Review Kandungan Metil Ester dalam Biodiesel Generasi ke-3 Mikroalga dan Penggunaan Katalis

Ayu Pupu[1], David Yuliana Sari[2], Misye Ade Maya[3], Muchamad Ragil[4], Moch. Agil Soeharja[5], Yudistira[6]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4,5,6]
e-mail: aputpupu1@gmail.com, yustiawulandari_che@itats.ac.id

ABSTRACT

Third-generation biodiesel from microalgae as potential for environmentally renewable energy. This research focuses on the methyl ester content in biodiesel, which is important in quality and performance of the fuel. Methyl ester is produced through the reaction of microalgae triglycerides with methanol, forming biodiesel with distinctive characteristics. These characteristics involve the use of microalgae as raw material, offering high productivity and the ability to thrive in various environmental conditions. Research also explores the role of catalysts in biodiesel production, improving reaction efficiency and product quality. In this review, four key journals serve as the research foundation, providing information on biodiesel production, methyl ester characteristics, microalgae advantages and catalyst effects. Through literature synthesis, this research provides a comprehensive understanding of the potential of microalgae biodiesel as an alternative energy. The conclusion is indicates that third-generation can be a reliable source of biodiesel, with variations in methyl ester content through the use of various catalysts. This research provides valuable insights for the development of renewable fuels and enriches the understanding of the catalyst's role in biodiesel production. Its implications support the development of efficient, environmentally friendly, sustainable biodiesel technology, addressing global challenges related to energy and the environment.

Keywords: *Microalgae, Third-generation Biodiesel, Methyl Ester, Catalyst.*

ABSTRAK

Biodiesel generasi ke-3 dari mikroalga berpotensi sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Penelitian ini memfokuskan kandungan metil ester dalam biodiesel, hal ini sangat menentukan kualitas dan performa bahan bakar. Metil ester dihasilkan melalui reaksi trigliserida mikroalga dengan metanol, membentuk biodiesel yang memiliki karakteristik khusus. Karakteristik ini melibatkan penggunaan mikroalga sebagai bahan baku, menawarkan produktivitas tinggi, dan kemampuan tumbuh dalam berbagai kondisi lingkungan. Penelitian juga mengeksplorasi peran katalis dalam produksi biodiesel, meningkatkan efisiensi reaksi dan kualitas produk. Dalam studi kepustakaan ini, empat jurnal utama menjadi dasar penelitian, menyajikan informasi mendalam tentang produksi biodiesel, karakteristik metil ester, keunggulan mikroalga, dan pengaruh katalis. Melalui sintesis literatur, penelitian ini memberikan pemahaman komprehensif tentang potensi biodiesel mikroalga sebagai energi alternatif. Kesimpulan studi ini menunjukkan bahwa mikroalga generasi ke-3 dapat menjadi sumber biodiesel yang handal, dengan variasi kandungan metil ester melalui penggunaan berbagai katalis. Penelitian ini memberikan wawasan berharga untuk pengembangan bahan bakar terbarukan dan memperkaya pemahaman tentang peran katalis dalam produksi biodiesel. Implikasinya mendukung pengembangan teknologi biodiesel yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan, menghadapi tantangan global terkait energi dan lingkungan.

Kata kunci: Mikroalga, Biodiesel Generasi ke-3, Metil Ester, Katalis.

PENDAHULUAN

Biodiesel generasi ke-3 yang dihasilkan dari mikroalga memiliki potensi besar sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Kandungan metil ester dalam biodiesel tersebut menjadi fokus utama dalam penelitian ini, mengingat perannya yang krusial dalam menentukan kualitas dan performa bahan bakar. Metil ester adalah hasil reaksi antara trigliserida yang terdapat dalam mikroalga dengan metanol, yang kemudian dihasilkan dalam bentuk biodiesel [1].

