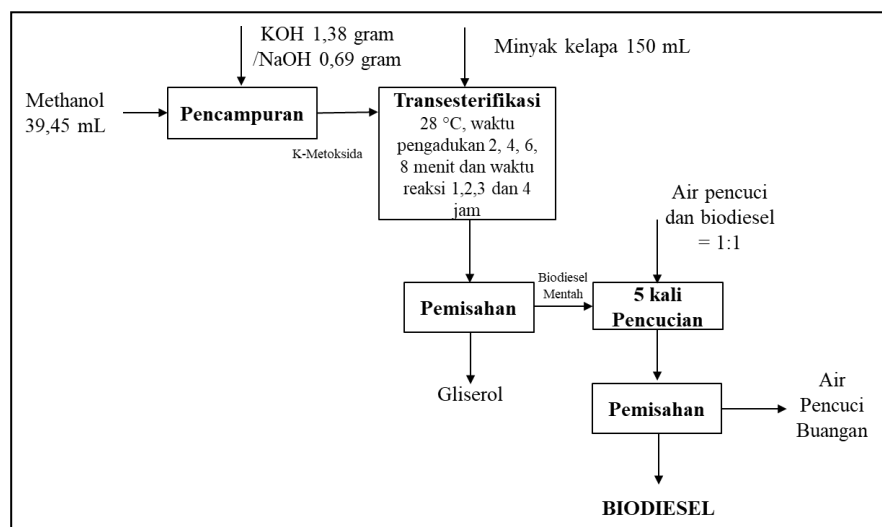


Gambar 2. Tahapan Reaksi Transesterifikasi Trigliserida dengan Metanol

Transesterifikasi merupakan reaksi material yang mengandung ester asam lemak dengan asam lemak, alkohol, atau ester-ester lain yang diikuti pertukaran gugus asam lemak menghasilkan ester baru. Reaksi antara ester dengan asam disebut dengan asidolisis, ester dengan alkohol disebut alkoholisis dan reaksi antara ester satu dengan yang lain disebut pertukaran ester atau transesterifikasi. Dalam definisi lain dikatakan bahwa transesterifikasi adalah reaksi antara ester atau trigliserida dengan

senyawa lain bisa juga ester, alkohol atau asam. Apabila reaktan berupa alkohol disebut alkoholisis [5]. Katalis adalah senyawa yang dapat mempercepat reaksi, dalam pembuatan suatu senyawa umumnya menggunakan katalis homogen dan katalis heterogen. Kelemahan dari katalis homogen ialah sulit untuk dipisahkan dari larutan hasil proses. Katalis basa yang biasa dipakai adalah NaOH dan KOH. Katalis basa lebih sering digunakan saat proses transesterifikasi karena kandungan asam lemak yang tinggi sudah diturunkan oleh katalis asam pada proses esterifikasi [2,6,7]. Metanol juga lebih umum digunakan karena harganya murah untuk kemurnian di atas 99%. Metanol memiliki titik didih  $64,7^{\circ}\text{C}$  sehingga reaksi transesterifikasi konvensional dilakukan di bawah titik didih metanol untuk mencegah penguapan [8]. Transesterifikasi minyak kedelai murni dengan metanol (6:1) menggunakan 1% NaOH dan tiga temperatur berbeda [9]. Setelah 0,1 jam, yield ester 94, 87, 64% untuk temperatur 60, 45 dan  $32^{\circ}\text{C}$ . Setelah 1 jam, pembentukan ester pada suhu 60 dan  $45^{\circ}\text{C}$  menunjukkan hasil yang identik dan sedikit lebih rendah untuk suhu  $32^{\circ}\text{C}$ . Beberapa studi menyatakan, reaksi transesterifikasi berjalan cukup memuaskan pada temperatur kamar menggunakan katalis basa homogen tetapi memerlukan waktu yang lebih lama. Reaksi transesterifikasi minyak kedelai pada suhu kamar mencapai konversi 97% setelah 4 jam dengan katalis NaOH sebanyak 1% [10]. KLT (Kromatografi Lapis Tipis) atau TLC (*Thin Layer Chromatography*) adalah metode kromatografi paling sederhana serta peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk melaksanakan pemisahan dan analisis sampel dengan metode KLT cukup sederhana yaitu sebuah bejana tertutup (chamber) yang berisi pelarut dan lempeng KLT.

