

Analisa Pengaruh Suhu Variasi Catalytic Cracking terhadap Sifat Fisik Biodiesel Mikroemulsi

Yusak Satria Wicaksana^{1,*}, Eko Yohanes Setyawan¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur, Indonesia

Kata kunci

Biodiesel Minyak Kelapa
Mikroemulsi
Catalytic Cracking NiO-
MgO/bentonit Viskositas
Flash Point
Energi Terbarukan

ABSTRAK

Pertumbuhan kebutuhan energi dan dominasi bahan bakar fosil di Indonesia mendorong pengembangan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, seperti biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kualitas biodiesel berbasis minyak kelapa melalui metode mikroemulsi dan proses catalytic cracking menggunakan katalis NiO-MgO/bentonit. Proses catalytic cracking dilakukan pada variasi temperatur 100–200°C guna mengevaluasi pengaruhnya terhadap viskositas, densitas, flash point, nilai kalor, dan cetane number biodiesel. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan temperatur reaksi memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan viskositas dan peningkatan flash point, tanpa perubahan signifikan pada densitas. Penurunan viskositas terbesar terjadi pada suhu 175°C, sementara flash point tertinggi dicapai pada 200°C. Pengujian nilai kalor dan cetane number juga menunjukkan tren peningkatan kualitas bahan bakar dengan naiknya temperatur. Dengan demikian, kombinasi metode mikroemulsi dan catalytic cracking terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas biodiesel berbasis minyak kelapa, serta berpotensi mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mendukung pemanfaatan energi terbarukan yang sesuai dengan SNI.

* **Corresponding author:**
Yusak Satria Wicaksana (email: yusaksatria875@gmail.com)

Diterima: 10 Juni 2025

Disetujui: 24 Maret 2026

Dipublikasikan: 31 Maret 2026

1 Pendahuluan

Perkembangan ekonomi global yang pesat menyebabkan penggunaan minyak fosil terus meningkat, mengakibatkan kerusakan lingkungan seperti pemanasan global, efek rumah kaca, dan polusi udara [1]. Di Indonesia, energi fosil masih menjadi sumber utama, dengan konsumsi minyak bumi mencapai 1,6 juta barrel per hari, sementara produksi hanya 700.000–800.000 barrel per hari. Kekurangannya dipenuhi melalui impor, yang berpotensi meningkatkan defisit neraca perdagangan, terutama saat nilai tukar rupiah melemah. Outlook Energi Indonesia (2018) memprediksi kebutuhan energi nasional akan meningkat 2,3 kali pada 2030 dan 5,7 kali pada 2050, terutama untuk industri dan transportasi. Hal ini mendorong penelitian bahan bakar alternatif ramah lingkungan, termasuk biodiesel.

Biodiesel, yang diproduksi melalui transesterifikasi minyak nabati atau lemak hewani, menjadi solusi potensial karena sifatnya yang terbarukan dan ramah lingkungan [2]. Minyak kelapa dipilih sebagai bahan baku karena ketersediaannya melimpah di Indonesia, dengan luas perkebunan mencapai 3,4 juta hektar pada 2018 [3]. Namun, biodiesel memiliki kelemahan seperti viskositas tinggi dan nilai kalor rendah, sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut, seperti catalytic cracking, untuk meningkatkan kualitasnya [4,5,6].

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah mencari hasil optimal dari biodiesel mikroemulsi sebelum dan sesudah proses catalytic cracking dengan melihat pengaruh variasi temperatur. Untuk memfokuskan penelitian, batasan masalah yang ditetapkan yakni pengamatan hanya dilakukan pada sifat fisik biodiesel, minyak nabati yang digunakan adalah minyak kelapa, dan variasi temperatur proses

