

Green Teknologi Sintesis Biodiesel Dengan Menggunakan Metode Route Non-Alcohol Dengan Katalis Heterogen

Dr. Ir. Ridwan, M.T¹, Elfiana, S.T., M.T¹, Mukhsin, S.Tr.T¹, Aulia F.^{1*}

¹ *Jurusan Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Lhokseumawe*
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹ridwan@pnl.ac.id

Abstrak— Saat ini riset mengenai sintesis biodiesel telah banyak dilakukan dengan cara transesterifikasi. Pembuatan biodiesel yang dilakukan secara transesterifikasi dengan reaktan methanol dan katalis basa memiliki banyak kelemahan diantaranya terjadinya reaksi penyabunan dan sulit dipisahkan karena katalis bersifat homogen. Penggunaan biokatalis di lingkungan beralkohol dengan proses transesterifikasi menyebabkan biokatalis terdeaktivasi secara cepat dan stabilitasnya akan menjadi buruk. Melalui Penelitian Diharapkan proses sintesis biodiesel dengan proses interesterifikasi melalui route non-alcohol mampu menjadikan alternatif bahan baku selain mudah didapatkan dan mempunyai manfaat tersendiri dari segi biodiesel yang akan dihasilkan. Dengan menggunakan Green Teknologi metode route non-alcohol menggunakan katalis heterogen Metil asetat & KOH. Luaran yang ditargetkan adalah biodiesel dengan kualitas yang meningkatkan sesuai standar SNI, publikasi artikel ilmiah, buku laporan Green Teknologi Sintesis Biodiesel Dengan Menggunakan Metode Route Non- Alcohol Dengan Katalis Heterogen. Penggunaan metil asetat bertujuan sebagai pengganti pemakaian alcohol yang biasanya digunakan pada metode transesterifikasi biodiesel, oleh karena itu metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Interesterifikasi biodiesel melalui rute non alcohol dengan menggunakan katalis heterogeny untuk menghasilkan biodiesel dengan kualitas sesuai SNI. Temperatur proses sangat mempegaruhi keberhasilan reaksi pembentuk biodiesel. Perolehan FFA (Free Fatty Acid) biodiesel dengan metode Interesterifikasi terbaik sebesar 2,8 % pada temperature 60°C masih berada dalam range densitas biodiesel yang mengacu pada SNI 04-7182:2015. Perolehan dengan proses Interesterifikasi menghasilkan nilai angka setana terbaik sebesar 55,6 masih berada dalam range densitas biodiesel yang mengacu pada SNI 04-7182:2015. Pengujian kualitas biodiesel dalam penelitian ini menggunakan analisa GC-MS diperoleh bahwa terbentuknya senyawa metil asetat dan dapat diterapkan untuk pembentukan biodiesel.

Kata kunci— Biodiesel, Green teknologi, Heterogen, Interesterifikasi

Abstract— Currently, research on biodiesel synthesis has been carried out by transesterification. Making biodiesel by transesterification with methanol reactant and alkaline catalyst has many weaknesses, including the occurrence of saponification reactions and difficult to separate because the catalyst is homogeneous. The use of biocatalysts in an alcoholic environment with a transesterification process causes the biocatalyst to deactivate rapidly and its stability will be poor. Through Research It is hoped that the synthetic biodiesel process with the interesterification process through the non-alcohol route is able to make alternative raw materials other than easy to obtain and has its own benefits in terms of the biodiesel that will be produced. By using Green Technology the non-alcohol route method using heterogeneous catalysts Methyl acetate & KOH. The targeted outputs are biodiesel with improved quality according to SNI standards, publication of scientific articles, report books on Green Biodiesel Synthesis Technology Using Non-Alcohol Route Methods With Heterogeneous Catalysts. The use of methyl acetate is intended as a substitute for the use of alcohol which is usually used in the biodiesel transesterification method, therefore the method used in this study is Interesterification of biodiesel through the non-alcohol route using heterogeneous catalysts to produce biodiesel with quality according to SNI. Process temperature greatly affects the success of the biodiesel-forming reaction. Obtaining FFA (Free Fatty Acid) biodiesel

with the best Interesterification method of 2.8% at a temperature of 60°C is still in the biodiesel density range which refers to SNI 04-7182:2015. The interesterification process yielded the best cetane number value of 55.6 which was still in the biodiesel density range which refers to SNI 04-7182:2015. Testing the quality of biodiesel in this study using GC-MS analysis found that the formation of methyl acetate compounds and can be applied to the formation of biodiesel.