Bahan-bahan yang digunakan adalah minyak kelapa (merk Barco), metanol 99% (teknis), KOH dan NaOH (Mercks), asam sulfat (Mercks), pelat TLC (Merck), solvent pembawa untuk TLC, iodine (Mercks) dan aquadest. Peralatan yang digunakan adalah Erlenmeyer, hotplate magnetic stirrer, TLC solvent chamber, iodine chamber. Penelitian ini menggunakan bahan baku 150 mL minyak kelapa, 39,45 mL metanol, dengan variasi katalis KOH 1% berat dan NaOH 0,5% berat. Metanol 99% dan KOH/NaOH teknis dicampurkan hingga homogen kemudian dimasukkan dalam bejana yang sudah berisi minyak. Reaksi transesterifikasi dilakukan secara batch dalam Erlenmeyer tertutup dengan pengadukan bervariasi 2, 4, 6, 8 menit dan waktu reaksi bervariasi 1, 2, 3, 4 jam. Pengambilan sampel dilakukan setiap 60 menit untuk mengetahui perhitungan distribusi produk menggunakan KLT dalam *solvent chamber* dan pewarnaan menggunakan iodine dalam *iodine chamber*. Diagram alir proses penelitian selengkapnya bisa dilihat pada Gambar 3.

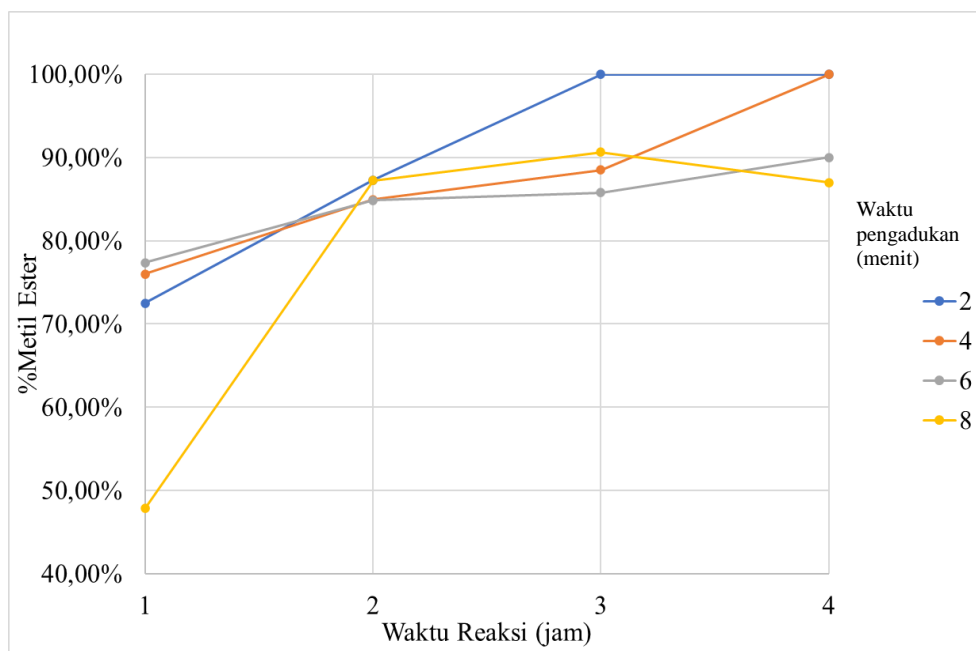


Gambar 3. Diagram alir penelitian

## 2. Pembahasan

### 2.1. Pengaruh waktu pengadukan dan waktu reaksi terhadap produk biodiesel

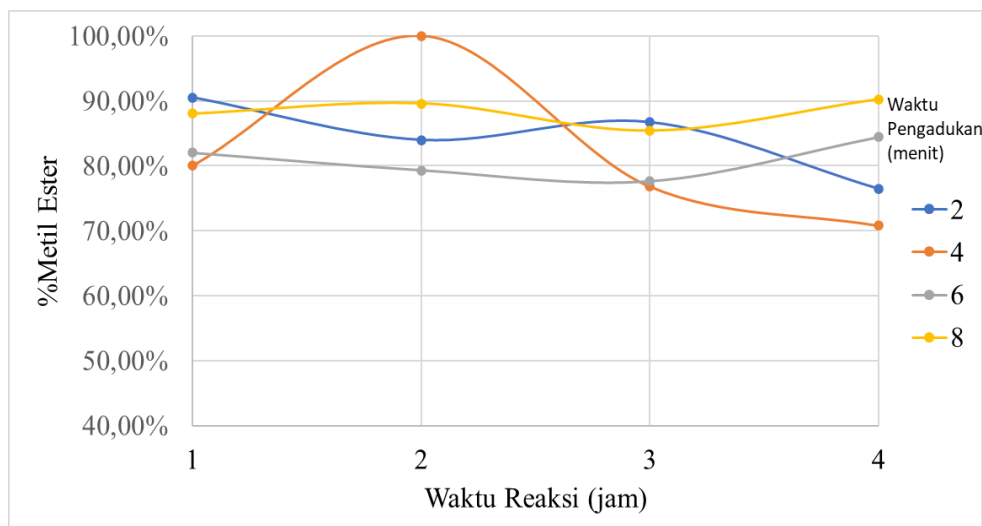
Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan dan waktu reaksi maka metil ester yang diperoleh semakin banyak. Pada sampel dengan waktu pengadukan 8 menit dan waktu reaksi 3 ke 4 jam jumlah metil ester mengalami penurunan karena terjadi reaksi reversibel di