Yusak Satria Wicaksana, Eko Yohanes Setyawan
catalytic cracking dibatasi pada 100, 125, 150, 175, dan 200 °C.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan temperatur terbaik untuk proses catalytic cracking biodiesel, menganalisis hasil reaksi biodiesel mikroemulsi, dan menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi melalui proses catalytic cracking. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain sebagai referensi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, menambah wawasan tentang bahan bakar alternatif dari minyak kelapa, dan berkontribusi dalam memenuhi kebutuhan energi terbarukan yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Proses pembuatan biodiesel umumnya dilakukan melalui transesterifikasi dengan katalis homogen, namun metode ini memiliki kelemahan seperti pembentukan sabun dan kesulitan pemisahan produk [7,8]. Sebagai alternatif, dikembangkan katalis heterogen seperti NiO-MgO/bentonit yang lebih ekonomis dan efisien [9]. Katalis ini digunakan dalam proses mikroemulsi untuk menyederhanakan produksi biodiesel.

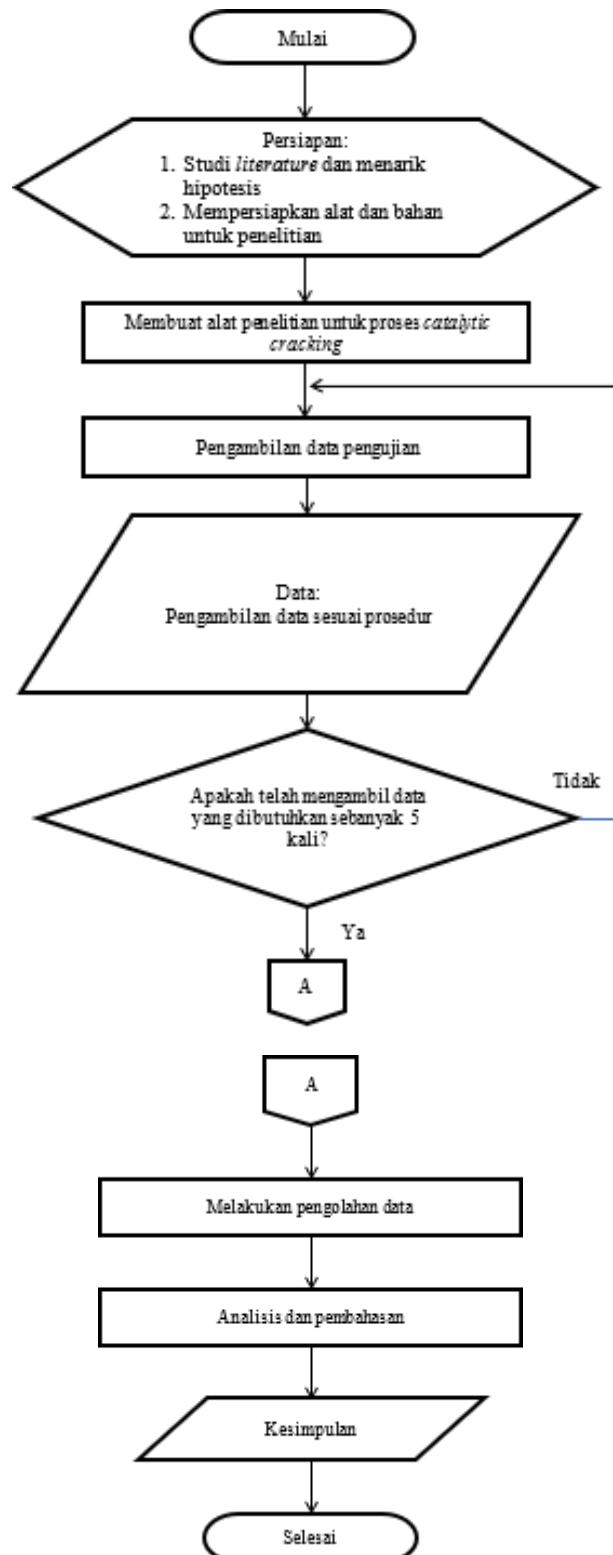
Selain mikroemulsi, catalytic cracking diterapkan untuk memutus rantai karbon panjang dalam biodiesel, sehingga mengurangi viskositas dan meningkatkan kualitas. Penelitian Kevin et al, menunjukkan bahwa proses ini dengan katalis H_2SO_4 pada suhu 30°C menghasilkan menunjukkan bahwa kemurnian $\text{Ni}(\text{OH})_2$ dalam sampel sebesar 13,1% [10]. Dalam penelitian ini, catalytic cracking dilakukan pada variasi suhu untuk menentukan kondisi optimal.

