

# PEMBUATAN BIODIESEL DARI MIKROALGA (*DUNALIELLA SALINA*) MELALUI REAKSI TRANSESTERIFIKASI IN SITU

Sausan Munira\*, Azhari dan Meriatna

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

\*Email:sausanmunira98@gmail.com

## Abstrak

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif yang sangat potensial sebagai solusi sumber energi fosil yang sangat terbatas. Namun, bahan baku biodiesel memiliki kendala yaitu masa panen yang relatif lama dan tenbentur dengan kebutuhan pangan manusia seperti jagung dan kelapa sawit. Mikroalga merupakan solusi alternatif yang dapat digunakan karena mengandung minyak yang cukup tinggi dan pertumbuhan yang cepat. Mikroalga yang digunakan pada penelitian ini yaitu *dunaliella salina*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami proses pembuatan biodiesel dari mikroalga menggunakan reaksi transesterifikasi in situ, untuk menganalisa pengaruh variasi waktu dan volume pelarut terhadap yield crude biodiesel dan FFA yang dihasilkan, dan untuk mempelajari karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari mikroalga. Metode yang digunakan yaitu metode transesterifikasi in situ yaitu proses ekstraksi dan transesterifikasi dilakukan secara bersamaan dalam satu wadah, kemudian dilanjutkan dengan proses destilasi (pemurnian). Variabel pada penelitian ini adalah volume pelarut 75 ml, 100 ml, dan 125 ml dengan variasi waktu 120 menit, 150 menit, dan 180 menit. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nilai yield crude biodiesel tertinggi didapatkan pada waktu 180 menit dengan volume metanol 125 ml sebesar 67,42%. Densitas biodiesel tertinggi terjadi pada waktu 120 menit yaitu sebesar 0.778 gr/ml. Viskositas kinematika yang terkecil terletak pada volume 125 ml dengan waktu reaksi 180 menit adalah 2,3 mm<sup>2</sup>/s dan sudah sesuai standar SNI. Kadar air tertinggi di peroleh pada volume metanol 125 ml dan waktu reaksi 120 menit dengan persentase 0,036%Vol. Kadar FFA tertinggi di peroleh pada volume metanol 75 ml dan waktu reaksi 120 menit dengan persentase 0,512%. Hasil analisa parameter yang dihasilkan pada biodiesel dengan menggunakan Gas chromatography (GCMS) sesuai dengan standar SNI Biodiesel.

**Kata kunci:** *Dunaliella salina*, biodiesel, mikroalga, destilasi, transesterifikasi insitu

## Pendahuluan

Kelangkaan bahan bakar minyak yang terjadi belakangan ini telah memberikan dampak yang sangat luas di berbagai sektor kehidupan. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi, salah satu caranya dengan mengembangkan bahan bakar alternatif ramah lingkungan seperti biodiesel [1]. Biodiesel merupakan bahan bakar minyak dari nabati maupun lemak hewan yang memiliki sifat menyerupai minyak diesel. Biodiesel terdiri dari monoalkil ester yang dapat terbakar bersih. Biodiesel bersifat terbarukan dapat menurunkan emisi kendaraan, bersifat melumasi dan dapat meningkatkan kinerja mesin. Biodiesel dibuat secara transesterifikasi maupun esterifikasi minyak nabati dengan katalis basa maupun asam sehingga menghasilkan metil ester [2].

Kebutuhan minyak diesel yang tinggi akan meningkatkan kebutuhan bahan bakunya. Konsep dalam memilih bahan baku biodiesel bukan pengganti bahan baku yang telah ada, tetapi untuk memenuhi kekurangan bahan baku pembuatan biodiesel [3]. Dari sekian banyak potensi alam yang dimiliki oleh Indonesia, mikroalga merupakan mikroorganisme fotosintesis penghasil minyak yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai salah satu alternatif bahan baku pembuatan biodiesel [4]. Dibandingkan dengan tanaman darat penghasil minyak, mikroalga memiliki

produktivitas minyak yang lebih tinggi persatuan luas lahan yang digunakan [5]. Semua jenis mikroalga memiliki komposisi kimia sel yang terdiri dari protein, karbohidrat, lemak, dan asam nukleat, dengan persentase yang bervariasi tergantung jenis alga. Komponen fatty acids dalam minyak mikroalga *Dunaliella Salina* dapat disintesis menjadi biodiesel [6].