Keywords— Biodiesel, Green teknologi, Heterogen, Interesterifikasi

I. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan bahan energi terutama bahan bakar fosil telah menyebabkan penurunan minyak di dunia sehingga bahan ini menjadi semakin langka dan harga semakin mahal. Indonesia salah satunya merupakan negara pemakai energi cukup tinggi di dunia, yaitu sebanyak 7% pertahun. Konsumsi energi di Indonesia cukup tinggi mencapai 95% dipenuhi dari bahan bakar fosil dan hampir 50%-nya merupakan bahan bakar minyak (BBM) (ESDM, 2015). Hal ini akan menjadi masalah buat Indonesia ke depan karena kekurangan energi fosil, tidak menutup kemungkinan akan tergantung pada energi impor. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan upaya pemanfaatan energi terbarukan. Biodiesel adalah bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati, baik minyak baru maupun bekas penggorengan yang mengalami proses transesterifikasi. Biodiesel yang sudah ditemui di pasaran adalah B 10, dimana 10 % biodiesel dicampur 90 % solar.

Sintesis biodiesel menggunakan route non alcohol mampu memperbaiki kelemahan katalis alkali, yaitu tidak bercampur homogen, sehingga pemisahannya mudah dan mampu mengarahkan reaksi secara spesifik tanpa adanya reaksi samping yang tidak diinginkan. Namun penggunaan biokatalis di lingkungan beralkohol pada proses esterifikasi dan transesterifikasi pada pembuatan biodiesel akan menyebabkan biokatalis terdeaktivasi secara cepat dan stabilitasnya menjadi buruk. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, dalam riset ini diusulkan dilakukan sintesis biodiesel melalui rute non-alkohol yang disebut reaksi interesterifikasi agar aktivitas dan stabilitas biokatalis tetap tinggi.

Katalis yang biasa digunakan adalah katalis homogen, tetapi katalis jenis ini memiliki kesulitan pada saat proses pemisahan dan pemurnian biodiesel dari produk. Selain itu, katalis homogen tidak dapat digunakan kembali dan dapat mencemari lingkungan. Berdasarkan dari permasalahan tersebut, maka perlu dikembangkan penelitian pembuatan biodiesel menggunakan katalis heterogen. Katalis heterogen mempunyai aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang ringan, biaya relatif murah, tidak korosif, ramah lingkungan, dan dapat dipisahkan dari produk sehingga dapat di gunakan kembali (Adhari, Hamsyah ; Yusnimar; Utami, 2016). Maka Katalis yang digunakan pada reaksi Interesterifikasi dari biodiesel ini adalah Methyl asetat dan KOH karena bukan hanya harganya yang terjangkau tetapi Methyl asetat dan KOH bersifat ramah lingkungan, tidak beracun dan menghasilkan produk samping yaitu triacetylgliserol yang bernilai jual lebih tinggi.

Standar Mutu Biodiesel

PARAMETER	Satuan	Nilai
Massa jenis pada 40°C	kg/m ³	850 – 890
Viskositas kinematik pada 40°C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
Angka setana	Min	51
Titik nyala (mangkuk tertutup)	°C, min	100
Titik kabut	°C, maks	18
Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)	nomor 1	
Residu karbon		
- dalam contoh asli		0,05
- dalam 10% ampas distilasi	%-massa, maks	0,3
Air dan sedimen	%-vol, maks	0,05
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	0,5
Glisserol bebas	%-massa, maks	0,02
Glisserol total	%-massa, maks	0,24
Kadar ester metal	%-massa, min	96,5
Angka iodium	%-massa (g-I ₂ /100g), maks	115
Kadar monogliserida	%-massa, maks	0,8
Kestabilan oksidasi		
- Periode induksi metode rancimat, atau		360
- Periode induksi metode petro oks	Menit	27

(Sumber: SNI 04-7182: 2015)