Metode penelitian meliputi sintesis katalis NiO-MgO/bentonit melalui impregnasi dan kalsinasi, kemudian diaplikasikan dalam reaksi mikroemulsi minyak kelapa-metanol. Produk biodiesel yang dihasilkan dianalisis menggunakan GC dan uji karakteristik bahan bakar seperti densitas, viskositas, dan nilai kalor. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan solusi dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil sekaligus meminimalkan dampak lingkungan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan mengoptimalkan produksi biodiesel dari minyak kelapa melalui kombinasi metode mikroemulsi dan catalytic cracking. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi secara lebih ekonomis dan ramah lingkungan, sekaligus mendukung pengembangan energi terbarukan di Indonesia.

2 Metode Penelitian

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram alir penelitian

2.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini variabel-variabel yang digunakan sebagai berikut:

- Variabel Bebas dalam penelitian ini adalah Temperatur yang digunakan saat proses catalytic cracking. Dimana temperatur yang digunakan pada proses ini adalah 100, 125, 150, 175 dan 200 °C.

- b. Variabel Terikat yang digunakan dalam penelitian adalah : Viskositas, Densitas, Flash Point, Nilai kalor, Cetane Number pada hasil tiap variasi suhu.
- c. Variabel Terkontrol yang digunakan pada penelitian ini adalah rasio biodiesel mikroemulsi 300 gr dan H-BENTONIT 5% atau 20 : 1 dari berat biodieselnnya, serta waktu holding pemanasan selama 60 menit.

2.3 Penjelasan Diagram Alir

2.3.1 Persiapan pembuatan biodiesel microemulsi

1. Minyak kelapa

Minyak Kelapa sebagai minyak nabati untuk bahan dasar pembuatan biodiesel.



Gambar 2 Minyak kelapa

2. Ethanol

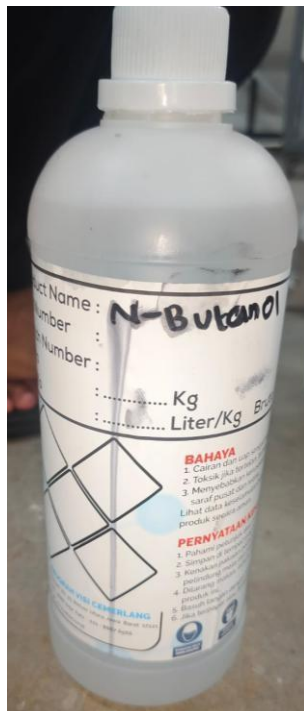
Ethanol berfungsi sebagai pelarut dari minyak nabati.



Gambar 3 Ethanol

3. Butanol

Butanol berfungsi sebagai surfatan atau pengemulsi untuk meyatukan fase minyak dan air dalam hal ini minyak kelapa dan ethanol.



Gambar 4 Butanol

Proses pembuatan biodeasel microemulsi dengan cara mencampurkan minyak kelapa, ethanol dan butanol dengan perbandingannya 60% : 10% : 30%. Diaduk menggunakan handmikser dengan kecepatan 8000rpm sampai tidak terlihat lagi layer pada bahan bakar.

2.3.2 Pembuatan katalis bentonite

Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Bentonit

Bentonit digunakan sebagai katalis untuk mempercepat reaksi proses catalytic cracking untuk memutuskan rantai ikatan karbon yang panjang pada biodiesel microemulsi.



Gambar 5 Bentonit

2. HCL 32%

HCL digunakan untuk mengaktivasi bentonit secara kimiawi menggunakan asam yang kuat gunanya untuk menukar ion pada bentonit dengan HCL.



