Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)
home page journal:
https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index
Chemical Engineering Journal Storage

Optimalisasi Proses Transesterifikasi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel dengan Variasi Waktu dan Konsentrasi Katalis

Dea Rizki Ramadhani, Mustain Zamhari, Robert Junaidi*
Jurusan Teknik Kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri
Politeknik Negeri Sriwijaya, jalan srijaya negara , Palembang - 30128
*Korespondensi e-mail: Robert.junaidi@polsri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini adalah mempelajari pengaruh modifikasi membran selulosa asetat Minyak jelantah juga dikenal sebagai minyak goreng bekas, berfungsi sebagai sumber energi terbarukan untuk produksi biodiesel karena minyak jelantah berasal dari minyak kelapa sawit yang mengandung trigliserida dan mengandung asam lemak sebagai hasil biodiesel. Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel merupakan praktik berkelanjutan, karena dapat mengurangi pencemaran lingkungan, terutama yang berkaitan dengan tanah dan air. Dalam penelitian ini, menggunakan suhu 65°C. dalam rasio metanol : minyak (65 ml : 250 ml) dengan variasi waktu pada proses transesterifikasi (40, 50, 60, 70, 80 menit) dan katalis CaO-NaOH 2% dan 3%. Setelah menjadi biodiesel dilakukan pengujian standar mutu SNI 2015 yang terdiri dari densitas, viskositas, titik nyala dan api, angka setana dan bilangan asam lemak bebas (FFA). Dilakukan pengujian menggunakan Gas Chromatography Mass Spectromtery (GC-MS) untuk mengetahui kandungan yang ada di biodiesel pada proses reaksi transesterifikasi ini menggunakan reaktor batch tangki sederhana dimana yang terbaik itu ada di waktu reaksi 60 menit dengan %yieldnya adalah 86% pada konsentrasi katalis CaO – NaOH 2%.

Kata Kunci: Minyak Jelantah, Transesterifikasi, reaktor batch tangki sederhana, GC-MS

DOI: https://doi.org/10.29103/cejs.v5i4.23757

1. Pendahuluan

Minyak jelantah atau minyak goreng bekas merupakan limbah yang mengandung senyawa karsinogenik, dapat menimbulkan gangguan kesehatan apabila dipakai dalam jangka panjang. Namun, karena minyak goreng bekas terbuat dari minyak kelapa sawit, yang mengandung trigliserida, serta asam lemak yang dapat diubah menjadi biodiesel dan etil ester, minyak ini memiliki banyak potensi sebagai sumber energi alternatif. Selain mengurangi limbah, penggunaan minyak goreng bekas sebagai pengganti bahan bakar untuk produksi menawarkan

sumber energi yang lebih berkelanjutan. (Miftahurrahmah, 2023). Produksi biodiesel menawarkan peluang besar untuk terus dikembangkan, karena Indonesia saat ini menargetkan konsumsi biodiesel untuk pasar domestik sebesar 13 juta KL pada tahun 2030. (Miftahurrahmah, 2023).

Salah satu bahan bakar yang berkelanjutan dan ramah lingkungan adalah biodiesel. Dalam penelitian, biodiesel diproduksi dengan cara mentransesterifikasi minyak nabati atau hewani menggunakan reaktor batch tangki sederhana antara alkohol dan minyak. Gliserol dan metil ester, atau biodiesel, akan menjadi produk sampingan dari proses ini (Zalfiatri, 2019). Selain itu, biodiesel memiliki suhu yang relatif tinggi (150°C), sehingga tidak mudah menguap dan lebih aman dalam pembakaran atau penanganan daripada bahan bakar diesel berbasis minyak bumi. (Priscilla, 2024).

Biodiesel, bahan bakar yang berasal dari minyak sayur yang dikenal sebagai metil ester, merupakan pengganti praktis untuk bahan bakar diesel (Sofiyani, dkk 2025). Dengan demikian, biodiesel sangat menjanjikan sebagai solusi terhadap masalah keterbatasan produksi minyak bumi (Ulfa dkk, 2024). Saat ini, B30 telah diterapkan di Indonesia sebagai standar biodiesel nasional. Mulai Januari 2020, pemerintah Indonesia telah mewajibkan penggunaan biodiesel B30, yaitu gabungan 30% biodiesel (Fatty Acid Methyl Ester/FAME) yang berasal dari minyak kelapa sawit dan 70% solar (Dimawarnita, 2021). Sebelumnya, Indonesia telah menerapkan B20 sejak 2016, yang terdiri dari campuran 20% biodiesel dan 80% solar. Saat ini, pemerintah juga tengah melakukan uji coba B40 untuk kemungkinan penerapan di masa mendatang sebagai bagian dari kebijakan energi yang ramah lingkungan. (Febriansyah, 2020).

Pada peneliti sebelumnya menggunakan katalis CaO-NaOH dengan metode transesterifikasi yang telah dilakukan oleh peneliti (Susanti, 2023), dengan minyak jelantah sebanyak 50 ml dan variasi suhu reaksi yaitu 60 - 70°C serta jumlah katalisnyua 1-3% dengan perbandingan 1:1 dan menggunakan metanol dan minyak (6:1) dan didapatkan nilai yield biodiesel sebesar 85%.