mana produk kembali menjadi reaktan. Proses pengadukan dapat meningkatkan pergerakan partikel materi, dengan meningkatnya pergerakan partikel materi, maka peristiwa tumbukan dan kontak antar partikel materi pun akan makin sering sehingga reaksi kimia akan berlangsung makin cepat.



Gambar 4. Pengaruh waktu reaksi terhadap kadar Metil Ester (% volume) pada transesterifikasi pada temperature kamar dengan variasi waktu pengadukan dan waktu reaksi menggunakan katalis KOH

### 2.2. Pengaruh waktu pengadukan dan waktu reaksi terhadap produk biodiesel

Gambar 5 menunjukkan bahwa kandungan metil ester semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu pengadukan. Metil ester tertinggi dihasilkan dalam waktu reaksi selama 2 jam. Di atas 2 jam, kandungan metil ester cenderung turun. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa kandungan metil ester akan cenderung sama (stagnan) pada akhir reaksi. Kemungkinan terdapat penguapan metanol saat pengambilan sampel sehingga mempengaruhi kuantitas metil ester yang dihasilkan. Kecepatan pengadukan yang semakin tinggi akan menaikkan pergerakan molekul dan menyebabkan terjadinya tumbukan. Pada awal terjadinya reaksi, pengadukan akan menyebabkan terjadinya difusi antara minyak atau lemak sampai terbentuk metil ester. Pemakaian alkohol berlebih akan mendorong reaksi ke arah pembentukan etil ester dan semakin besar kemungkinan terjadinya tumbukan antara molekul-molekul metanol dan minyak yang bereaksi [11].