Secara umum proses dalam pembuatan biodiesel dengan metode konvensional dilakukan dengan mengekstrak lipid dari mikroalga menggunakan pelarut organik dan dilanjutkan dengan transesterifikasinya. Namun proses pembuatan biodiesel ini tidak ekonomis dan kurang efektif dilakukan karena waktu yang lebih lama, proses yang membutuhkan suhu tinggi, dan banyak menggunakan pelarut organik [7]. Untuk mengatasi masalah tersebut, saat ini telah dikembangkan proses secara non-konvensional yang mengkombinasikan dua langkah menjadi satu langkah yaitu proses transesterifikasi insitu yang akan dibahas pada penelitian kali ini. Transesterifikasi insitu ini merupakan suatu metode baru pembuatan biodiesel yang sedang dikembangkan dengan tujuan untuk memperpendek waktu proses produksi biodiesel. Proses produksi biodiesel dengan reaksi transesterifikasi ini merupakan metode paling efisien dikarenakan proses ekstraksi dan transesterifikasi bahan baku menjadi produk biodiesel dapat dihasilkan dalam satu kali proses secara simultan [8]. Pada Penelitian ini akan dilakukan penelitian menggunakan mikroalga *Dunaliella Salina* sebagai bahan baku biodiesel dengan bantuan katalis homogen (asam sulfat). Produksi biodiesel dengan menggunakan katalis homogen (asam sulfat) memiliki kelebihan yaitu proses produksi yang berlangsung secara cepat, bahan yang mudah diperoleh dan harga yang relatif murah.

## Tinjauan Pustaka

Biodiesel merupakan bahan bakar pengganti diesel yang merupakan senyawa ester turunan dari rantai panjang asam lemak. Biodiesel tersusun dari mono alkyl ester dari asam lemak yang berasal dari sumber lipid yang dapat diperbaharui seperti minyak tumbuhan dan lemak hewan, yang digunakan sebagai bahan bakar. Biodiesel mempunyai potensi yang tinggi untuk menggantikan produk petroleum. Berdasarkan penelitian, para ahli menyimpulkan bahwa bahan bakar biodiesel memiliki nilai energi yang hampir setara tanpa harus melakukan modifikasi pada mesin diesel. Biodiesel memiliki beberapa kelebihan yaitu kandungan sulfur dan senyawa aromatic rendah, nilai cetane number yang tinggi, biodegradable [9]. Selain itu biodiesel juga lebih ramah lingkungan karena emisi seperti CO<sub>2</sub>, rendah [10]. Biodiesel memiliki sifat-sifat seperti densitas, viskositas, *heating value*, *flash point* dan *cold filter plugging point* yang mirip dengan diesel dari petroleum. Adapun kelayakan biodiesel yang dihasilkan dapat dibandingkan dengan standar SNI seperti pada Tabel 1.

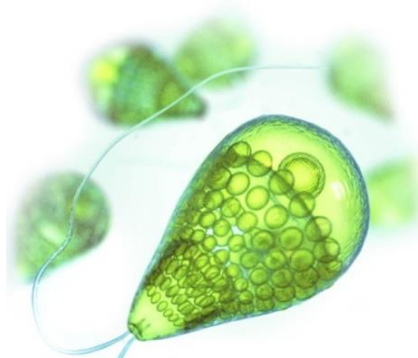
Tabel 1. Standar biodiesel berdasarkan SNI 04-7182-2012

Parameter Uji	Satuan Min/Maks	Persyaratan
Massa jenis pada 40°C	Kg/m <sup>3</sup>	850-890
Viskositas kinematic pada 40°C	Mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3-6,0
Angka setana	Min	51
Titik nyala	°C, min	100
Titik kabut	°C, maks	18
Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02
Belerang	Mg/kg, maks	100
Fosfor	Mg/kg, maks	10
Angka asam	Mg-KOH/g, maks	0,6

Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02
Gliserol total	%-massa, maks	0,24
Kadar ester metil	%-massa, min	96,5

Mikroalga adalah organisme tercepat di dunia dalam berfotosintesis dan spesiesnya yang mengandung minyak yang tinggi dan dapat menghasilkan yield minyak 200 kali lebih banyak dibandingkan dengan tumbuh-tumbuhan penghasil minyak seperti kelapa sawit, jarak pagar, dan lain-lain. Selain itu Mikroalga dapat tumbuh dimana saja, baik di ekosistem perairan maupun di ekosistem darat. Keuntungan budidaya mikroalga dapat menghasilkan biomassa 50 kali lebih besar dibandingkan tumbuhan yang lebih tinggi lainnya [11]. Beberapa alasan mikroalga baik dikembangkan di Indonesia karena beberapa hal, yaitu keanekaragaman mikroalga yang tinggi di Indonesia, potensi geografis dengan perairan laut tropis yang luas dan sinar matahari yang melimpah, kemampuan untuk memfiksasi CO<sub>2</sub>, berpotensi sebagai sumber bioenergi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, tidak ada konflik dengan lahan untuk pangan. Mikroalga juga memiliki kandungan protein yang sangat tinggi, sehingga mikroalga juga dikenal sebagai *single cell protein* (SCP). Lemak dalam mikroalga terdiri dari gliserol, asam lemak jenuh atau asam lemak tak jenuh. Komposisi lemak pada masing-masing mikroalga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti perbedaan nutrisi, lingkungan dan fasa pertumbuhan.