Keuntungan Biodiesel

Biodiesel memiliki tingkat polusi yang lebih rendah dari pada solar dan dapat digunakan pada motor diesel tanpa modifikasi sedikitpun (Briggs, 2004). Biodiesel dianggap tidak menyumbang pemanasan global sebanyak bahan bakar fosil. Mesin diesel yang beroperasi dengan menggunakan biodiesel menghasilkan emisi karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, partikulat, dan udara beracun yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum (Gerpen, 2004). Penggunaan biodiesel mempunyai beberapa keuntungan, menurut studi yang dilakukan National Biodiesel Board beberapa keuntungan penggunaan biodiesel antara lain:

1. Biodiesel mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan minyak diesel, sehingga dapat langsung dipakai pada motor diesel tanpa melakukan modifikasi yang signifikan dengan resiko kerusakan yang sangat kecil.
2. Biodiesel memberikan efek pelumasan yang lebih baik daripada minyak diesel konvensional. Bahkan satu persen penambahan biodiesel

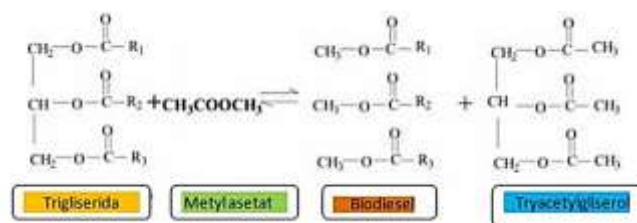
dapat meningkatkan pelumasan hampir 30 persen.

3. Hasil percobaan membuktikan bahwa jarak tempuh 15.000.000 mil biodiesel memberikan konsumsi bahan bakar, horse power (HP), dan torsi yang hampir sama dengan minyak diesel konvensional.
4. Biodiesel dapat diperbarui dan siklus karbonnya yang tertutup tidak menyebabkan pemanasan global (Dunn, 2005). Analisa siklus kehidupan memperlihatkan bahwa emisi CO₂ secara keseluruhan berkurang sebesar 78% dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum.

Interesterifikasi

Reaksi interesterifikasi adalah suatu metode untuk mengubah struktur dan komposisi minyak dan lemak melalui penukaran gugus radikal asil di antara trigliserida dan asam alkohol (alkoholis), lemak (asidolisis), atau ester (transesterifikasi). Interesterifikasi tidak mempengaruhi derajat kejenuhan asam lemak atau menyebabkan terjadinya isomerisasi asam lemak yang memiliki ikatan ganda. Jadi, reaksi interesterifikasi tidak akan mengubah sifat dari asam lemak, tetapi mengubah profil lemak dan minyak karena memiliki susunan yang berbeda dari trigliserida awalnya. Pada interesterifikasi trigliserida dapat digunakan aseptor asil seperti metil asetat. Reaksi interesterifikasi trigliserida dengan metil asetat ini menghasilkan triasetilgliserol dan asam lemak metil ester. Keuntungan triasetilgliserol yang dihasilkan tidak berefek pada aktifitas lipase yang merupakan salah satu kelebihan proses interesterifikasi ini.

Adapun skema reaksi interesterifikasi untuk menghasilkan metil ester (biodiesel) disajikan pada gambar 1:



Gambar 1. Proses Interesterifikasi Proses Biodiesel

Untuk proses interesterifikasi, dapat digunakan metil asetat sebagai penyuplai gugus alkil. Dalam sintesis biodiesel rute alcohol, alcohol (metanol) berfungsi untuk menyuplai gugus alkil (metil). Sementara itu, dalam sintesis biodiesel rute non-alcohol, methanol digantikan dengan metil asetat sebagai penyuplai gugus metil seperti yang diperlihatkan dalam Gambar diatas.

Katalis

Katalis adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi dengan maksud memperbesar kecepatan reaksi. Katalis terkadang ikut terlibat dalam reaksi tetapi tidak mengalami perubahan kimiawi yang permanen, dengan kata lain pada akhir reaksi katalis akan dijumpai kembali dalam bentuk dan jumlah yang sama seperti sebelum reaksi. Katalis mempercepat reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah.

Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi. Adanya penambahan katalis akan menyebabkan terbentuknya tahap-tahap reaksi tambahan, yaitu tahap pengikatan katalis dan tahap pelepasan katalis pada akhir reaksi. Katalis ini bersifat spesifik, artinya hanya berfungsi untuk suatu reaksi tertentu. Fungsi katalis adalah memperbesar kecepatan reaksinya (mempercepat reaksi) dengan jalan memperkecil energi pengaktifan suatu reaksi dan dibentuknya tahap-tahap reaksi yang baru. Dengan menurunnya energi pengaktifan maka pada suhu yang sama reaksi dapat berlangsung lebih cepat. Reaksi yang berlangsung lambat dapat dipercepat dengan menambahkan katalis yang sesuai untuk reaksi tersebut. Katalis akan mempercepat reaksi karena katalis akan mencari jalan dengan energi aktivasi

yang lebih rendah sehingga reaksinya akan berlangsung lebih cepat.

Dalam penelitian ini akan digunakan jenis katalis Kalium Hidroksida (KOH).



Gambar 2. Kalium Hidroksida

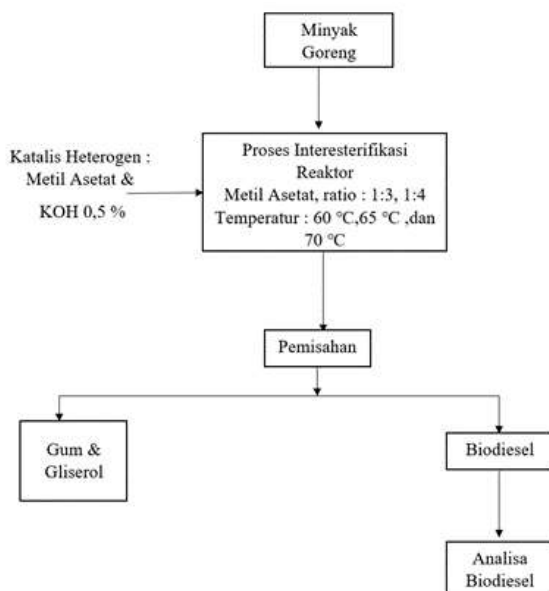
Katalis KOH (kalium hidroksida) merupakan katalis yang paling umum digunakan dalam proses pembuatan biodiesel karena dapat digunakan pada temperatur dan tekanan operasi yang relatif rendah serta memiliki kemampuan katalisator yang tinggi.

Katalis Heterogen

Katalis heterogen mempunyai aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang ringan, biaya relatif murah, tidak korosif, ramah lingkungan, dan dapat dipisahkan dari produk sehingga dapat digunakan kembali (Adhari, Hamsyah; Yusnimar; Utami, 2016). Penggunaan katalis heterogen pada proses biodiesel sangat sederhana, dengan penyaringan. Katalis yang digunakan berupa Methyl Asetat dan KOH.

I. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian Terapan ini dilakukan pada Laboratorium Kimia Dasar dan Teaching Factory (TeFa) di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Biodiesel

Prosedur Penelitian

Hasil pengolahan CPO (Crude Palm Oil) dari Teaching Factory yang terdiri dari tahap bleaching dan degumming, tahap filter (penyaringan), tahap Deodorizing, dan tahap Crystalizing, Fraksinasi pada proses pengolahan minyak goreng diambil sebagai bahan baku produksi biodiesel dalam penelitian ini.

Sampel diproses menjadi biodiesel dengan metode interesterifikasi. Sampel dimasukan ke dalam reaktor dengan perbandingan bahan baku dan metil asetat dengan ratio 1:3;1:4 dan 1:5 dan temperatur diatur 60 °C,65 °C ,dan 70 °C. Katalis KOH dimasukan sebagai variabel tetap sebesar 0,5 % dari berat bahan baku. Fasa air yang terbentuk pada tahap interesterifikasi mengandung gum dan kotoran dipisahkan dengan mengatur bukaan dan menutup valve pada panel proses secara perlahan hingga pada Sight Glass terlihat lapisan minyak. Fasa air yang terbentuk akan di tampung pada tangki penampung (storage tank). Pisahkan Crude Biodiesel dengan gliserol dengan mengatur bukaan dan menutup valve yang ada di panel. Gliserol yang terbentuk akan ditampung pada tangki penampung. Perhatikan Sight Glass dan pastikan gliserol sudah terpisah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Penelitian terapan ini akan dilakukan sintesis biodiesel menggunakan proses Interesterifikasi biodiesel melalui metode rute non alkohol dengan menggunakan katalis metil asetat. Pemakaian metode rute non alkohol disini, bertujuan untuk mengatasi pemakaian alkohol yang dapat menimbulkan reaksi samping, tidak hanya itu pemakaian metode rute non alkohol dapat meningkatkan stabilitas dari senyawa/ komponen yang ada dalam biodiesel. Dimana interesterifikasi ini dapat digambarkan sebagai pertukaran gugus anantara dua buah ester, dimana hal ini hanya dapat terjadi apabila terdapat katalis.