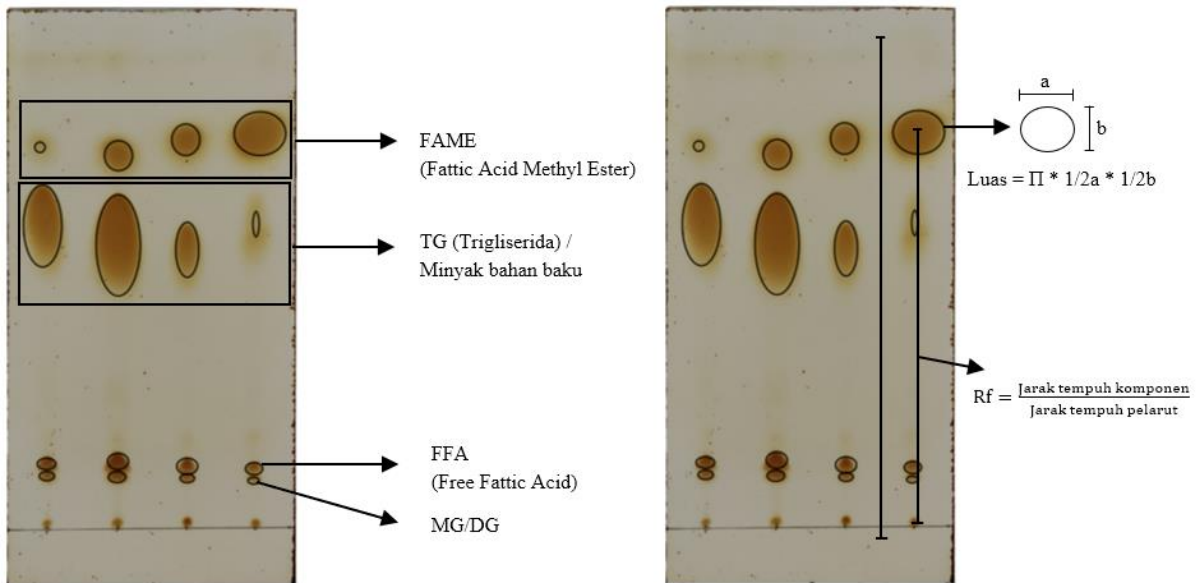
Gambar 5. Pengaruh waktu reaksi terhadap kadar Metil Ester (% volume) pada transesterifikasi pada temperature kamar dengan variasi waktu pengadukan dan waktu reaksi menggunakan katalis NaOH

### 2.3. Perbandingan Kinerja Katalis KOH dan NaOH Dalam Transesterifikasi Minyak Kelapa

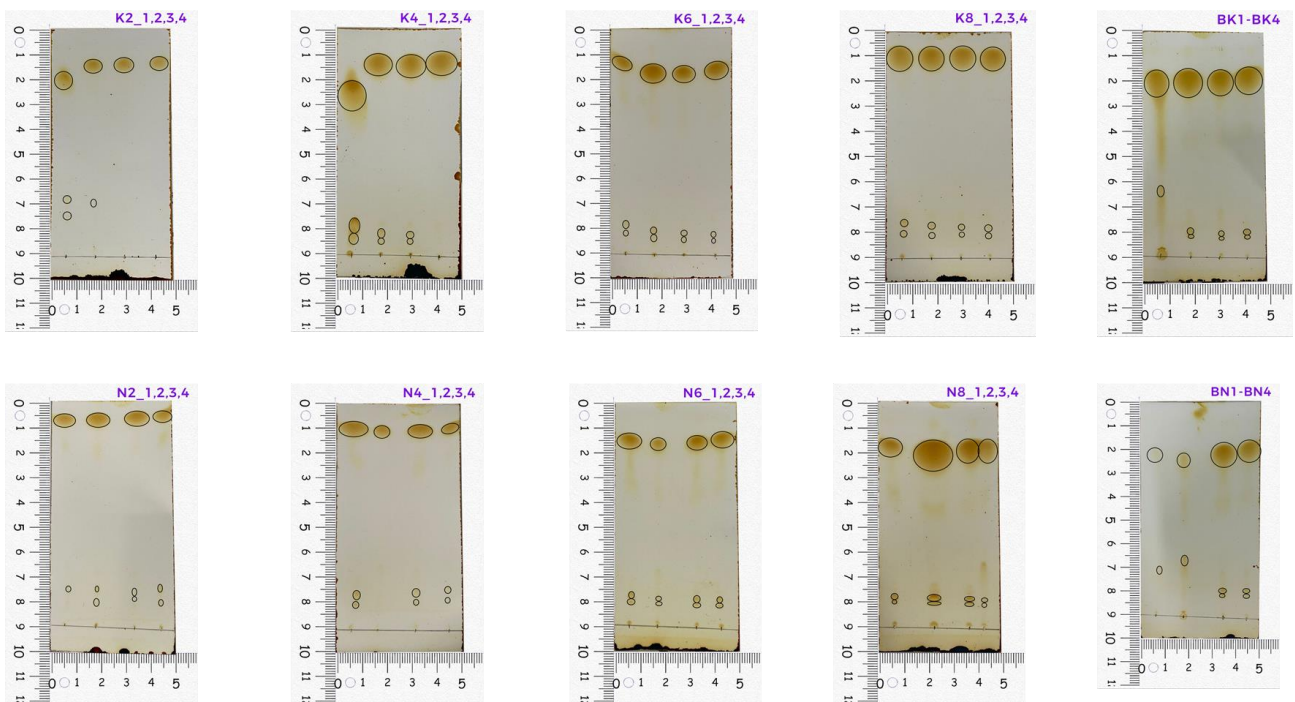
Penggunaan katalis KOH dalam proses transesterifikasi minyak kelapa menunjukkan bahwa peningkatan jumlah metil ester yang dihasilkan relatif stabil untuk setiap waktu reaksi. Sedangkan penggunaan katalis NaOH menunjukkan banyak penurunan. Hal ini karena katalis NaOH bereaksi lebih cepat saat berada pada titik optimalnya sehingga apabila dilanjutkan dengan waktu yang lebih lama terjadi reaksi reversibel atau berbalik yang mengakibatkan jumlah metil ester mengalami penurunan. Dalam menghitung yield, berat produk yang dihitung merupakan berat total dari berat hasil akhir biodiesel ditambah dengan berat pengambilan sampel sebanyak 4 kali, satu sampel diambil 11 mL, dengan berat per sampelnya 8,67 gram kemudian dikalikan sebanyak 4 sampel pengambilan sehingga total pengambilan 4 sampel didapat 35,2 gram.