Peneliti (Permana, 2020) yield biodiesel sebesar 81,98% dengan katalis NaOH 25 ml dan waktu 30 menit serta etanol 96% 216 ml. Lalu penelitian

(Amrullah, 2024) mendapatkan yield sebesar 86% dengan katalis CaO/SiO_2 15 gram dengan suhu 70^oC namun kadar FFA nya belum memenuhi syarat uji mutu akibat adanya peningkatan konversi minyak jelantah menjadi produk mengakibatkan berkurangnya berat biodiesel.

Peneliti (Priscilla , 2024) pada pembuatan biodiesel dengan metode transesterifikasi menggunakan reaktor ultrasonic mengasilkan yield sebesar 97,14% dengan waktu 20 menit dan katalis NaOH 1% dengan rasio metanol : minyak (9:1) namun mengalami penurunan yield nya dikarenakan meningkatnya jarak transduser.(1-5 cm). pada peneliti (Wardani, 2016) menggunakan reaktor fixed bed menghasilkan konversi reaksi sebesar 67,21% dengan laju alir 3 ml/menit dengan suhu 225^oC, lalu pada (Acevedo, 2024) menggunakan tubular reaktor dengan yield sebesar 90% dengan suhu 60^oC dan waktu tinggal 8 menit.

Katalis homogen, seperti NaOH, biasanya digunakan karena aktivitas katalitiknya yang kuat, yang memungkinkannya menghasilkan konversi dan hasil yang tinggi. Meskipun demikian, sulit untuk memisahkan katalis NaOH yang digunakan dalam prosedur pemurnian. Akan tetapi, karena katalis heterogen memiliki aktivitas katalitik yang lebih rendah daripada katalis NaOH, penerapannya kurang efektif. Akibatnya, pencampuran katalis NaOH dan CaO yang homogen merupakan cara tambahan untuk menggunakan katalis ini (Susanti , 2023).

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa beberapa penelitiannya kurang efektif dikarenakan belum memenuhi syarat standar uji mutu SNI 2015. Oleh karena itu dilakukan studi pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan menggunakan suhu 65^oC dan rasio metanol : minyak (65 ml :250 ml) , lalu menambahkan parameter standar uji mutu biodiesel SNI, serta memvariasikan waktu 40-80 menit dan katalis CaO-NaOH 2%, 3% untuk mendapatkan %yield yang tinggi pada pembuatan biodiesel dengan metode transesterifikasi pada alat reaktor *batch* tangki sederhana.

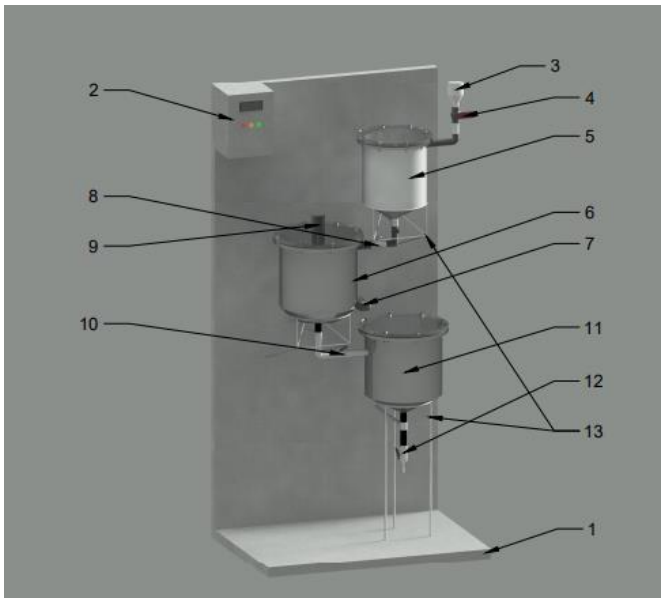
2. Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah minyak jelantah, metanol, aquadest, CaO dan NaOH serta menggunakan alat reaktor *batch* tangki sederhana untuk proses transesterifikasi

Penelitian ini terdiri dari enam tahap yaitu persiapan minyak jelantah dan katalis CaO – NaOH, Pembuatan katalis dengan larutan metanol, pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan proses transesterifikasi, Proses pendiaman selama 24 jam untuk memisahkan biodiesel dan gliserol, Proses pencucian sebanyak 2 kali. Percobaan ini dilakukan dengan temperatur reaksi 65^{o}C, dengan kecepatan 500 rpm dan variasi waktu 40, 50, 60, 70, dan 80 menit serta variasi katalis 2% dan 3%.

Pembuatan katalis CaO dengan NaOH 2% dan 3% dilarutkan dengan metanol sebanyak 65 ml kemudian diaduk untuk melarutkan antara katalis dengan metanol.

Hasil biodiesel dilakukan dengan uji GC – MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) untuk menentukan komposisi asam lemak dan metil ester dalam biodiesel secara bersamaan, bahkan tanpa melalui proses metilasi sampel. Pemisahan kromatogram terbaik untuk memisahkan asam lemak dan metil ester dalam sampel biodiesel dicapai dengan menggunakan pelarut isopropanol dan teknik pemanasan progresif dalam GC-MS.(Solikhah, 2015)



Gambar 1. Reaktor tangki *batch* sederhana

Dengan menggunakan reaktor batch tangki sederhana, lemak nabati atau hewani ditransesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel, bahan bakar alternatif. Biasanya, reaktor ini terdiri dari tangki yang terbuat dari *stainless* yang memiliki saluran pemisahan produk, pemanas, dan mekanisme pengadukan. Reaktor batch tangki sederhana banyak digunakan di laboratorium dan pada tahap industri kecil karena keterjangkauannya dan kemudahan pengoperasiannya (Erden, 2024).