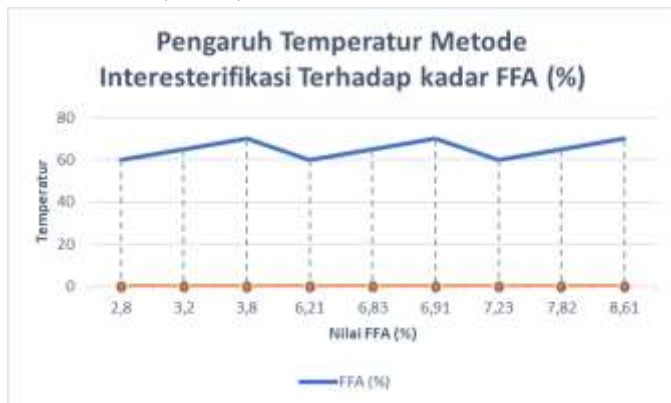
Pada penelitian ini, alkohol yang biasanya digunakan akan digantikan perannya sebagai pensuplai alkil (metil) oleh alkil asetat atau disebut juga dengan methyl asetat. Oleh sebab itu pada penelitian ini kami menggunakan metil asetat sebagai katalis sebagai salah satu bagian dari proses Intersifikasi Biodiesel.

Ratio Minyak/ Metil Asetat	Tempratur °C	FFA (%)	Bilangan Centana	Flash Point °C
1:3	60	2,8	70,6	38
	65	3,2	70,2	37
	70	3,8	68,9	36
1:4	60	6,21	68,2	35
	65	6,83	64,4	34
	70	6,91	62,6	33
1:5	60	7,23	59,6	29
	65	7,82	55,6	27
	70	8,61	49,6	25

Pada penelitian sintesis biodiesel dengan menggunakan metode Interesterifikasi melalui rute non alkohol, dengan variasi temperature dan ratio minyak dan kandungan metil asetat .Sintesis biodiesel ini bertujuan untuk menganalisa kualitas dan karakteristik yang terkandung di dalam minyak biodiesel menggunakan metode Interesterifikasi.

Pengaruh Metode Interesterifikasi terhadap FFA Biodiesel FFA (Free Fatty Acid) atau disebut juga dengan asam lemak bebas sangat mempengaruhi hasil dari biodiesel itu sendiri. Semakin tinggi nilai FFA maka semakin menurun kualitas dari hasil produk biodiesel. Analisa asam lemak bebas (Free Fatty Acid) dilakukan dengan menitar sampel menggunakan larutan basa yang telah distandarisasi.

Larutan basa yang digunakan disini adalah Kalium Hidroksida (KOH).



Gambar 4. Pengaruh Temperatur Terhadap Kadar FFA (%)

Dapat dilihat dari gambar diatas bahwa, kadar FFA terendah berada pada temperatur 60 C dengan nilai FFA 2,8 % Pada ratio minyak/metil asetat terendah yaitu 1:3. Temperatur proses sangat mempegaruhi keberhasilan reaksi pembentuk biodiesel, baik menggunakan proses Interesterifikasi maupun transesterifikasi konvensional. Pada grafik diatas bisa dilihat bahwa kenaikan temperatur sangat berpengaruh terhadap besarnya nilai FFA (%) yang diperoleh.

Pengaruh Temperatur terhadap angka setana

Angka Setana dari biodiesel berdasarkan SNI 04-7182:2015 minimal 51 -55, Apabila dilihat dari angka Setana biodiesel yaitu 51 maka dapat digolongkan sebagai bahan bakar mesin diesel jalan cepat (mesin diesel jalan cepat pada angka cetane 40 sampai 70).



Gambar 5. Pengaruh Temperatur terhadap angka setana

Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa Semakin tinggi temperatur proses Interesterifikasi maka semakin rendah angka setana yang dihasilkan yaitu sebesar 70,6 pada tempratur 60°C pada ratio 1:3. Hasil terhadap Analisa angka setana terbaik menurut standar SNI yaitu dengan angka minimal 51-55, nilai yang paling mendekati pada standar SNI yaitu 55,6 pada temperature 65°C pada ratio mol minyak/metil asetat pada ratio 1:5.