*Dunaliella salina* merupakan jenis alga hijau yang banyak ditemukan dilahan garam laut. Dikenal karena aktivitas antioksidannya karena kemampuannya untuk menciptakan sejumlah besar karetonoid, dia digunakan dalam kosmetik dan suplemen makanan. Beberapa organisme dapat bertahan hidup seperti *dunaliella salina* dalam kondisi yang sangat asin seperti kolam penguapan garam. Untuk bertahan hidup, organisme ini memiliki konsentrasi karoten yang tinggi untuk melindungi terhadap cahaya yang intens, dan konsentrasi gliserol yang tinggi untuk memberikan perlindungan terhadap tekanan osmotik. Bentuk *Dunaliella salina* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Dunaliella salina*

*Dunaliella salina* memiliki potensi dan mudah di kultivasi di perairan aceh. Terdapat 8 spesies yang cocok dengan perairan aceh namun beberapa dari spesies tersebut lebih cocok digunakan untuk pakan ikan karena mengandung tingginya protein. Pemilihan *dunaliella salina* sebagai bahan baku dalam penelitian ini karena *dunaliella salina* mengandung lipid yang cukup dan sesuai standar untuk pembuatan biodiesel meskipun lipid yang terkandung dalam *dunaliella salina* kecil, dan juga belum banyak dikembangkan di aceh dan sering diabaikan karena *dunaliella salina* mengandung lipid yang relatif lebih kecil dari spesies mikroalga yang lain. Dalam pembuatan biodiesel menggunakan mikroalga sebagai bahan baku dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti metode pengepresan (Cold Oil Extraction), metode sokletasi, metode pelarut heksana (Hexane Solvent Oil Extraction), metode ekstraksi fluida superkritis (Supercritical Fluid Extraction), Metode Microwave Assisted

Extraction (MAE), dan metode transesterifikasi insitu dengan Katalis Asam homogen. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode transesterifikasi insitu dimana pada proses transesterifikasi insitu, proses ekstraksi minyak dan reaksi transesterifikasi minyak menjadi biodiesel terjadi secara simultan dalam satu kali proses. Transesterifikasi insitu merupakan penyederhanaan dari proses konvensional dengan menghilangkan proses ekstraksi minyak, degumming dan esterifikasi sehingga proses produksi biodiesel dapat diperpendek.

### Metodologi Penelitian

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah mikroalga *dunaliella salina*, n-heksana, metanol, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, seperangkat alat transesterifikasi insitu, *hot plate*, kertas saring, labu leher tiga, neraca analitik, termometer, erlenmeyer, gelas ukur, *oven*, *buret*, corong pemisah, *magnetic stirrer*, *pichnometer*, *viscometer Ostwald*, seperangkat destilasi.

Proses pembuatan biodiesel terdiri dari proses transesterifikasi insitu dan proses pemurnian. Variabel pada penelitian ini yaitu variasi volume metanol 75, 100, 125 ml, dan waktu reaksi 120, 150, 180 menit. Analisa yang dilakukan yaitu uji yield (%), densitas (gr/ml), viskositas (mm<sup>2</sup>/s), kadar air (%vol), kadar FFA (%), dan analisa komposisi senyawa biodiesel (GC-MS).

Pada proses transesterifikasi insitu, mikroalga *dunaliella salina* ditimbang sebanyak 25 gram dan dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Selanjutnya, menambahkan metanol dan asam sulfat ke dalam labu leher tiga sesuai variabel yang ditetapkan. Kemudian melakukan proses transesterifikasi secara insitu menggunakan *hotplate* yang berlangsung selama waktu tertentu pada suhu 65 °C disertai dengan kecepatan pengadukan 600 rpm. Setelah reaksi selesai (selama waktu tertentu), langkah selanjutnya yaitu mendinginkan campuran hasil transesterifikasi insitu. Pendinginan ini dilakukan selama ± 30 menit. Campuran dari transesterifikasi insitu difiltrasi untuk memisahkan residu (endapan) dengan filtratnya. Residu kemudian dicuci dengan 50 ml pelarut n-heksana dengan tujuan agar minyak yang tertinggal di residu dapat diperoleh kembali. Selanjutnya lakukan pemisahan didalam labu pisah dengan menggunakan pelarut n-heksana sebanyak 50 ml untuk memisahkan minyak dengan gliserol. Pemisahan dalam labu pisah ini akan terbentuk 2 lapisan yaitu lapisan atas (campuran FAME, heksana, sisa trigliserida dan free fatty acid (FFA) dan lapisan bawah lapisan bawah (campuran metanol, air, sisa trigliserida, free fatty acid (FFA) dan gliserol). Lapisan atas sebagai hasil dari proses transesterifikasi kemudian dicuci dengan akuades pada suhu 50 °C untuk mengikat sisa katalis, gliserol, dan garam-garam yang ada dalam campuran. Selain itu, penambahan akuades ini juga bertujuan untuk menghentikan jalannya reaksi transesterifikasi.

Metil ester didistilasi pada suhu 70°C untuk menghilangkan metanol. Metil ester hasil destilasi disimpan di dalam botol sampel.

### Hasil dan Pembahasan

**Hasil.** Transesterifikasi in situ merupakan salah satu metode yang diterapkan dalam proses pembuatan metil ester dengan melakukan ekstraksi langsung pada sumber bahan baku yang mengandung minyak atau lemak. Pada proses in situ bahan baku yang digunakan adalah bahan padatan yang mengandung minyak atau lemak.