Karakteristik khusus dari biodiesel generasi ke-3 ini melibatkan penggunaan mikroalga sebagai sumber bahan baku, yang memiliki keuntungan berupa produktivitas yang tinggi, lahan yang lebih sedikit dibutuhkan, dan kemampuan untuk tumbuh dalam kondisi lingkungan yang bervariasi. Penelitian ini juga mengeksplorasi penggunaan katalis dalam proses produksi biodiesel, yang dapat meningkatkan efisiensi

ISSN 2775-5630

reaksi dan kualitas produk akhir, Seiring dengan peningkatan minat terhadap sumber energi terbarukan, khususnya biodiesel dari mikroalga, tinjauan terhadap kandungan metil ester dan penggunaan katalis dalam proses produksi menjadi sangat relevan[2].

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memahami peran metil ester dalam biodiesel mikroalga generasi ke-3 serta memberikan wawasan mengenai penggunaan katalis dalam meningkatkan efisiensi produksi. Implikasi hasil penelitian ini dapat memberikan perkembangan teknologi biodiesel yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan, memberikan kontribusi positif dalam mengatasi tantangan global terkait energi dan lingkungan.
Penelitian mengenai kandungan metil ester dalam biodiesel generasi ke-3 mikroalga serta penggunaan katalis telah didukung dan diperkaya oleh temuan-temuan dari berbagai sumber jurnal penelitian terdahulu. Berdasarkan jurnal Produksi Biodiesel dari Mikroalga Nannochloropsis Oculata, Tetraselmis Chuii Dunaliella Salina, Nannochloropsis sp., Mikroalga Coelastrella sp., yang menjadi dasar penelitian ini. Memberikan wawasan mendalam mengenai berbagai aspek terkait termasuk proses produksi biodiesel, karakteristik metil ester, keunggulan mikroalga sebagai bahan baku, dan dampak penggunaan katalis. Penelitian-penelitian terdahulu ini memberikan landasan teoritis yang kuat dan berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik mengenai peran metil ester dalam biodiesel mikroalga generasi ke-3. Melalui sintesis informasi dari literatur ilmiah, penelitian ini diharapkan dapat menyajikan perspektif yang komprehensif dan terkini terkait potensi biodiesel mikroalga sebagai sumber energi alternatif. Integrasi temuan-temuan dari sumber-sumber jurnal ini menjadi pondasi penting dalam merancang penelitian yang lebih canggih dan relevan dalam menghadapi tantangan energi dan lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Metil Ester

Metil Ester merupakan senyawa yang diperoleh dari hasil esterifikasi atau transesterifikasi, proses reaksi antara asam lemak dengan alkohol, khususnya methanol [3] Pada konteks biodiesel, metil ester merupakan komponen utama yang terbentuk dari reaksi trigliserida dalam bahan baku seperti mikroalga dengan metanol, membentuk biodiesel. Kandungan metil ester dalam biodiesel memiliki peran penting dalam menentukan kualitas dan karakteristik bahan bakar tersebut.

Biodiesel Generasi ke-3

Biodiesel Generasi ke-3 merujuk pada jenis biodiesel yang dihasilkan dari mikroalga. Mikroalga menjadi sumber potensial untuk biodiesel karena memiliki produktivitas yang tinggi, memerlukan lahan yang sedikit, dan dapat tumbuh dalam kondisi lingkungan yang beragam. Biodiesel generasi ke-3 ini menawarkan alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam menghadapi kebutuhan energi masa depan [4].

Mikroalga

Mikroalga adalah mikroorganisme fotosintetik yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan minyak nabati dalam jumlah yang signifikan. Keunggulan mikroalga sebagai bahan baku biodiesel melibatkan tingginya produktivitas minyak, kemampuan tumbuh di lahan yang tidak produktif, dan pemanfaatan CO_2 dalam proses fotosintesis, menjadikannya pilihan yang menarik dalam pengembangan energi terbarukan [5].

Penggunaan Katalis

Penggunaan Katalis dalam produksi biodiesel merupakan aspek krusial yang dapat meningkatkan efisiensi reaksi. Katalis digunakan dalam esterifikasi dan transesterifikasi untuk meningkatkan kecepatan reaksi dan kualitas produk akhir. Jenis katalis yang digunakan, seperti KOH atau *montmorillonite* K-10, dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil biodiesel. Penggunaan katalis juga dapat diarahkan pada kondisi in situ, di mana katalis ditambahkan langsung ke dalam reaktor, meningkatkan efektivitas proses [6].