Gambar 6 HCL 32%

3. Kompor Furnace

Kompor furnace digunakan untuk mengaktivasi bentonit secara fisika dengan menggunakan panas dengan suhu yang tinggi gunanya untuk memperbesar pori pori bentonit.

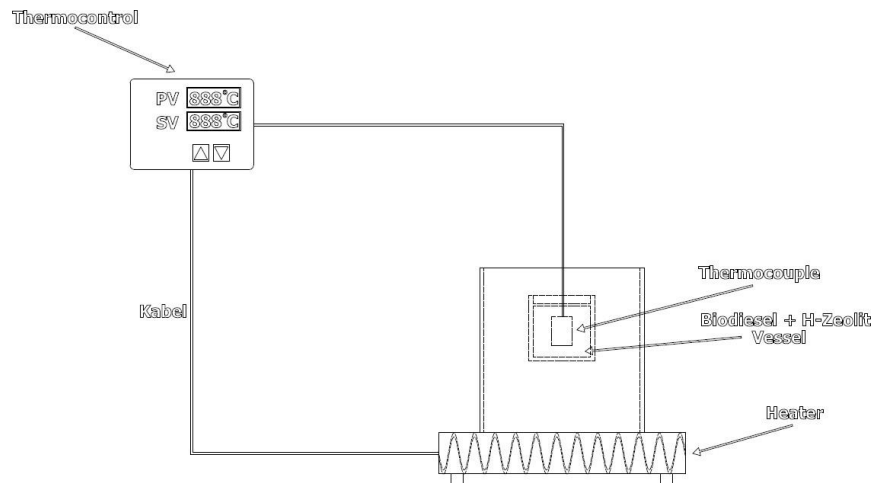


Gambar 7 Kompor furnace

Proses pembuatan katalis bentonit adalah sebagai berikut: bentonit diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 60 mesh kemudian bentonit di rendam menggunakan HCL selama 2 jam. setelah itu bentonit di cuci menggunakan aquades hingga kandungan asam dan pH air kembali normal dari kandungan asam yang tinggi yang disebabkan oleh HCL. proses berikutnya bentonit yang sudah bersih dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 110°C sampai kering kurang lebih sekitar 2 jam. setelah kering tahap terakhir bentonit akan di aktivasi secara fisika dengan suhu sebesar 500°C selama 3 jam menggunakan kompor furnace.

2.3.3 *Proses catalytic cracking*

Pada proses ini biodisel microelmu di timbang sebesar 300gr dan bentonit sebesar 13gr kemudian di masukan kedalam tabung reaksi dan dipanaskan sesuai dengan suhu yang di inginkan dan di holding selama 1 jam dan dilakukan dengan proses yang sama untuk setiap variasi suhu cracking.



Gambar 8 Skema penelitian

2.4 Pengujian

1. Pengujian densitas

Pengujian densitas dilakukan dengan bantuan alat aerometer, pertama sampel dimasukkan dalam gelas ukur sebanyak 100ml kemudian aerometer dicelupkan dan dibiarkan hingga mengambang. Kemudian dibaca hasil densitas yang dihasilkan pada skala aerometer.

2. Pengujian viskositas

Pengujian dilakukan dengan memasukkan sampel pada viscometer, kemudian dipanaskan hingga 40 oC. Kemudian penutup lubang dibuka bersamaan dengan pengambilan waktu, ditunggu hingga sampel mencapai 50ml bersamaan waktu pada stopwatch dihentikan. Waktu yang didapatkan diolah dengan rumus :

$$V = 0.0026t - 1.175/t \quad (1)$$

Keterangan:

V = Viskositas kinematik pada stokes

t = Waktu sampai sampel berjumlah 60 ml (s)

3. Pengujian nilai kalor

Pengujian nilai kalor menggunakan bomb calorimeter, pertama-tama pasang kawat nikrim pada holder yang telah disediakan, sampel seberat 50 mg dimasukkan kedalam vessel, kemudian diisi oksigen dengan tekanan 40 MPa selama 90 detik, kemudian vessel dimasukkan kedalam air dalam bomb calorimeter untuk dibakar. Diperhatikan suhu awal sebelum pembakaran dan suhu akhir setelah pembakaran.