Selama jangka waktu tertentu, minyak, alkohol (metanol/etanol), dan katalis basa (seperti KOH atau NaOH) dicampur bersama pada suhu yang diatur . Dalam reaktor batch, semua bahan baku dimasukkan, diproses, dan produk dikeluarkan sebelum batch berikutnya dimulai. Ini dikenal sebagai operasi terputus-putus. Manfaatnya adalah bahwa kontrol proses lebih mudah beradaptasi dan sesuai untuk produksi atau penelitian skala kecil. Karena reaktor batch sederhana menghilangkan kebutuhan akan sistem kontrol otomatis yang rumit dan memungkinkan penyetelan bertahap waktu reaksi, suhu, rasio molar metanol terhadap minyak, dan dosis katalis, reaktor batch sederhana sangat berhasil dalam pembuatan biodiesel (Silva, 2019). Sampel yang diuji adalah sampel yang dicari dengan % yield yang tertinggi dimana komposisi metil ester diuji menggunakan alat GC-MS.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Hasil Biodiesel

Biodiesel dilakukan dengan percobaan eksperimen melalui proses transesterifikasi terhadap berbagai jenis waktu reaksi, konsentrasi katalis. Penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan menggunakan kombinasi katalis CaO-NaOH pada reaktor batch sederhana dengan suhu optimal (65°C) dan kecepatan pengaduk 500 rpm, yang belum banyak dibahas dalam literatur sebelumnya. Data-data yang diperoleh dari pembuatan biodiesel adalah data % yield yang didapatkan lalu data analisa SNI 7185: 2015 seperti : Asam lemak bebas, Densitas, Viskositas, titik nyala, titik bakar, dan angka setana serta GC-MS

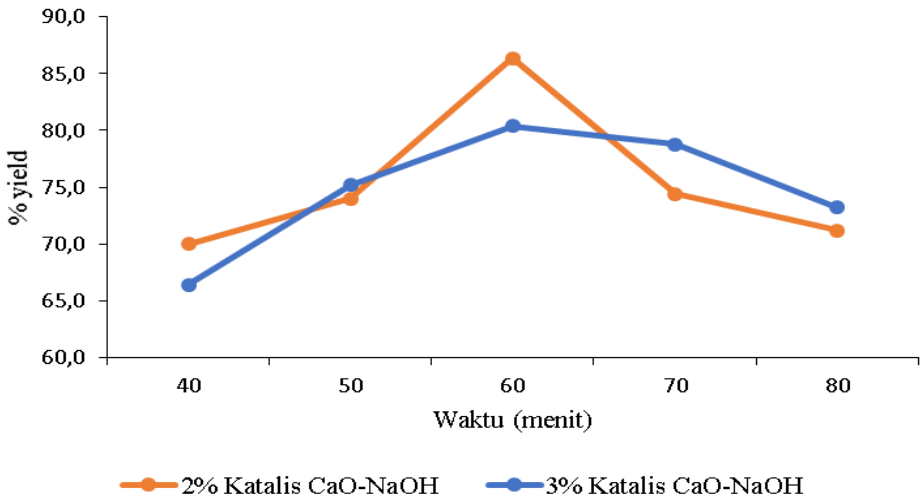
untuk melihat komposisi metil ester yang telah didapatkan. Dapat dilihat pada tabel 1 untuk hasil biodiesel yang diperoleh sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Analisa SNI 7185 : 2015 Produk Biodiesel dengan variasi waktu dan konsentrasi katalis CaO-NaOH 3%

Standar SNI 7185 :2015		Waktu reaksi (menit)				
		40	50	60	70	80
Densitas (g/m^3)	0,850 – 0,890	0,8644	0,8690	0,8625	0,8598	0,8587
Viskositas (cSt)	2,3 – 6	5,8914	6,0136	5,4152	5,4148	4,8723
Angka Setana	Min 51	65,2	68,0	70,9	72,3	74,5
Titik Nyala (^{o}C)	Min 100^{o}C	195	192	188	163	140
Titik Bakar (^{o}C)	Min 100 ^{o}C	203	214	201	175	151

3.2 Analisa % yield

% yield adalah hasil dari reaksi yang didapat yang dimana semakin banyak jumlah produk yang didapat maka semakin tinggi %yieldnya. Persentase berat biodiesel yang dihasilkan oleh reaksi transesterifikasi relatif terhadap berat minyak yang digunakan dikenal sebagai hasil biodiesel. Hasil analisa % *yield* pada pembuatan biodiesel tersebut dapat dilihat pada gambar 2 :