METODE

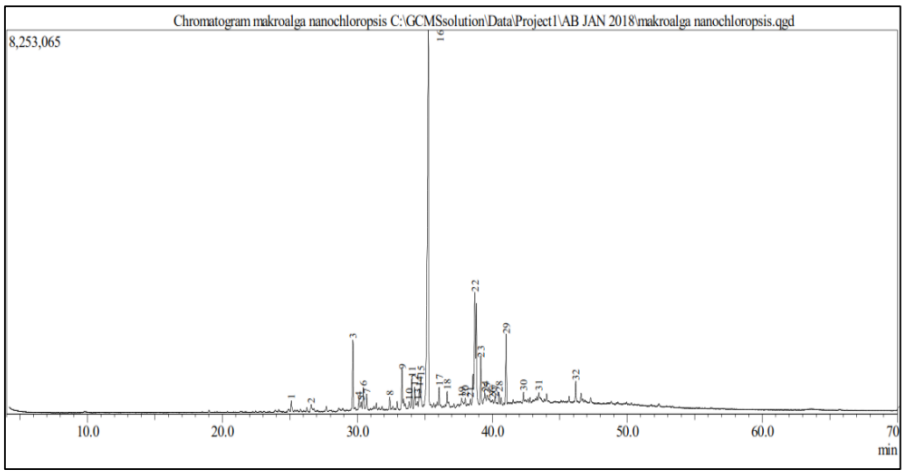
Metode penelitian yang digunakan dalam studi kepustakaan ini berfokus pada kajian terhadap kandungan metil ester dalam biodiesel generasi ke-3 yang berasal dari mikroalga, serta penelitian terkait penggunaan katalis dalam proses produksinya. Tahapan awal melibatkan identifikasi topik penelitian yang spesifik dan

ISSN 2775-5630

relevan, mengarah pada pemilihan sumber literatur yang akurat dan terkini. Pencarian literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data ilmiah, jurnal-jurnal terkemuka, dan referensi lainnya yang terkait dengan biodiesel mikroalga dan katalis. Selanjutnya, informasi dari berbagai sumber literatur dievaluasi dengan cermat untuk memahami perkembangan terbaru, temuan-temuan kunci, serta kesenjangan pengetahuan yang masih perlu dijelajahi. Sintesis literatur ini kemudian menjadi dasar untuk menyajikan pemahaman yang komprehensif mengenai topik penelitian, memperkuat landasan teoritis, dan menetapkan kerangka konseptual yang *solid* untuk penelitian ini.

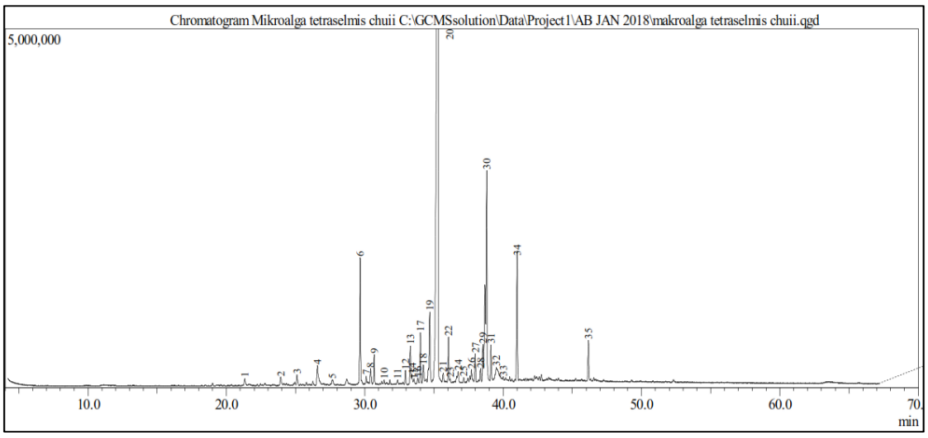
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian "Optimasi Kualitas Produksi Biodiesel dari Mikroalga *Nannochloropsis Oculata* dan *Tetraselmis Chuii* secara Sonikasi dengan Katalis Potasium Karbonat," hasil uji GC-MS terhadap sampel biodiesel *Nannocholoropsis oculata* menunjukkan adanya 32 puncak yang terdeteksi oleh alat. Dari jumlah tersebut, hanya 8 puncak yang mengandung metil ester, yaitu pada puncak 7, 15, 16, 21, 22, 23, 29, dan 32. Total persentase area puncak yang mengandung metil ester mencapai 68,4%, dengan metil palmitat menjadi komponen dominan sebesar 38,07% [7].