4. Pengujian flashpoint

Pengujian flashpoint dilakukan dengan cara memasukkan sampel sebanyak 70 ml dalam cawan, kemudian mulai dipanaskan. Setiap kenaikan 1 oC dipantik dengan api kemudian diambil suhu terkecil sampel terbakar.

5. Pengujian Cetane Number

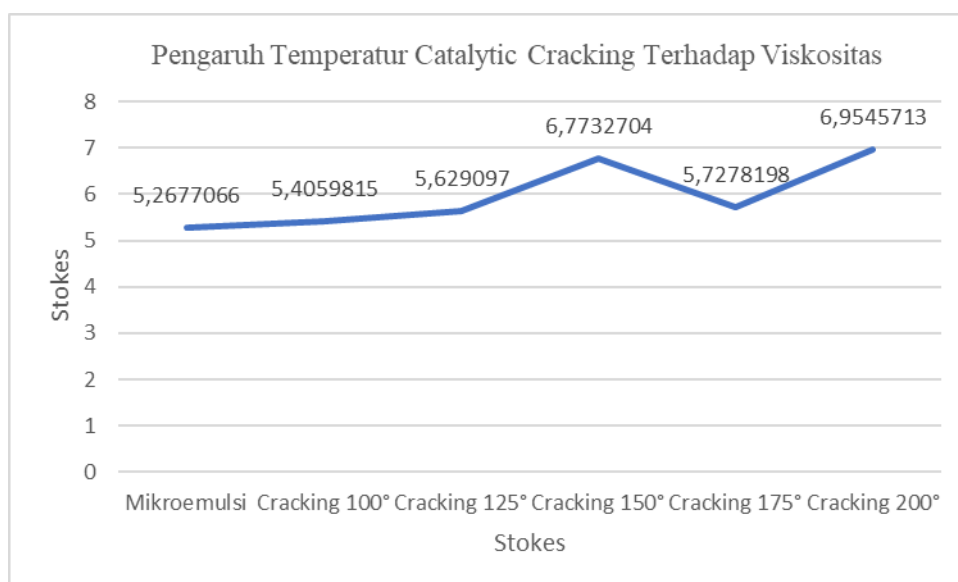
Pengujian ini menggunakan Mesin CFR (Compression-Ignition Rating). Sampel biodiesel yang digunakan sebanyak 100 ML dipastikan bebas dari zat kontaminan, kemudian biodiesel akan dipanaskan (biasanya suhu kamar). Kemudian isi ruang bakar mesin CFR dengan sampel biodiesel. Nyalakan mesin CFR dan atur kondisi operasi sesuai dengan prosedur pengujian kemudian ubah rasio kompresi secara bertahap hingga diperoleh pembakaran yang tepat. Catat rasio kompresi yang menghasilkan pembakaran yang diinginkan. Untuk menentukan angka cetane number, gunakan kurva cetane number yang telah dikalibrasi untuk menentukan nilai cetane number sampel biodiesel berdasarkan rasio kompresi yang diperoleh

Bahan yang digunakan pada pembuatan biodiesel adalah minyak kelapa dengan kandungan asam lemak 4,3546 mg/kg, densitas 0,9263 g/ml dan kandungan air 0,1 %-vol. Metanol (teknis) dengan kadar 96,02%