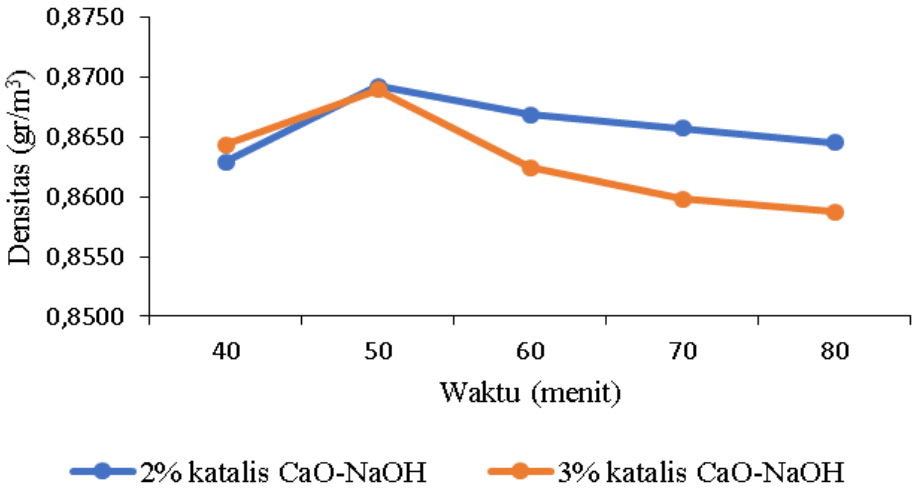


Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi katalis CaO-NaOH dengan variasi waktu Terhadap % yield biodiesel

Pada gambar 2 diatas merupakan hasil %yield pada pembuatan biodiesel. Dari konsentrasi katalis CaO-NaOH 2% yang dimana %yield yang tertinggi ada di waktu 60 menit dengan %yield nya 86,4% dan terendahnya ada di waktu 40 menit dengan 70%. Sedangkan konsentrasi katalis 3% dimana % yield yang tertinggi ada di waktu 60 menit dengan %yieldnya 80,4% dan yang terendah ada di 40 menit dengan %yieldnya 66,4%. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh (Buchori, dkk 2021) Pada penurunan %yield tersebut dikarenakan ada penguapan methanol dan memicu saponifikasi karena penambahan konsentrasi katalis NaOH yang tinggi dan lamanya proses waktu operasi hingga bisa menurunkan % yield oleh sisa minyak yang tidak bereaksi serta menghasilkan produk samping.

3.3 Analisa Densitas

Densitas atau kepadatan suatu zat, yang juga dikenal sebagai berat jenisnya adalah massanya per satuan volume umumnya dinyatakan dalam gram per mililiter (g/mL) atau gram per sentimeter kubik (g/cm^3). Densitas adalah kriteria kualitas yang diatur oleh standar seperti SNI 7182:2015 atau ASTM D6751 dan menentukan densitas bahan bakar dalam konteks biodiesel. Karena nilai densitas yang sangat tinggi atau rendah dapat menandakan kontaminan kotoran seperti air, gliserol, atau reaktan yang tersisa, kepadatan dapat berfungsi sebagai ukuran kualitas biodiesel. Hasil pengukuran analisa densitas biodiesel dapat dilihat pada gambar 4.2:

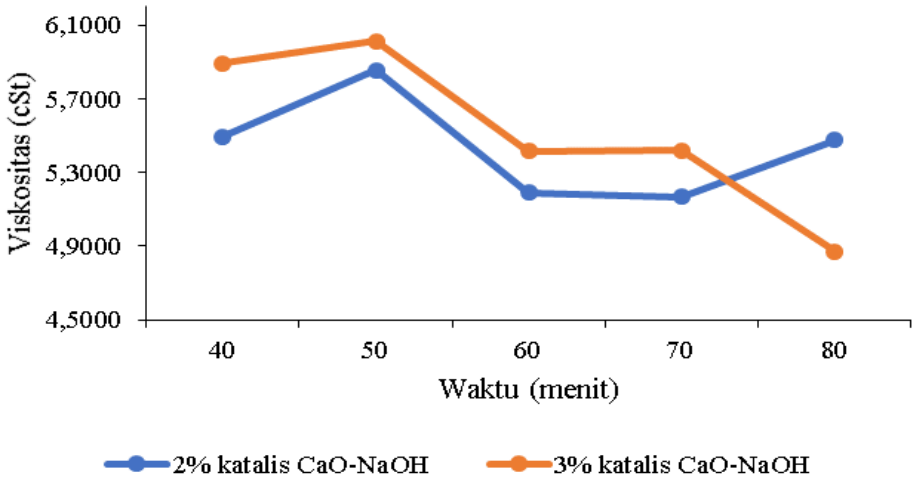


Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Katalis CaO-NaOH Dengan VariasiWaktu Terhadap Densitas

Pada Gambar 4.2 menghasilkan bagaimana konsentrasi katalis CaO–NaOH memengaruhi densitas biodiesel sebagai fungsi waktu reaksi. Hal ini sejalan menurut (Modi, dkk. 2025) Densitas terlihat turun menjadi 0,8645 g/mL untuk katalis 2% dan 0,8587 g/mL untuk katalis 3% pada saat yang tepat itu. Penguapan bahan kimia ringan (seperti sisa metanol), pengembangan gliserol yang tidak homogen dalam fase biodiesel, atau bahkan munculnya reaksi samping seperti saponifikasi sebagai akibat dari terlalu banyak katalis semuanya dapat berkontribusi pada penurunan ini. Dengan demikian, nilai densitas sekitar 0,860–0,864 g/cm³ dihasilkan pada konsentrasi katalis 2% CaO–NaOH dan durasi reaksi 60–70 menit, hasil ini menunjukkan paling mendekati kisaran biodiesel yang diinginkan (0,86–0,90 g/cm³). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi degradasi produk dan reaksi telah mencapai kesetimbangan.