Gambar 1. Hasil Uji GC-MS Sampel Biodiesel *Nannocholoropsis Oculata* [7].

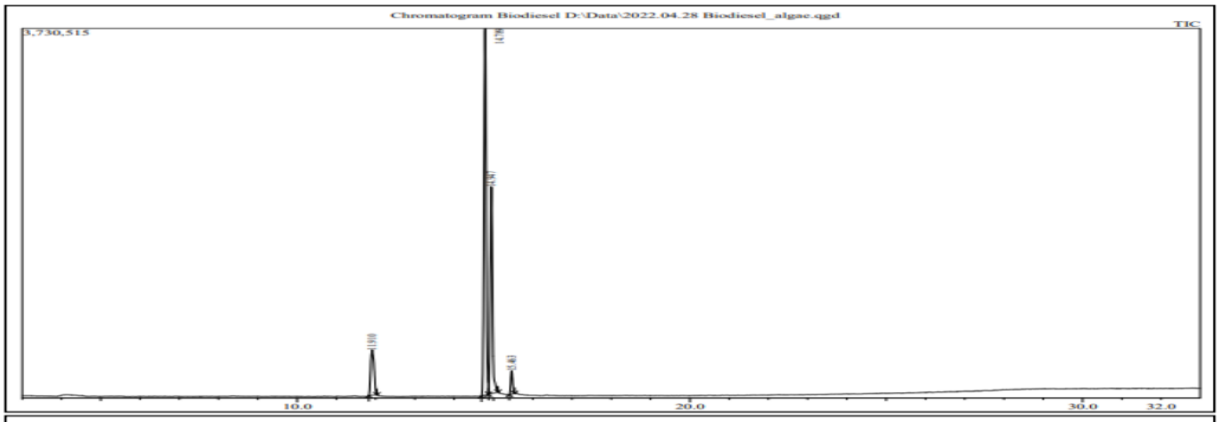
Sementara itu, hasil uji GC-MS pada sampel biodiesel *Tetraselmis Chuii* menunjukkan adanya 35 puncak yang terdeteksi, dan dari jumlah tersebut, hanya 14 puncak yang mengandung metil ester, terletak pada puncak 9, 12, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 34, dan 35. Total persentase area puncak yang mengandung metil ester pada sampel *Tetraselmis Chuii* mencapai 79,49%, dengan metil palmitat mendominasi sebesar 49,07%. Hasil ini memberikan gambaran mengenai komposisi metil ester dalam biodiesel yang dihasilkan dari mikroalga *Nannochloropsis Oculata* dan *Tetraselmis Chuii* yang diolah dengan sonikasi menggunakan katalis potassium karbonat.



Gambar 2 Hasil Uji GC-MS Sampel Biodiesel *Tetraselmis chuii* [7].

Pada penelitian "Pembuatan Biodiesel dari Minyak Mikroalga *Dunaliella Salina* dengan Proses Transesterifikasi menggunakan Katalis Basa" mengungkapkan potensi mikroalga *Dunaliella Salina*

sebagai sumber bahan baku pembuatan biodiesel melalui proses transesterifikasi dengan katalis basa, khususnya KOH. Penelitian ini menyoroti aspek penting produksi biodiesel dari mikroalga dengan fokus pada metode transesterifikasi menggunakan katalis basa [8].