### 2.4. Hasil Analisis KLT Terhadap Produk Biodiesel

Gambar 6 menunjukkan urutan distribusi komponen hasil reaksi transesterifikasi berupa asam lemak bebas (FFA), digliserida (DG), monogliserida (MG), metil ester (FAME) dan sisa trigliserida (TG). Pendekatan perhitungan luas bercak dengan bentuk elips diilustrasi juga pada Gambar 6. Hasil analisis sampel menggunakan KLT pada produk biodiesel hasil transesterifikasi pada temperature kamar, menghasilkan tampilan seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Bercak yang menunjukkan keberadaan metil ester tampak dominan untuk semua variasi. Perhitungan pendekatan secara kuantitatif dilakukan menggunakan bantuan software Photoshop. Bercak didekati dengan bentuk elips dan dihitung luasan dari masing-masing bercak yang mewakili komponen. Hasilnya berupa pendekatan komposisi berdasarkan prosentase volume seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 6. Urutan distribusi komponen dan pendekatan perhitungan luas bercak dengan bentuk elips



Gambar 7. Hasil analisis KLT terhadap produk biodiesel (kode K untuk KOH, N untuk NaOH) dengan waktu pengadukan 2, 4, 6, 8 menit dan waktu reaksi 1, 2, 3, 4 jam)

Data berat dapat dikonversi menjadi yield dimana harga yield didapatkan dari perbandingan antara massa produk dibagi dengan massa bahan baku yang ditunjukkan dalam Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 tersebut, yield metil ester tertinggi dihasilkan pada pengadukan dengan waktu 2 menit sebesar 88,67% menggunakan katalis KOH dan 77,32% saat menggunakan katalis NaOH pada waktu 4 menit. Dari data diatas dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu pengadukan, maka nilai yield juga akan semakin besar, sehingga disimpulkan bahwa hubungan antara yield dan waktu pengadukan berbanding lurus.