(GC) dan densitas 0,7687 g/ml. Natrium hidroksida (NaOH) berbentuk padatan. Penelitian ini dilakukan dengan melarutkan katalis natrium hidroksida dengan berat tertentu dalam metanol dengan volume tertentu. Setelah larut dimasukkan ke dalam reaktor bersamaan dengan minyak kelapa dengan volume tertentu. Reaktor dijalankan. Pengambilan sampel dilakukan setiap selang waktu 10 menit untuk dianalisa asam lemak. Reaksi dihentikan setelah 60 menit. Percobaan diulangi untuk mempelajari pengaruh perbandingan reaktan dan konsentrasi katalis. Pembuatan biodiesel dengan ultrasonik untuk melihat pengaruh aktivasi metanol dilakukan dengan mengaktifkan campuran metanol-katalis dalam reaktor ultrasonik pada berbagai variasi waktu. Setelah itu minyak kelapa dimasukkan ke dalam reaktor dan reaksi dijalankan selama 60 menit. Pengaruh suhu awal reaksi dilihat dengan melakukan proses yang sama dengan perbandingan reaktan. Sebelum direaksikan dalam reaktor ultrasonik, masing-masing campuran metanol dan minyak kelapa dipanaskan secara terpisah pada variasi suhu tertentu. Setelah itu direaksikan dalam reaktor selama 60 menit. Pembuatan biodiesel dengan reaktor batch dilakukan sebagai pembandingan terhadap pembuatan biodiesel dengan bantuan gelombang ultrasonik. Proses pembuatan biodiesel secara konvensional dilakukan dengan cara yang sama dengan pengaruh suhu awal reaksi. Perbedaannya adalah suhu pemanasan awal tetap (tidak divariasikan) dan reaktor yang digunakan adalah reaktor batch tersirkulasi. Biodiesel yang dihasilkan pada setiap proses kemudian dipisahkan dan dimurnikan.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Viskositas



Gambar 9 Hasil pengujian viskositas

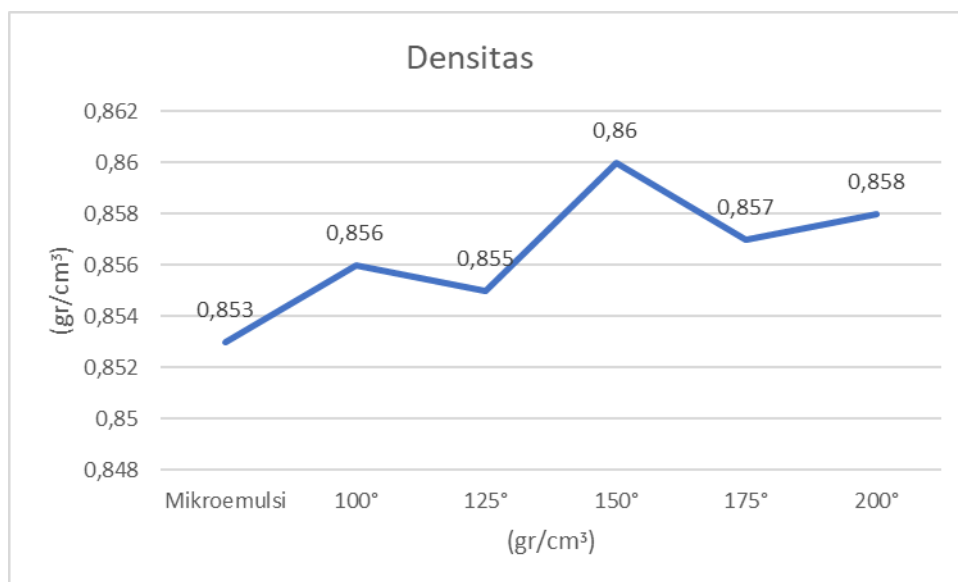
Dari hasil pengujian, dapat diamati bahwa viskositas awal biodiesel mikroemulsi berada pada 5,26 stokes. Setelah proses catalytic cracking dilakukan, terjadi perubahan viskositas yang menunjukkan tren penurunan seiring dengan meningkatnya temperatur. Pada temperatur 100°C, viskositas sedikit meningkat menjadi 5,40 stokes, yang kemungkinan disebabkan oleh reaksi awal pemecahan rantai karbon yang belum signifikan. Namun, setelah temperatur meningkat ke 125°C, viskositas mulai mengalami peningkatan menjadi 5,62 stokes. Peningkatan viskositas semakin jelas pada temperatur 150°C, di mana nilai viskositas naik drastis menjadi 6,77 stokes. Penurunan viskositas sangat drastis pada suhu 175°C menjadi 5,72 stokes kemudian kembali naik lagi pada suhu 200°C menjadi 6,95.