3.4 Analisa Viskositas

Dalam konteks biodiesel viskositas memengaruhi efisiensi pembakaran, atomisasi selama injeksi mesin, dan kinerja aliran bahan bakar. Viskositas yang berlebihan dapat meningkatkan emisi dari pembakaran yang tidak sempurna dan menyumbat injektor dan sistem bahan bakar. Berikut hasil analisa viskositas pada hasil pembuatan biodiesel dapat dilihat pada gambar 4 :



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Katalis CaO-NaOH Dengan Variasi Waktu Terhadap Viskositas

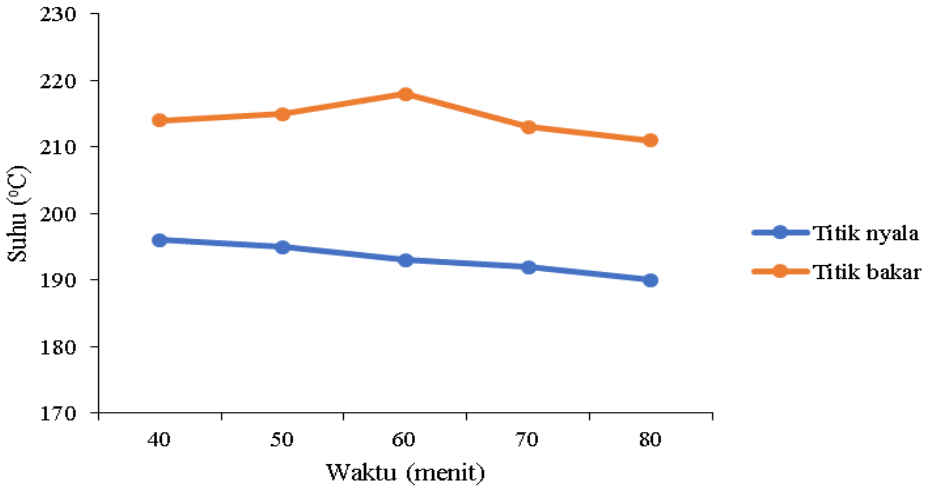
Pada gambar 4 diatas, angka ini menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi berfungsi lebih lancar dalam keadaan ini, menghasilkan biodiesel dengan aliran dan kualitas pembakaran yang baik sambil mempertahankan sifat pelumas yang dibutuhkan mesin. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa kondisi terbaik untuk mencapai viskositas terbaik dalam penelitian ini adalah periode reaksi 80 menit dan katalis CaO-NaOH 3%.

Namun, ikatan molekul dalam biodiesel melemah dan aliran fluida menjadi lebih lancar, maka peningkatan suhu akan menurunkan viskositas. Lebih jauh, biodiesel dengan rantai karbon panjang dan proporsi asam lemak jenuh yang tinggi akan memiliki viskositas yang lebih tinggi daripada biodiesel dengan asam lemak tak jenuh. Menurut sejumlah penelitian terkini, viskositas biodiesel yang tinggi sering kali disebabkan oleh reaksi yang tidak sempurna atau adanya residu gliserol. Nilai viskositas akhir juga dipengaruhi secara signifikan oleh rasio katalis dan lama reaksi, menurut penelitian (Wahyudi, dkk. 2023).

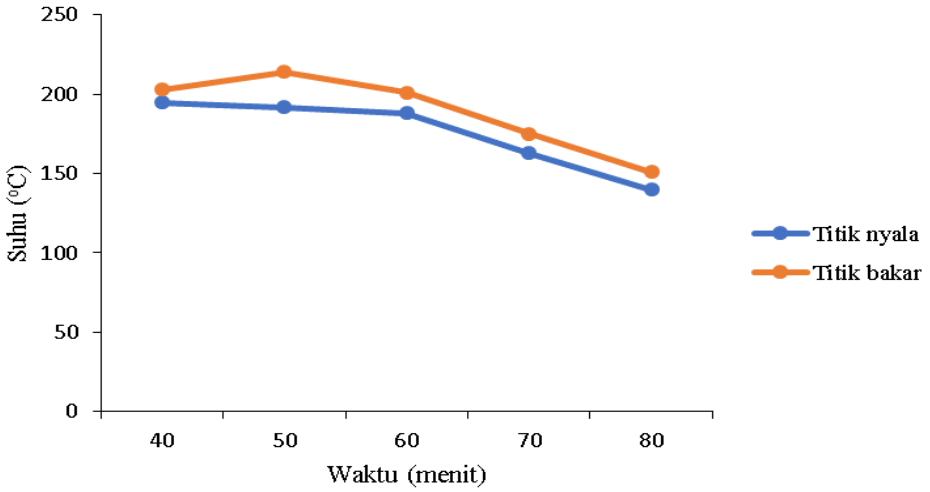
3.5. Analisa Titik Nyala dan Titik Bakar

Saat menilai keamanan dan kualitas biodiesel, titik nyala dan titik bakar merupakan parameter penting. Suhu terendah di mana uap cairan dapat menyala sebentar saat terkena percikan api tetapi tidak dapat mempertahankan nyala api

dikenal sebagai titik nyala. Di sisi lain, suhu di mana bahan bakar dapat menyala dan terbakar setidaknya selama lima detik dikenal sebagai titik bakar. Saat keamanan penyimpanan, dan efektivitas proses produksi biodiesel, kedua faktor ini sangat penting. Berikut merupakan hasil analisa titik nyala dan titik bakar pada gambar 5 dan 6:



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi katalis CaO- NaOH 2% dan waktu terhadap tititk nyala dan titik bakar