Hasil Transesterifikasi in situ dari mikroalga *dunaliella salina* dan metanol adalah biodiesel berupa metil ester. Setelah didapatkan sampel dan dianalisa sifat fisisnya, kemudian disusun dalam bentuk tabel. Variabel yang dianalisa adalah

*yield*, kadar FFA, densitas, viskositas, dan kadar air dengan waktu reaksi dan volume metanol yang berbeda. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2-4 :

Tabel 2. Hasil Transesterifikasi In Situ Mikroalga dengan Waktu 120 menit

Variasi Volume metanol	Yield (%)	Densitas (gr/ml)	Viskositas mm <sup>2</sup> /s (cSt)	Kadar Air (%vol)	Kadar FFA (%)
75 ml	33,71 %	0,778	2,4	0,024 %	0,512 %
100 ml	40,45 %	0,771	3	0,032 %	0,461 %
125 ml	50,56 %	0,77	2,4	0,036 %	0,358 %

Tabel 3 Hasil Transesterifikasi In Situ Mikroalga dengan Waktu 150 menit

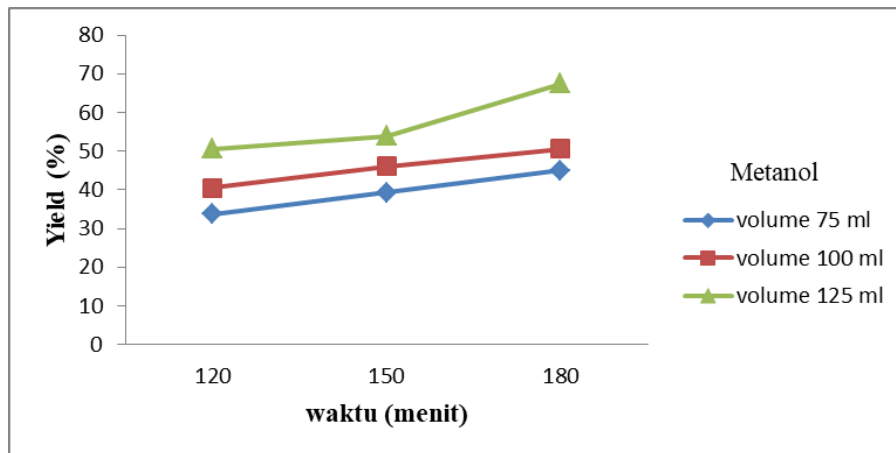
Variasi Volume metanol	Yield (%)	Densitas (gr/ml)	Viskositas mm <sup>2</sup> /s (cSt)	Kadar Air (%vol)	Kadar FFA (%)
75 ml	39,33 %	0,771	2,5	0,022 %	0,46 %
100 ml	46,07 %	0,77	3,2	0,024 %	0,409 %
125 ml	53,93 %	0,768	3,3	0,027 %	0,307 %

Tabel 4. Hasil Transesterifikasi In Situ Mikroalga dengan Waktu 180 menit

Variasi Volume metanol	Yield (%)	Densitas (gr/ml)	Viskositas mm <sup>2</sup> /s (cSt)	Kadar Air (%vol)	Kadar FFA (%)
75 ml	44,94 %	0,762	2,8	0,014 %	0,256 %
100 ml	50,56 %	0,76	2,2	0,018 %	0,205 %
125 ml	67,42 %	0,756	2,3	0,022 %	0,154 %

**Hasil.** Pada penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biodiesel dengan menggunakan mikroalga *dunaliella salina*. Penelitian ini menggunakan proses transesterifikasi in situ yang merupakan tahap pembentukan mikroalga menjadi biodiesel dengan pelarut alkohol yang berupa metanol dan katalis asam yaitu asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Alkohol atau metanol berfungsi sebagai reaktan. Sedangkan katalis berfungsi untuk mempercepat reaksi. Dengan Transesterifikasi dalam proses homogen, mikroalga di campur dengan metanol dan katalis, trigliserida akan terkonversi menjadi di- dan mono-gliserida, dan selanjutnya membentuk biodiesel (metil ester) dan gliserol.

**Pengaruh Volume Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Yield (%).** Pengaruh volume pelarut dan waktu reaksi terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2:

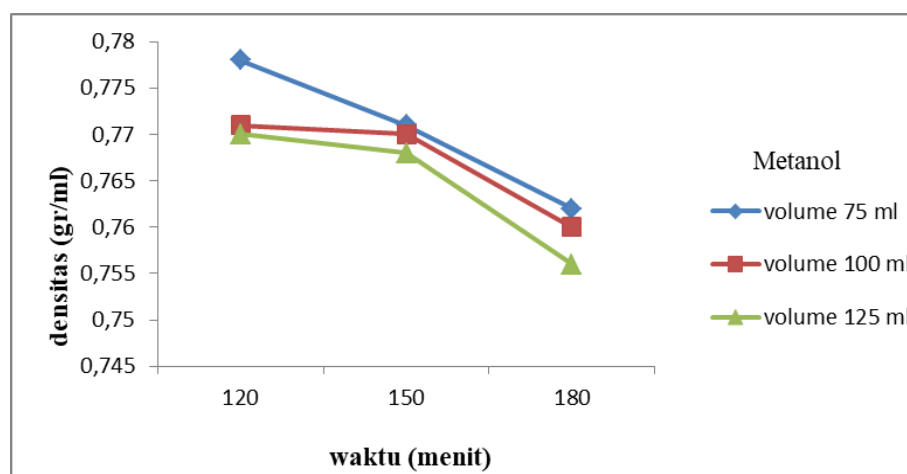


Gambar 2. Grafik Pengaruh Volume Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Yield (%)

Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa yield berpengaruh pada volume pelarut dan waktu reaksi yang digunakan. Semakin tinggi volume metanol dan semakin lama waktu reaksi akan menghasilkan persen yield lebih besar. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi yield biodiesel adalah rasio molar alkohol terhadap trigliserida. Secara stokiometri 3 mol alkohol dan 1 mol trigliserida akan menghasilkan yield 3 mol FAME dan 1 mol gliserol. Agar reaksi berlangsung ke kanan maka perlu digunakan alkohol berlebih atau me-remove salah satu produk dari campuran reaksi. Laju reaksi paling tinggi terjadi ketika 100% eksek metanol digunakan.

Waktu reaksi yang memiliki kualitas yield terbanyak yaitu pada 180 menit dengan volume metanol 125 ml sebesar 67,42%. Hal ini di karenakan adanya peningkatan durasi waktu reaksi yang terjadi pada saat proses transesterifikasi pada produksi biodiesel menyebabkan semakin banyak molekul-molekul minyak yang bereaksi dengan metanol membentuk metil ester [12].

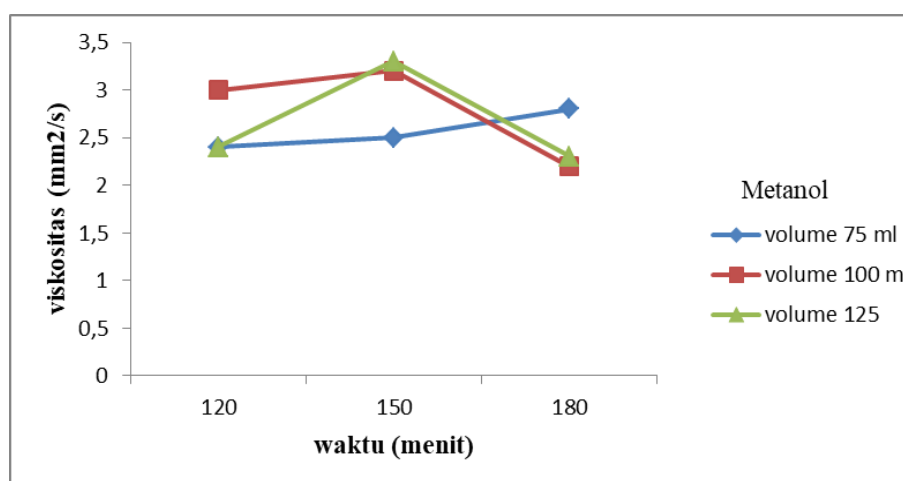
**Pengaruh Volume Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Densitas (gr/ml).** Pengaruh waktu reaksi dan volume pelarut terhadap densitas dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3. Grafik Pengaruh Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Densitas (gr/ml)

Berdasarkan hasil uji densitas yang di dapat, bahwa volume dan waktu reaksi mempengaruhi densitas biodiesel, hasil yang didapatkan yaitu nilai densitas pada masing-masing sampel biodiesel dengan variasi volume metanol dan waktu reaksi mengalami penurunan. Densitas yang didapat telah sesuai dengan teori yang ada yaitu semakin lama waktu dan semakin besar suhu yang digunakan maka partikel reaktan akan bergerak lebih cepat sehingga intensitas tumbukan antar partikel akan lebih intens dan semakin efektif sehingga menurunkan nilai kekentalan pada biodiesel [13].

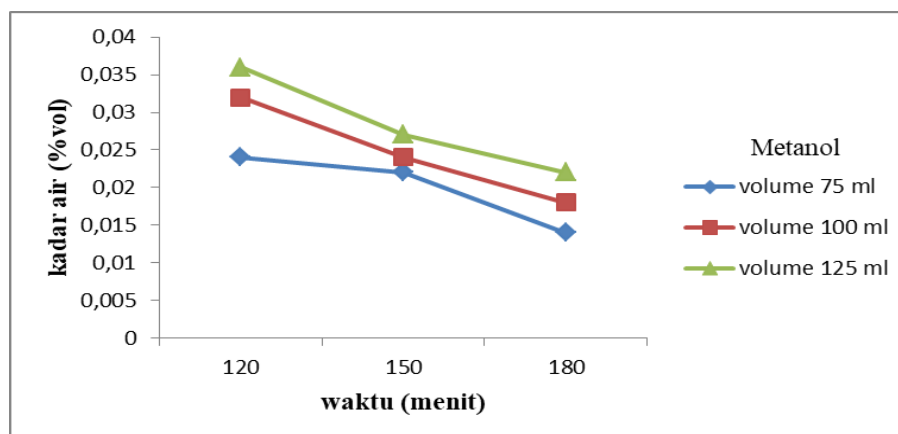
**Pengaruh Volume Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Viskositas ( $\text{mm}^2/\text{s}$ ).**  
Pengaruh volume pelarut dan waktu reaksi terhadap viskositas dapat dilihat pada Gambar 4:



Gambar 4. Grafik Pengaruh Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Viskositas ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

Viskositas yang diharapkan adalah viskositas yang rendah sehingga akan memperkecil tahanan untuk mengalir. Viskositas kinematika yang terkecil terletak pada volume 125 ml dengan waktu reaksi 180 menit adalah  $2,3 \text{ mm}^2/\text{s}$ . Dari hasil penelitian yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa rata-rata viskositas dari setiap variabel sesuai dengan *range* SNI biodiesel yaitu  $2,3-6,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ . Kemudian dapat dilihat nilai viskositas biodiesel, hasil yang didapatkan tidak konstan dan cenderung turun naik. Viskositas juga dipengaruhi oleh konversi biodiesel, semakin tinggi konversi biodiesel maka viskositas kinematik yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini disebabkan semakin sedikit kadar asam lemak bebas yang masih berada pada biodiesel yang dihasilkan tersebut kemungkinan masih terdapat air dalam biodiesel akibat proses pencucian [14].

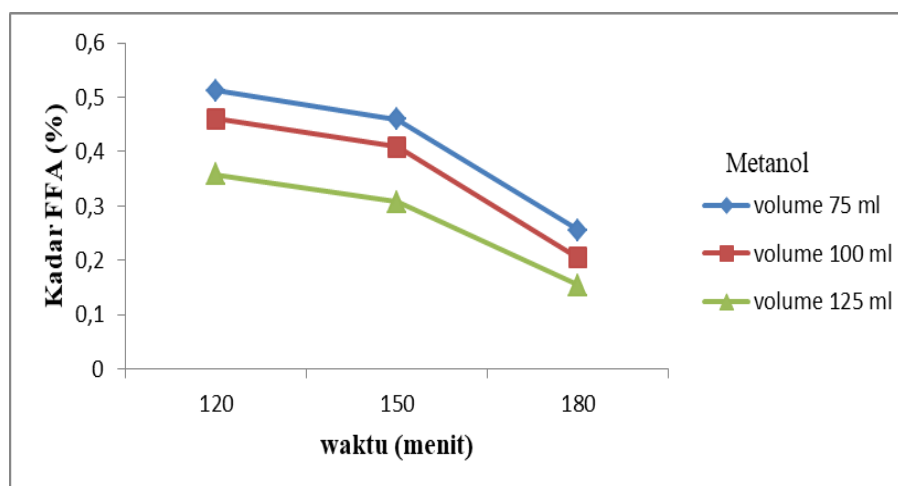
**Pengaruh Volume Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Kadar Air (%Vol).**  
Pengaruh volume pelarut dan waktu reaksi terhadap kadar air dapat dilihat pada Gambar 5:



Gambar 5. Grafik Pengaruh Volume Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Kadar Air (%Vol)

Berdasarkan hasil uji kadar air yang didapat tersebut dapat kita lihat bahwa volume pelarut dan waktu reaksi mempengaruhi kadar air biodiesel, hasil yang didapatkan yaitu kadar air pada masing-masing sampel biodiesel dengan variasi volume pelarut dan waktu reaksi tidak konstan yaitu cenderung turun naik. Hal ini dipengaruhi oleh akumulasi air mikroalga pada saat proses transesterifikasi. Kadar air tertinggi di peroleh pada volume metanol 125 ml dan waktu reaksi 120 menit dengan persentase 0,036%Vol. Menurut Standar Nasional Indonesia (2019), batas maksimal kadar air pada biodiesel adalah 0,05%Vol, berdasarkan hasil penelitian kadar air yang di dapat sudah sesuai SNI 2019, Pada penelitian ini seluruh uji dinyatakan memenuhi syarat mutu SNI 2019.

**Pengaruh Volume Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Kadar FFA (%).** Pengaruh volume pelarut dan waktu reaksi terhadap kadar FFA dapat dilihat pada Gambar 6:



Gambar 6. Grafik Pengaruh Volume Pelarut dan Waktu Reaksi terhadap Kadar FFA (%)