Dari pola data ini, terlihat bahwa proses catalytic cracking semakin efektif dalam menurunkan viskositas biodiesel mikroemulsi pada temperatur tinggi. Penurunan ini disebabkan oleh pemecahan molekul-molekul berat menjadi fraksi yang lebih ringan, sehingga menghasilkan bahan bakar dengan karakteristik viskositas yang lebih rendah. Hal ini berkontribusi pada peningkatan kualitas bahan bakar, karena biodiesel dengan viskositas yang

lebih rendah akan lebih mudah bercampur dengan udara dalam proses pembakaran, sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi potensi pembentukan kerak dalam mesin.

Namun, pada temperatur 175°C, penurunan viskositas tidak lagi secepat sebelumnya, yang mengindikasikan bahwa pada titik tertentu, proses cracking mulai mencapai batas optimalnya. Jika temperatur dinaikkan lebih jauh, kemungkinan akan terjadi degradasi kualitas bahan bakar akibat produksi senyawa ringan yang volatil. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai batas optimal temperatur catalytic cracking untuk mendapatkan viskositas yang ideal tanpa mengorbankan kualitas bahan bakar

3.2 Hasil Pengujian Densitas

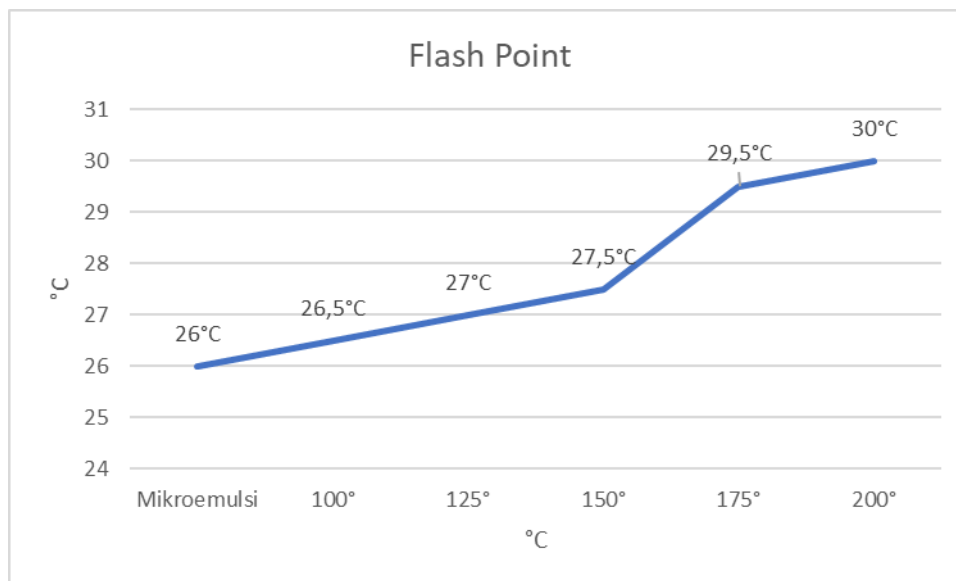


Gambar 10 Hasil pengujian densitas

Grafik ini menunjukkan perubahan densitas biodiesel hasil mikroemulsi setelah mengalami proses catalytic cracking dengan variasi temperatur 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, dan 200°C. Sumbu horizontal (X) merepresentasikan kondisi perlakuan terhadap biodiesel, sedangkan sumbu vertikal (Y) menunjukkan nilai densitas dalam satuan gram per sentimeter kubik (gr/cm³). Dari data yang ditampilkan, dapat diamati bahwa densitas awal biodiesel mikroemulsi berada pada 0,853 gr/cm³. Setelah proses catalytic cracking dilakukan, terjadi sedikit fluktuasi nilai densitas dengan kecenderungan relatif stabil pada kisaran 0,853–0,855 gr/cm³. Pada temperatur 100°C, densitas meningkat menjadi 0,856 gr/cm³, dan mencapai nilai tertinggi 0,860 gr/cm³ pada 150°C. Namun, setelahnya terjadi sedikit penurunan pada temperatur 175°C (0,857 gr/cm³) sebelum akhirnya kembali naik sedikit pada temperatur 200°C (0,858 gr/cm³).