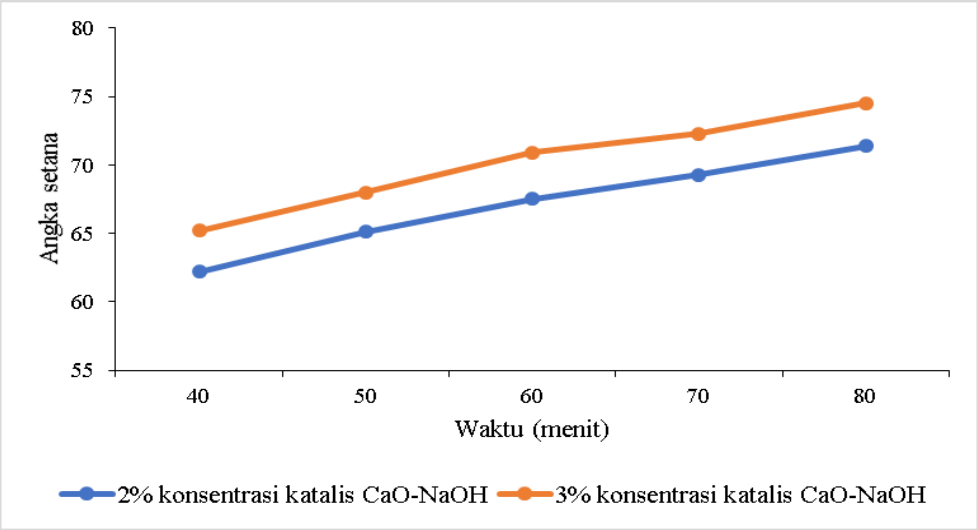


Gambar 6. Pengaruh konsentrasi katalis CaO- NaOH 3% dan waktu Terhadap tititk nyala dan titik bakar

Pada gambar 5 diatas terdapat titik bakar mengalami turun dari 214°C menjadi 211°C dan titik nyala turun secara bertahap dari 196°C menjadi 190°C dalam perlakuan dengan konsentrasi katalis 2%. Penurunan kecil ini menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan stabil, berkualitas sangat baik, dan aman dari risiko kebakaran saat disimpan dan didistribusikan. Di sisi lain, gambar 6 titik bakarnya turun dari 203°C menjadi 151°C dan titik nyala turun drastis dari 195°C menjadi 140°C pada konsentrasi katalis 3%. Penurunan tajam ini menunjukkan bahwa kualitas biodiesel telah menurun karena potensi terbentuknya bahan kimia yang mudah menguap, sisa metanol, atau reaksi buruk yang disebabkan oleh konsentrasi katalis yang berlebihan. Hal ini sesuai dengan temuan penelitian (Susanti, dkk. 2023), yang menunjukkan bahwa konsentrasi katalis yang berlebihan dapat mengakibatkan reaksi samping seperti produksi sabun dan meningkatkan konsentrasi bahan kimia volatil, yang menurunkan titik nyala dan titik bakar biodiesel.

3.6 Analisa Angka Setana

Angka setana, yang mengukur kecepatan penyalaan dan daya bakar biodiesel, merupakan ukuran kualitas pembakaran bahan bakar diesel. Bahan bakar dengan angka setana yang lebih tinggi terbakar lebih cepat dan efisien selama pembakaran. Angka setana sangat penting dalam pembuatan biodiesel karena memengaruhi stabilitas oksidasi, emisi gas buang, dan kinerja mesin. Biodiesel dengan angka setana yang tinggi biasanya menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna, lebih sedikit benturan, dan lebih sedikit emisi partikel berbahaya (Knothe, 2020). Berikut merupakan hasil analisa angka setana dapat dilihat pada gambar 7:



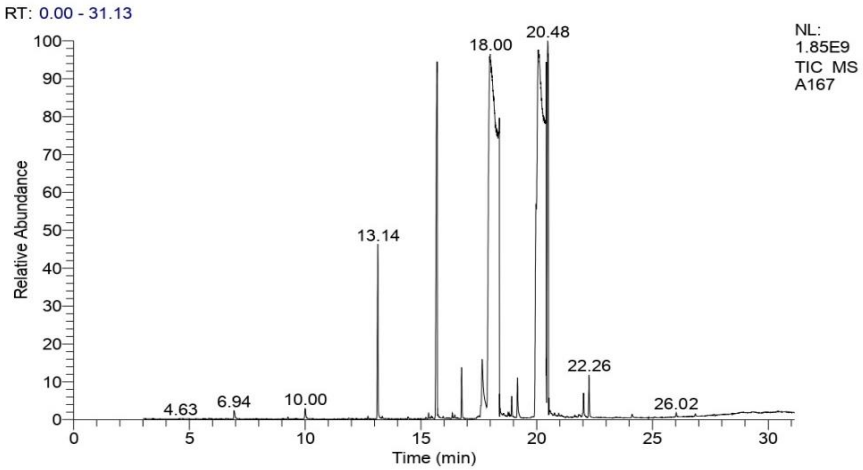
Gambar 7. Pengaruh Konsentrasi Katalis CaO- NaOH 2% dan 3% Dengan Variasi Waktu Terhadap Angka Setana

Dampak konsentrasi katalis CaO–NaOH sebesar 2% dan 3% terhadap angka setana biodiesel, dengan rentang waktu reaksi dari 40 hingga 80 menit, dapat dilihat dalam Gambar 7. Grafik tersebut bahwa peningkatan waktu dan konsentrasi katalis secara langsung meningkatkan angka setana. Dengan konsentrasi katalis sebesar 2%, angka setana meningkat dari 62,2 pada menit ke-40 menjadi 71,4 pada menit ke-80. Sementara itu, pada konsentrasi 3%, angka setana meningkat dari 65,2 menjadi 74,5 selama periode yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi katalis yang lebih tinggi mempercepat proses transesterifikasi, sehingga menghasilkan biodiesel dengan kualitas pembakaran yang lebih baik.