Tabel 2. Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Yield yang dihasilkan

Sampel	Waktu Pengadukan (menit)	Berat Akhir		Total Berat sampel diambil	Yield (%)	
		Katalis KOH	Katalis NaOH		Katalis KOH	Katalis NaOH
B2	2	88,42	69,6	35,2	88,67%	69,85%
B4	4	78,65	77,07	35,2	78,90%	77,32 %
B6	6	81,03	66,46	35,2	81,28%	66,71%
B8	8	86,13	60,43	35,2	86,38%	60,68%

### 3. Simpulan

Jenis katalis yang dapat menghasilkan sampel biodiesel dengan Yield paling tinggi adalah menggunakan katalis KOH, dengan waktu pengadukan 2 menit dan waktu reaksi selama 1 jam. Hasil biodiesel yang didapatkan, yield sebesar 88,67%, kandungan metil ester sebesar 90%, FFA 13,57%. Penggunaan Katalis KOH menghasilkan yield lebih tinggi dan hasil biodiesel lebih baik dari pada katalis NaOH karena adanya faktor jumlah katalis KOH yang lebih banyak daripada NaOH. Pada analisa berat akhir biodiesel diperoleh hasil terbaik sebesar 88,42 gram dengan reaksi dilakukan pada suhu ruang (28°C) menggunakan katalis KOH sebanyak 1% selama 4 jam dengan perbandingan rasio molar metanol : minyak adalah 6 : 1.

### Daftar Pustaka

- [1]. Hidayanti, N., Arifah, N., Jazilah, R. and Mahfud, A. S., "Produksi Biodiesel dari Minyak Kelapa dengan Katalis Basa Melalui Proses Transesterifikasi Menggunakan Gelombang Mikro (Microwave)," *Tek. Kim.*, vol. 10, no. 1, pp. 13–18, 2015, [Online].
- [2]. Putri, S. K., Supranto, S., and Sudiyo, R., "Studi Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa ( Coconut Oil ) dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik," *J. Rekayasa Proses*, vol. 6, no. 1, pp. 20–25, 2012, doi: <http://dx.doi.org/10.22146/jrekpros.2453>.
- [3]. Miskah, S., Apriani, R., and Miranda, D., "Pengaruh Waktu Reaksi dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Konversi Biodiesel dari Lemak Ayam Dengan Proses Transesterifikasi," *J. Tek. Kim. Univ. Sriwij.*, vol. 23, no. 1, pp. 57–66, 2017, [Online].
- [4]. Karouw, S., Suparmo, S., Hastuti, P., and Utami, T., "Sintesis Ester Metil Rantai Medium dari Minyak Kelapa Dengan cara Metanolisis Kimiawi," *Agritech*, vol. 33, no. 2, pp. 182–188, 2013, doi: <https://doi.org/10.22146/agritech.9806>.
- [5]. Bailey, E., *Article\_BAILEY'S INDUSTRIAL OIL AND FAT PRODUCTS 2005*, John Willey and Sons Ltd, New York. 2005.
- [6]. Suryandari, A. S., *et al.*, "Sintesis Biodiesel melalui Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Berbasis Katalis Heterogen CaO dari Limbah Cangkang Telur Ayam," *J. Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, vol. 5, no. 1, pp. 22–27, 2021, [Online].
- [7]. Yuliani, F., Primasari, M., Rachmaniah, O., and Rachimoellah, M., "Pengaruh Katalis Asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan Suhu Reaksi pada Reaksi Esterifikasi Minyak Biji Karet (Hevea brasiliensis) menjadi Biodiesel," *J. Tek. Kim.*, vol. 3, no. 1, pp. 171–177, 2008.
- [8]. Jimmy, J., Setyawan, E. Y., and Rastini, E. K., "Alkali-Catalyzed Palm Oil Transesterification at Room Temperature : Effect of Stirring Time and Reaction Time," *Reka Buana J. Ilm. Tek. Sipil dan Tek. Kim.*, vol. 7, no. 1, pp. 63–73, 2022, doi: 10.33366/rekabuana.v7i1.3211.
- [9]. Freedman, B., Pryde, E. H., and Mounts, T. L., "Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils," *J. Am. Oil Chem. Soc.*, vol. 61, no. 10, pp. 1638–1643, 1984, doi: 10.1007/BF02541649.
- [10]. Maeda, Y., *et al.*, "New technology for the production of biodiesel fuel," *Green Chem.*, vol. 13, no. 5, pp. 1124–1128, 2011, doi: 10.1039/c1gc15049a.
- [11]. Manurung, R., "Transesterifikasi Minyak Nabati," *J. Teknol. Proses*, vol. 5, no. 1, pp. 47–52, 2006.