Pengaruh Ratio dan Temperatur terhadap Nilai Flash Point

Harga titik nyala (flash point) min. 100°C dipandang cukup menjamin biodiesel memiliki kualitas yang baik.



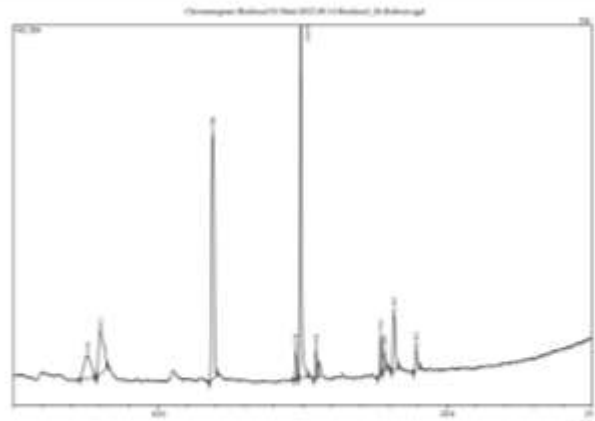
Gambar 6. Pengaruh Temperatur Terhadap Nilai Flash Point

Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa Semakin tinggi temperatur proses Interesterifikasi maka semakin rendah nilai Flash Point yang dihasilkan yaitu sebesar 25°C pada tempratur 70°C pada ratio 1:5. Hasil terhadap Analisa angka Flash Point terbaik menurut standar SNI yaitu dengan angka minimal 100°C, Pada pengujian ini maka bisa disimpulkan bahwa hasil uji nilai flash point tidak memenuhi standar SNI Biodiesel

IV.1.3 Hasil Uji GC-MS terhadap Sintesis Biodiesel Menggunakan Metode Rute Non Alcohol

Analisis GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) untuk mengetahui komponen-komponen penyusunnya (Majid, dkk, 2012). Berdasarkan pengujian yang penelitian

yang dilakukan dengan memvariasikan ratio 1:3; 1:4, 1:5 dan temperatur proses Interesterifikasi yaitu 60, 65,70 melalui metode rute non alcohol. Maka dilakukan analisis GC-MS untuk mengetahui komponen yang tersusun dalam produk yang dihasilkan.



Gambar 7. Analisa GC-MS Biodiesel Metode Interesterifikasi

Dari hasil analisis GC-MS, biodiesel mengandung senyawa-senyawa yang dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini

Peak#	R. Time	Area	Area%	Peak Name	Height	Height%	MS Name
1	7.576	745460	7.69	43769	2.62	17.03	Methyl 12-oxo-9-dodecanoate
2	8.611	1040378	11.15	33375	6.49	17.98	METHYL TRIPALMITATE
3	11.886	1085957	11.30	482111	28.88	6.39	Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) M
4	14.770	211587	2.18	55628	5.72	3.82	9,12-Dihydrododecanoic acid, methyl ester
5	14.934	2860635	30.36	692369	81.49	4.27	9-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) M
6	15.463	222839	2.31	85362	5.33	4.02	Methyl stearate
7	17.704	290118	3.00	10904	4.23	4.11	Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS)
8	17.825	398783	4.15	15432	2.32	3.81	Octadecanoic acid, methyl ester
9	18.165	863264	8.98	118099	6.53	8.09	Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS)
10	18.923	222837	2.31	41907	2.51	5.62	15-Dodecanoic acid, methyl ester (C)
		9688880	100.00	1669281	100.00		

Dari gambar 7 dan tabel 1, diketahui bahwa biodiesel yang dihasilkan mengandung senyawa senyawa metil asetat. Komposisinya dapat dilihat pada tabel 4.2. Senyawa metil asetat yang diperoleh adalah metil Methyl 12-oxo-9-dodecanoate, heptadecanoat, metil miristat, metil palmiat, metil linoleat, metil enoat, metil oleat, dan metil stearat. Komposisi senyawa terbesar adalah 9-Octadecenoic acid, methyl ester (41,49 %) dan Hexadecanoic acid (28,88 %). Analisa GC-MS menghasilkan puncak-puncak spektra yang masing-masing menunjukkan jenis metil asetat yang spesifik. Biodiesel yang mengandung senyawa metil asetat dan menunjukkan bahwa penggunaan metil asetat dapat diterapkan untuk pembentukan biodiesel.

II. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diatas dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya yaitu: Penggunaan metil asetat bertujuan sebagai pengganti pemakaian alcohol yang biasanya digunakan pada metode transesterifikasi biodiesel, oleh karena itu metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Interesterifikasi biodiesel melalui rute non alcohol dengan menggunakan katalis heterogeny untuk menghasilkan biodiesel dengan kualitas sesuai SNI. Temperatur proses sangat mempegaruhi keberhasilan reaksi pembentuk biodiesel. Perolehan FFA (Free Fatty Acid) biodiesel dengan metode Interesterifikasi terbaik sebesar 2,8 % pada temperature 60°C masih berada dalam range densitas biodiesel yang mengacu pada SNI 04-7182:2015. Perolehan biodiesel dengan proses Interesterifikasi menghasilkan nilai angka setana terbaik sebesar 55,6 masih berada dalam range densitas biodiesel yang mengacu pada SNI 04-7182:2015. Pengujian kualitas biodiesel dalam penelitian ini menggunakan analisa GC-MS diperoleh bahwa terbentuknya senyawa metil asetat dan dapat diterapkan untuk pembentukan biodiesel.

REFERENSI

- [1] Adhari, Hamsyah; Yusnimar; Utami, S. P. (2016). Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Dengan Katalis ZnO Presipitan Zinc Karbonat: Pengaruh Waktu Reaksi Dan Jumlah Katalis. *Jom FTEKNIK*
- [2] [BSN] Badan Standar Nasional. (2015). SNI 04-7182:2015. Biodiesel. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [3] Thanh LT, Okitsu K, Boi LV, Maeda Y. 2012 catalytic technologies for biodiesel fuel production and utilization of glycerol : a review. *Catalyst. 2* : 191-222..
- [4] Setyawardhani. 2010. Metanolis Asam Lemak dari Minyak Kacang Tanah untuk pembutan Biodiesel. Yogyakarta : Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca sarjana UGM. Standar Nasional Indonesia. 2006. "Biodiesel". SNI 04-7182-2006.
- [5] Sulastri. (2011). UJI SIFAT FISIKA-KIMIA DAN PEMBUATAN BIODIESEL dari Minyak Biji Mahoni
- [6] Lisa Adhani, Isalmi Aziz, Siti Nurbayti, C. O. O. (2011). Pembuatan Biodiesel Dengan Cara Adsorpsi Dan Transesterifikasi Dari Minyak Goreng Bekas.
- [7] V. Kampars, Z.;Abelniece.; K.; Lazdovica. R.; Kampare, Interesterification of Rapseed Oil with Methyl Acetate in The Presence of Potassium Tert-butoxide Solution in Tetrahydrofuran. *Renewable Energy: An International Journal*, 2020, Vol. 158, 668-674.
- [8] Ridwan, N.;Katsuragawa.; K.; Tamura.,Process Optimization, Reaction Kinetics, and Thermodynamics Studies of Water Addition on Supercritical Methyl Acetate for Continuous Biodiesel Production. *The Journal of Supercritical Fluids*, 2020, Vol. 166, 105038.
- [9] Hermansyah H, Marno S, Arbianti R, Utami TS dan Wijanarko A, Interesterifikasi I Minyak Kelapa Sawit Dengan Metil Asetat Untuk Sintesis Biodiesel Menggunakan Candida Rugosa Lipase Terimobilisi, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol.8 No.1 April 2009, 24-32, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- [10] Hermansyah H, Arbianti R, Prammeswari DA, Non-Alcohol Route of Biodiesel Synthesis from Used Cooking Oil Using Immobilized Biocatalystin Packed Bedm Reactor, *Journal of Sustainable Energy & Environment 2* (2011) 1-5, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Indonesia, Depok , Indonesia.

[11] Sagur GCasas, M.;Jesus Ramos.;Angel Perez.,Kinetics of Chemical Interesterification of Sunflower Oil with Metyl Acetate for Biodiesel

and Triacetin Production. Journal of Chemical Engineering, 2012, Vol. 403, 195-196.