Namun, perlu dicatat bahwa waktu pengoperasian yang terlalu lama dapat menurunkan angka cetane karena reaksi samping seperti hidrolisis, sebagaimana dilaporkan oleh (Mekonnen & Sendekie, 2021). Hasil analisis ini menunjukkan bahwa konsentrasi katalis CaO:NaOH sebesar 3% dan waktu pengoperasian yang optimal sangat penting untuk mencapai angka cetane yang tinggi. Temuan ini sejalan dengan literatur terkini yang menyoroti perlunya mengoptimalkan kedua parameter tersebut guna menciptakan biodiesel yang sesuai dengan standar kualitas internasional (ASTM D6751).

3.7 Analisa GC-MS

GC-MS berfungsi terutama untuk memverifikasi bahwa reaksi transesterifikasi berlangsung sebagaimana mestinya dan bahwa produk yang dihasilkan adalah senyawa FAME yang diantisipasi seperti metil palmitat, metil oleat, dan metil linoleat. Alat GC (Gas Chromatography) memisahkan senyawa berdasarkan titik didihnya, sedangkan alat MS (Mass Spectrometry) mengidentifikasi senyawa tersebut berdasarkan rasio massa terhadap muatan (m/z). Proses ini menghasilkan kromatogram yang menampilkan puncak senyawa yang ditemukan dalam biodiesel, dengan setiap puncak sesuai dengan jenis senyawa metil ester tertentu. Lebih jauh, GC-MS dapat mendeteksi zat lain yang tidak diinginkan, termasuk metanol sisa, gliserol, atau produk degradasi dari minyak jelantah. Berikut merupakan hasil analisa data GC-MS dari pembuatan biodiesel dapat dilihat pada gambar 8 :



Sumber : Analisa GC-MS unsri f-mipa

Gambar 8. Kromatografi Hasil Analisa GC-MS Biodiesel

Hasil analisis GC-MS diatas menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng bekas terutama terdiri dari dua komponen utama. Pada waktu retensi 18,00 menit dan intensitas relatif sekitar 95%, komponen terbesar diidentifikasi sebagai metil ester dari asam lemak jenuh panjang, kemungkinan besar metil palmitat (C16:0) atau metil stearat (C18:0). Komponen terbesar kedua

terdeteksi pada waktu retensi 20,48 menit dan intensitas sekitar 20%. Diperkirakan merupakan metil ester dari asam lemak jenuh dengan rantai karbon yang lebih panjang atau metil oleat dari asam lemak tak jenuh. Berikut data tabel hasil analisa komposisi senyawa kimia dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Senyawa Komponen Biodiesel Dari Minyak Jelantah

Nama Senyawa	RT (menit)	Rantai karbon	% Luas Area
Metil butanoat	4.63	$C_5H_{10}O_2$	-
Metil kaproat	6.94	$C_7H_{14}O_2$	0.15
Metil laurat	10.00	$C_{13}H_{26}O_2$	0.18
Metil miristat	13.14	$C_{15}H_{30}O_2$	1.85
Metil palmiat	18.00	$C_{17}H_{34}O_2$	39.57
Metil oleat	20.48	$C_{19}H_{36}O_2$	37.05
Metil linoleat	22.26	$C_{19}H_{34}O_2$	0.47
Metil stearat	26.02	$C_{19}H_{38}O_2$	-

Data di atas menunjukkan bahwa puncak utama terjadi pada waktu retensi sekitar 18,00 menit, 20,48 menit, dan 22,26 menit. Menurut (Priscilla, dkk. 2024) tentang profil metil ester dalam biodiesel, puncak pada RT 18,00 menit kemungkinan besar adalah metil palmitat, suatu ester yang berasal dari asam palmitat (asam lemak jenuh rantai menengah). Sementara itu, puncak pada RT 20,48 menit diidentifikasi sebagai metil oleat, yang berasal dari asam oleat (asam lemak tak jenuh tunggal). Puncak yang diamati pada RT 22,26 menit kemungkinan besar adalah metil linoleat, yang merupakan asam lemak tak jenuh ganda. Ketiga senyawa ini merupakan bahan utama dalam biodiesel karena karakteristik pembakarannya yang baik dan viskositas yang sesuai untuk mesin diesel.

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa biodiesel yang berasal dari minyak jelantah melalui berbagai waktu reaksi dan

konsentrasi katalis CaO-NaOH sudah sesuai standar mutu SNI 7182:2015, dengan sifat-sifat fisik standar, meliputi densitas, viskositas, angka setana (74,5), serta titik nyala (193^{o}C) dan titik bakar (218^{o}C) dengan menggunakan alat reaktor *batch* tangki sederhana. Semakin tinggi titik nyala dan titik bakar maka semakin bagus dalam pembakaran biodiesel tersebut.% yield yang tertinggi yang optimum ada di katalis CaO-NaOH 2% dengan waktu reaksi 60 yaitu 86,4% menghasilkan biodiesel yang stabil secara termal dan memenuhi standar kualitas.