Peak Report TIC

Peak#	R.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Name
1	11.910	2771401	10.34	457868	7.07	6.05	Hexadecanoic acid, methyl ester
2	14.789	14800972	55.21	3699628	57.10	4.00	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl e
3	14.947	8443456	31.49	2088067	32.23	4.04	11-Octadecenoic acid, methyl ester
4	15.463	793543	2.96	233748	3.61	3.39	Methyl stearate
		26809372	100.00	6479311	100.00		

Gambar 3 Hasil Analisa Senyawa Biodiesel [8].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroalga *Dunaliella Salina* efektif digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel, dengan katalis basa KOH sebagai agen transesterifikasi. Hasil analisis GC-MS menyoroti dominasi asam linoleat ($C_{18}H_{30}O_2$) atau *octadecadienoic acid* (Z, Z-) sebesar 55,21%. Temuan ini menjadi penekanan penting, menggambarkan komposisi spesifik dari biodiesel yang dihasilkan, dan memberikan gambaran lebih rinci tentang karakteristik kimiawi minyak mikroalga *Dunaliella Salina* yang relevan dengan produksi biodiesel.

Penelitian ini tidak hanya berfokus pada pembuatan biodiesel dari mikroalga tetapi juga memberikan wawasan melalui analisis GC-MS terhadap komponen-komponen utama dalam biodiesel tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memiliki implikasi terhadap pengembangan bahan bakar terbarukan berbasis mikroalga, tetapi juga memberikan sumbangan penting dalam memahami komposisi kimia biodiesel dari sumber energi alternatif.

Penelitian yang dilakukan oleh dengan judul "In Situ Katalitik Basa pada Proses Pembuatan Biodiesel dari Mikroalga *Nannochloropsis sp*." membahas penggunaan katalis basa in situ dalam proses pembuatan biodiesel dari mikroalga *Nannochloropsis sp.* Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan katalis NaOH dengan konsentrasi 1% dan 2% menghasilkan biodiesel yang memiliki komponen asam oleat metil ester sebagai ester yang paling mendominasi, mencapai persentase sebesar 68,27% [9].

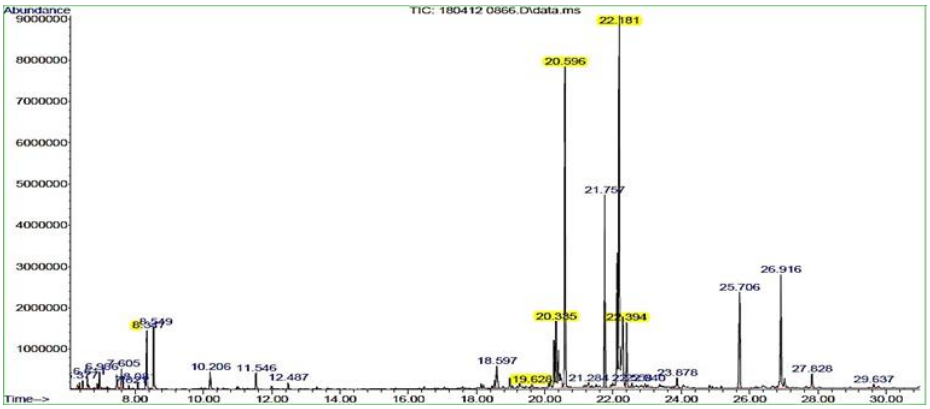
Tabel 1. Komposisi Asam Lemak Mikroalga *Nannocloropsis Sp.* dan Esternya [9].

Komponen	Minyak *Nannocloropsis*	Ester yang terbentuk
Asam Miristat	87,35%	18,12%
Asam Palmitat	20,05%	6,46%
Asam Oleat	101,5%	68,27%

Pentingnya temuan ini terletak pada identifikasi komponen utama dari biodiesel yang dihasilkan, yaitu asam oleat metil ester, yang memberikan kontribusi besar terhadap komposisi keseluruhan. Penggunaan katalis basa NaOH in situ juga memberikan wawasan terhadap efektivitas metode katalisis dalam proses transesterifikasi mikroalga *Nannochloropsis sp.* Hasil ini tidak hanya mengenai komposisi ester spesifik yang dihasilkan, tetapi juga mencerminkan potensi biodiesel yang dihasilkan dari mikroalga tersebut dengan menggunakan metode katalitik basa in situ. Temuan ini dapat menjadi nilai tambah dalam

pemahaman mengenai produksi biodiesel dari mikroalga dan memperkaya pengetahuan dalam pengembangan sumber energi terbarukan.