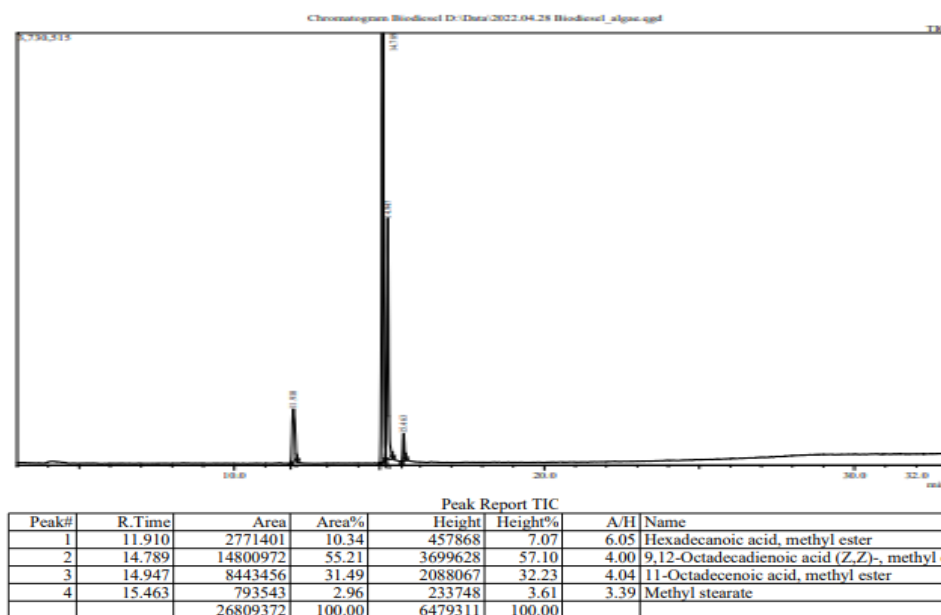
Secara umum perolehan FFA akan mengalami penurunan ketika metanol yang digunakan semakin banyak. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan bahwa semakin besar volume metanol yang digunakan akan mengurangi kadar FFA yang terdapat dalam minyak, dimana rasio molar PFAD:metanol 1:7 memiliki kandungan FFA sebesar 35,94% lebih kecil daripada kandungan FFA pada rasio



molar PFAD: metanol 1:4 sebesar 55,81% [15]. Berdasarkan hasil uji kadar FFA dapat dilihat bahwa volume pelarut dan waktu reaksi mempengaruhi kadar FFA biodiesel, semakin lama waktu reaksi, kadar FFA yang dihasilkan semakin berkurang. Ini menandakan terjadinya reaksi antara FFA dengan metanol menghasilkan ester. Lamanya waktu reaksi memberikan kesempatan kepada molekul-molekul senyawa untuk bereaksi semakin besar, sehingga FFA yang tersisa semakin berkurang [16].

**Analisa Komposisi Senyawa Hidrokarbon dalam Biodiesel (GC-MS).** *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS) Kromatografi gas- spektrometri massa atau dikenal dengan GC-MS adalah metode kombinasi antara kromatografi gas dan spektrometri massa yang bertujuan untuk menganalisis berbagai senyawa dalam suatu sampel. *Methyl ester* hasil transesterifikasi mikroalga menjadi biodiesel dengan variasi volume pelarut dan waktu reaksi mikroalga dan metanol dianalisa menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS). Puncak yang terlebih dahulu keluar adalah ester dengan rantai karbon yang pendek. Setelah itu diikuti dengan rantai karbon yang lebih panjang. Dasar pemisahan secara kromatografi gas adalah penyebaran cuplikan di antara dua fase. Salah satu fase adalah fase diam yang permukaannya luas dan fase yang lain ialah gas yang melewati fase diam.

Sesuai hukum *like dissolve like* ester dengan rantai yang lebih panjang akan tertahan dalam kolom sedangkan ester rantai pendek akan lolos bersama fasa gerak keluar dari kolom. Analisis ini merupakan analisis kualitatif dan kuantitatif yang bisa digunakan untuk mengetahui jenis kandungan asam lemak dalam biodiesel beserta kuantitasnya. *Methyl ester* biodiesel yang telah di analisis dengan GC-MS menunjukkan empat puncak dominan seperti disajikan pada Gambar 7:



Gambar 7. Hasil Analisa GC-MS

Gambar 7 merupakan kromatogram analisis komposisi metil ester menggunakan GC-MS. Dari kromatogram menunjukkan bahwa pada penelitian ini menghasilkan metil ester yang sesuai dengan asam-asam lemak yang terkandung dalam mikroalga *dunaliella salina*. Berdasarkan dari hasil GC-MS, terdapat 4 puncak metil ester. Puncak 1 terdapat asam lemak jenuh yaitu hexadecanoic acid atau asam palmitat (C<sub>16</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>) sebesar 10,34%. Puncak 2 terdapat asam lemak tak jenuh majemuk

yaitu 9, 12 – Octadecadienoic acid (Z, Z)- atau asam linoleat (C<sub>18</sub>H<sub>30</sub>O<sub>2</sub>) sebesar 55,21%. Puncak 3 terdapat asam lemak jenuh yaitu 11-Octadecenoic acid atau asam stearat (C<sub>18</sub>H<sub>36</sub>O<sub>2</sub>) sebesar 31,49%. Puncak 4 terdapat *methyl stearate* (C<sub>19</sub>H<sub>38</sub>O<sub>2</sub>) sebesar 2,96%. Dalam ketentuan biodiesel terdapat syarat adanya bilangan setana di mana memiliki atom C sebanyak 16 atau lebih. Jadi keempat jenis metil ester ini memenuhi ketentuan untuk dikatakan sebagai biodiesel karena memiliki atom C lebih dari 16. Hasil Analisa uji GC-MS menunjukkan bahwa data tersebut dapat dinyatakan senyawa biodiesel, yaitu metil ester.

## Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu reaksi yang memiliki kualitas yield tertinggi didapatkan pada waktu 180 menit dengan volume metanol 125 ml adalah sebesar 67,42%
2. Densitas biodiesel tertinggi terdapat pada waktu 120 menit yaitu sebesar 0.778 gr/ml. Densitas yang dihasilkan tidak sesuai standar SNI.
3. Viskositas yang diharapkan adalah viskositas yang rendah sehingga akan memperkecil tahanan untuk mengalir. Viskositas kinematika yang terkecil terletak pada volume 125 ml dengan waktu reaksi 180 menit adalah 2,3 mm<sup>2</sup>/s dan sudah sesuai standar SNI.
4. Kadar air tertinggi di peroleh pada volume metanol 125 ml dan waktu reaksi 120 menit dengan persentase 0,036%Vol.
5. Kadar FFA tertinggi di peroleh pada volume metanol 75 ml dan waktu reaksi 120 menit dengan persentase 0,512%.

## Daftar Pustaka

- [1] S. Sriamini and R. Susilowati, "Biodiesel production from microalgae *Botryococcus braunii*," *Squalen Bull. Mar. Fish. Postharvest Biotechnol.*, vol. 5, no. 1, p. 23, 2010, doi: 10.15578/squalen.v5i1.43.
- [2] M. Elma, S. A. Suhendra, and W. Wahyuddin, "Proses Pembuatan Biodiesel Dari Campuran Minyak Kelapa Dan Minyak Jelantah," *Konversi*, vol. 5, no. 1, p. 8, 2018, doi: 10.31213/k.v5i1.23.
- [3] C. R. Widyastuti and A. C. Dewi, "SINTESIS BODIESEL DARI MINYAK MIKROALGA *Chlorella Vulgaris* DENGAN REAKSI TRANSESTERIFIKASI MENGGUNAKAN KATALIS KOH," *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 4, no. 1, pp. 29–33, 2015, doi: 10.15294/jbat.v3i1.3099.
- [4] L. K. Instrumen, D. P. Kimia, U. P. Indonesia, D. P. Fisika, and U. P. Indonesia, "Pengaruh Jenis Pelarut Pada Ekstraksi Asam Lemak Dari Mikroalga," vol. 10, no. 01, pp. 48–54, 2022.
- [5] S. D. P., "PEMBUATAN BODIESEL DARI MIKROALGA *CHLORELLA* Sp MELALUI DUA TAHAP REAKSI IN-SITU," *Neo Tek.*, vol. 1, no. 1, 2015, doi: 10.37760/neoteknika.v1i1.355.
- [6] S. Awal, S. Biodiesel, and D. Lipid, "Studi awal..., Destya Nilawati, FT UI, 2012," 2012.
- [7] Murtiningrum and A. Firdaus, "Jurnal PASTI Volume IX No 1, 35 – 45 PERKEMBANGAN BODIESEL DI INDONESIA TINJAUAN ATAS KONDISI SAAT INI, TEKNOLOGI PRODUKSI & ANALISIS PROSPEKTIF," vol. IX, no. 1, pp. 35–45, 2013.

- [8] M. Mahlinda and M. Busthan, "Transesterifikasi In Situ Biji Kemiri (*Aleurites moluccana* L) Menggunakan Metanol Daur Ulang dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik," *Agritech*, vol. 37, no. 3, p. 295, 2018, doi: 10.22146/agritech.11263.
- [9] P. Dan, "a . Implementasi Pemanfaatan Bahan Bakar B-40 / 50 Pada," 2020.
- [10] L. Devita, "Biodiesel sebagai bioenergi alternatif dan prospektif," *Sekol. Tinggi Penyul. Pertan. Medan*, vol. 9, pp. 23–26, 2015.
- [11] H. Hindarso, Ayliaawati, and M. E. Sianto, "Biodiesel production from the microalgae nannochloropsis by microwave using CaO and MgO catalysts," *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 4, no. 1, pp. 72–76, 2015, doi: 10.14710/ijred.4.1.72-76.
- [12] D. Irawan, Z. Arifin, C. Olivia, and M. Nopal, "Pengaruh Rasio Metanol Dan Koh Pada Proses Pembuatan Biodiesel Dengan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Perak," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind.*, pp. 268–272, 2019.
- [13] I. W. Suarsa, "Teori Tumbukan Pada Laju Reaksi Kimia," *Pengemb. Bahan Ajar*, pp. 12–23, 2017.
- [14] S. V. Sinaga, A. Haryanto, and S. Triyono, "Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah [Effects of Temperature and Reaction Time on the Biodiesel Production Using Waste Cooking Oil]," *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 3, no. 1, pp. 27–34, 2014, [Online]. Available: <http://www.youtube.com>
- [15] S. Itats *et al.*, "Katalis Asam Oksalat," pp. 123–128, 2016.
- [16] I. Aziz, "Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas," *J. Kim. Val.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–23, 2007, doi: 10.15408/jkv.v1i1.209.