Penelitian ini telah berhasil menghasilkan biodiesel dari minyak goreng bekas, dengan sifat fisikokimia yang memenuhi standar Standar Nasional Indonesia (SNI). Untuk menilai kualitas dan potensinya sebagai bahan bakar alternatif secara lebih komprehensif, penelitian lebih lanjut perlu mencakup analisis nilai kalor (energi pembakaran).

5. Daftar Pustaka

1. Acevedo-Quiroz, A., Carrera-Avendaño, E. De J., Acevedo-Quiroz, N., Alvarez-Gutiérrez, P. E., Borunda, M., & Adam-Medina, M. (2024). Experimental Study On Biodiesel Production In A Continuous Tubular Reactor With A Static Mixer. Processes, 12(12). Https://Doi.Org/10.3390/Pr12122859

2. Amrullah, C. O. (2024). Karakterisasi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Cao / Sio 2 Dari Ekstrak Cangkang Telur Dan Sekam Padi Characterization Of Biodiesel From Waste Cooking Oil Using Cao / Sio2 Catalyst. Pengendalian Pencemaran Lingkungan, 120-129.

3. Buchori, L., Anggoro, D. D., & Ma'ruf, A. (2021). Biodiesel Production From Methanolysis Of Lard Using Cao Catalyst Derived From Eggshell: Effects Of Reaction Time And Catalyst Loading. Advances In Science, Technology And Engineering Systems Journal, 6(2), 399–404. Https://Doi.Org/10.25046/Aj060246

4. Dimawarnita, K. H. (2021). Sustainability Of Biodiesel B30, B40, And B50 In Indonesia With Addition Of Emulsifie. Iop Conference Series: Earth And Environmental Science, 1-3.

5. Erden, H. (2024). Optimization And Modeling Of Biodiesel Production From Oleic Acid In Plug Flow Reactor. 34-40.

6. Febriansyah, H. A. (2020). Standar Biodiesel Stakeholders Analysis In Developing And Implementing Biodiesel Standards. 1.

7. Mekonnen, K. D., & Sendekie, Z. B. (2021). Naoh-Catalyzed Methanolysis Optimization Of Biodiesel Synthesis From Desert Date Seed Kernel Oil. Acs Omega, 6(37), 24082–24091. Https://Doi.Org/10.1021/Acsomega.1c03546

8. Miftahurrahmah, M., Nurmalasari, E., Sayyidah, S., & Amni, C. (2023). Perbandingan Biodiesel Berbahan Baku Minyak Goreng Dan Minyak Jelantah. Journal Of Chemical Engineering , 1(1), 1–10.

9. Modi, K., Raghuwanshi, S. S., & Tiwari, K. (2025). Manufacturing Of Biodiesel Via Transesterification Of Date Seeds Based Palm Oil. International Journal Of Innovative Science And Research Technology, May, 732–740. Https://Doi.Org/10.38124/Ijisrt/25may659

10. Permana, E. N. (2020). Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah Berdasarkan Proses Saponifikasi Dan Tanpa Saponifikasi. Jtt (Jurnal Teknologi Terapan), 26.

11. Priscilla, T., Irwan, M., & Arifin, Z. (2024). Sintesis Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dalam Reaktor Ultrasonik. Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan, 5(1), 44–56. Https://Doi.Org/10.14710/Jebt.2024.21938

12. Silva, R. J. (2019). Comparison Between Experimental And Simulated Results Of Biodiesel Production By Reactive Distillation And Energetic Assessment. Brazilian Journal Of Chemical Engineering, 351-359.

13. Sofiyani, N., Hakim, L., & Muarif, A. (2025). *Sintesis Biodiesel Dari Biji Buah Ketapang (Terminalia Catappa Linn) Melalui Proses Transesterifikasi In Situ Menggunakan Katalis Homogen (Naoh)*. *3*(Juni), 327–345.

14. Solikhah, M. D., Pratiwi, F. T., & Diaztuti, M. D. (2015). Penentuan Metode Analisis Komposisi Asam Lemak Dan Metil Ester Pada Biodiesel Dengan Gc-Ms Tanpa Metilasi. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, 0(0), 1–6. Https://Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek/Article/View/547/513

15. Susanti, T., Mas'udah, M., & Santosa, S. (2023). Studi Penggunaan Katalis Cao-Naoh Pada Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah. Distilat: Jurnal Teknologi Separasi, 8(2), 294–300. Https://Doi.Org/10.33795/Distilat.V8i2.361

16. Ulfa, T., ZA, N., Fibarzi, W. U., Nurlaila, R., Ulfa, R., & Maulinda, L. (2024). Pemodelan Proses Produksi Biodiesel Menggunakan Aplikasi Hysys. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, *4*(2), 220–228. https://doi.org/10.29103/cejs.v4i2.14892

17. Wahyudi, W., Caroko, N., & Sampurna, H. B. (2023). Pengaruh Densitas Dan Viskositas Terhadap Sudut Injeksi Biodiesel Jatropha-Jagung (1:4 Dan 4:1). Jmpm (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur), 7(2), 108–117. Https://Doi.Org/10.18196/Jmpm.V7i2.20072

18. Zalfiatri, Y., Restuhadi, F., & Zulhardi, R. (2019). Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Abu Gosok Dengan Variasi Penambahan Metanol. Chempublish Journal, 4(1), 1–8. Https://Doi.Org/10.22437/Chp.V3i1.5774