Penelitian "Pembuatan Biodiesel dari Mikroalga *Coelastrella sp*. menggunakan Katalis *Montmorillonite* K-10 pada Proses Ester" menghadirkan suatu pendekatan inovatif dalam produksi biodiesel dari mikroalga *Coelastrella sp.* Melalui tahap esterifikasi asam oleat yang dilakukan dengan variasi suhu, waktu, konsentrasi katalis, dan perbandingan mol asam oleat dengan metanol, penelitian ini menentukan kondisi optimum esterifikasi pada suhu 85 ºC, waktu 4 jam, konsentrasi katalis *montmorillonite* K-10 sebesar 5% (b/b), dan perbandingan mol asam oleat dengan metanol 1:8. Kondisi ini berhasil mengurangi *Free Fatty Acids* (FFA) sebesar 33,87% [10].



Gambar 5 Kromatogram Produk Biodiesel Mikroalga *Coelastrella sp* [10]

Tabel 2. Kandungan Senyawa Produk Biodiesel Mikroalga *Coelastrella sp.*[10]

Puncak	Waktu Retesi (tR)	Luas Puncak (%)	Nama Senyawa	Rumus Molekul
21	18,8202	8,8254	Metil Palmitat	$C_{17}H_{34}O_2$
26	20,446	2,1594	Metil Linoleat	$C_{19}H_{34}O_2$
27	20,5216	16,1496	Metil Oleat	$C_{19}H_{36}O_2$
28	20,7358	1,3586	Metil Stearat	$C_{19}H_{38}O_2$
37	22,4625	0,3995	Metil Arakidat	$C_{21}H_{42}O_2$
44	25,5754	0,4244	Metil Lignoserat	$C_{25}H_{50}O_2$
46	26,9744	0,3832	Metil Serotat	$C_{27}H_{54}O_2$

Berdasarkan **Gambar 5** dan **Tabel 1**, komponen utama yang terdapat di dalam biodiesel adalah metil oleat (16,1496%). Temuan ini menggambarkan secara rinci proses produksi biodiesel dari mikroalga *Coelastrella sp.* dengan memanfaatkan katalis *montmorillonite* K-10 dalam esterifikasi dan katalis KOH dalam transesterifikasi. Hasil penelitian ini memberikan sumbangan berharga terutama dalam mengoptimalkan kondisi reaksi untuk menghasilkan biodiesel dengan kualitas yang memenuhi standar industri.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil dan pembahasan empat jurnal yang telah diulas menyajikan gambaran komprehensif tentang kandungan metil ester dalam biodiesel generasi ke-3 mikroalga dan penggunaan katalis. Penelitian pada mikroalga *Nannochloropsis Oculata* dan *Tetraselmis Chuii* menggunakan katalis potassium karbonat menunjukkan bahwa kandungan metil ester yang mendominasi yaitu metil palmitat, pada masing-masing sampel *Nannocholoropsis oculata* dan *Tetraselmis chuii* mencapai sebesar 38,07% dan 49,07% [7].

Pada penelitian [8] mengeksplorasi potensi biodiesel dari mikroalga *Dunaliella Salina* melalui transesterifikasi dengan katalis basa KOH. Analisis GC-MS menunjukkan hasil yang didominasi oleh asam linoleat sebesar 55,21%, sehingga memberikan gambaran kimiawi tentang biodiesel yang dihasilkan. Dalam penelitian [9] membahas tentang katalis basa in situ pada mikroalga *Nannochloropsis sp.* menunjukkan bahwa metil ester yang mendominasi adalah metil oleat sebesar 68,27%. Hasil ini memberikan perspektif terhadap potensi penggunaan katalis basa dalam transesterifikasi mikroalga.

Terakhir, penelitian pada mikroalga *Coelastrella sp.* melibatkan esterifikasi menggunakan katalis *montmorillonite K-10* dan transesterifikasi dengan katalis KOH menunjukkan bahwa metil ester yang mendominasi adalah metil oleat sebesar 16,1496% memberikan perspektif terhadap potensi penggunaan katalis asam heterogen dalam proses esterifikasi dan penggunaan katalis KOH dalam proses transesterifikasi mikroalga *Coelastrella sp* [10].

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa mikroalga generasi ke-3 dapat diaplikasikan sebagai sumber biodiesel, dengan penggunaan katalis yang beragam memberikan kontribusi pada variasi kandungan metil ester. Temuan ini memberikan wawasan penting untuk pengembangan bahan bakar terbarukan berbasis mikroalga dan memperkaya pemahaman kita tentang katalis dalam produksi biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. D. Septianto, S. Aji, Y. W. Mirzayanti, J. T. Kimia, and F. T. Industri, "Produksi Biodiesel dari Mikroalga Nannochloropsis sp. Menggunakan Metode Transesterifikasi dengan Bantuan Katalis Heterogen CaO/Hydrotalcite."

[2] R. S. Edo, Y. Vinata, dan Yustia Wulandari, J. Teknik Kimia, and F. Teknologi Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, "Pembuatan Biodiesel dari Mikroalga Nannochloropsis sp. Menggunakan Metode Transesterifikasi Insitu dengan Bantuan Katalis Asam Sulfat."

[3] S. Jevon Tnopo, S. Maria Dolfi Kolo, and J. Presson, "Article Journal of Chemical Science and Application Sintesis Metil Ester dari Minyak Biji Feun Kase (Thevetia Peruviana) dengan Variasi Konsentrasi Molar Katalis NaOH," *Journal of Chemical Science and Application*, vol. 1, pp. 29–35, 2022, doi: 10.32938/jcsa.v1i1.

[4] D. Jumarni, "Kultur Mikroalga Dari Rawa Gambut : Studi Pendahuluan Potensi Mikroalga Sebagai Bahan Baku Biodiesel," *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, vol. 13, no. 1, pp. 47–56, 2018.

[5] F. Baqi, R. S. I. Putri, and Y. W. Mirzayanti, "Proses Pembuatan Biodiesel Dari Mikroalga Nannochloropsis sp. Menggunakan Metode Transesterifikasi In-Situ dengan Katalis KOH," *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, vol. 6, no. 2, p. 92, Nov. 2022, doi: 10.20961/equilibrium.v6i2.63257.

[6] S. N. S. Ulfa and S. Samik, "Artikel Review: Pemanfaatan Katalis Zeolit Alam Teraktivasi Dalam Sintesis Biodiesel Dengan Metode Esterifikasi Dan Transesterifikasi," *UNESA Journal of Chemistry*, vol. 11, no. 3, pp. 165–181, 2022.

[7] Harland, "Optimasi Kualitas Produksi Biodiesel dari Mikroalga Nannochloropsis Oculata dan Tetraselmis Chuii Secara Sonikasi dengan Katalis Potasium Karbonat," Universitas Muhammadiyah, Surakarta, 2019.

[8] E. Marnelisa, Azhari, Z. Ginting, and Suryati, "Pembuatan Biodiesel dari Minyak Mikroalga Dunaliella Salina dengan Proses Transesterifikasi Menggunakan Katalis Basa," *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 11, no. 2, pp. 218–229, 2022.

[9] S. Soelarta, G. Prihandini, M. Martha, R. N. P. Salimi, and F. Yulistiani, "In Situ Katalitik Basa pada Proses Pembuatan Biodiesel dari Mikroalga Nannochloropsis sp," *Fluida*, vol. 15, no. 2, pp. 121–127, Dec. 2022, doi: 10.35313/fluida.v15i2.4395.

ISSN 2775-5630

[10] N. Q. Eka, "Pembuatan Biodiesel dari Mikroalga Coelastrella sp. Menggunakan Katalis Montmorillonite K-10 Pada Proses Esterifikasi," Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2021.