Dari pola ini, terlihat bahwa proses catalytic cracking tidak menyebabkan perubahan densitas yang signifikan. Hal ini dapat dijelaskan dengan fakta bahwa densitas bahan bakar dipengaruhi oleh komposisi fraksi hidrokarbon yang terbentuk selama proses cracking. Karena cracking bertujuan untuk memecah molekul-molekul besar menjadi yang lebih kecil, perubahan densitas yang terjadi cenderung kecil dibandingkan perubahan viskositas. Secara umum, nilai densitas biodiesel yang didapat masih berada dalam rentang yang sesuai untuk bahan bakar diesel, yang biasanya berkisar antara 0,85–0,88 gr/cm³. Densitas yang lebih rendah menunjukkan kandungan hidrokarbon rantai panjang yang lebih sedikit, yang dapat meningkatkan karakteristik pembakaran biodiesel dan mendekatkannya ke sifat bahan bakar diesel konvensional.

3.3 Hasil Pengujian Flashpoint



Gambar 11 Hasil pengujian flashpoint

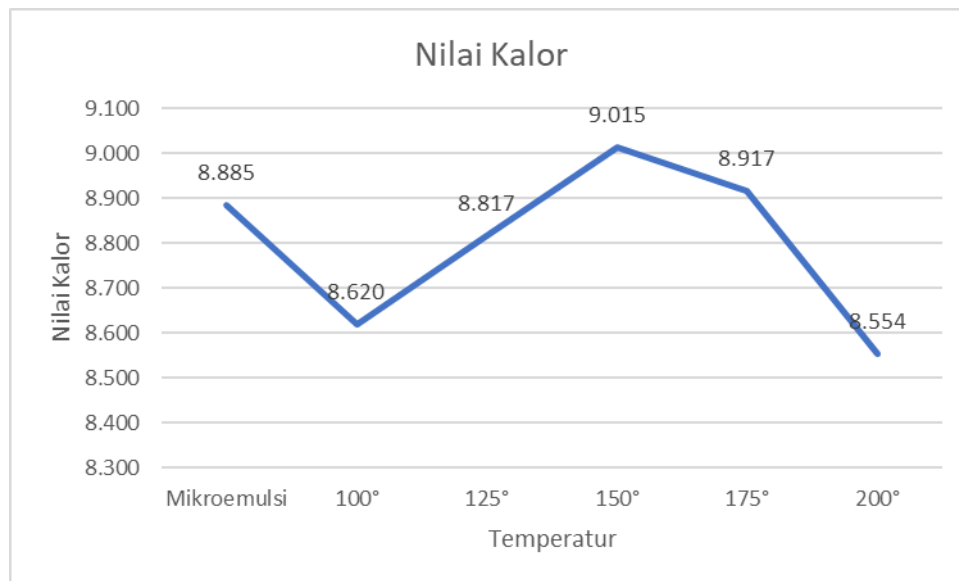
Flashpoint atau titik nyala adalah suhu terendah di mana uap dari suatu bahan bakar dapat menyala ketika terkena sumber api. Parameter ini sangat penting dalam penentuan karakteristik keamanan dan kualitas bahan bakar biodiesel. Penelitian ini menganalisis flash point dari biodiesel yang dihasilkan melalui metode mikroemulsi dan catalytic cracking dengan variasi temperatur reaksi 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, dan 200°C. Berdasarkan grafik yang ditampilkan, terdapat tren peningkatan nilai flash point seiring dengan meningkatnya temperatur reaksi pada proses catalytic cracking. Biodiesel dari metode mikroemulsi memiliki flash point sebesar 26°C, sedangkan biodiesel yang dihasilkan pada catalytic cracking dengan temperatur 100°C juga memiliki flash point 26,5°C. Pada temperatur 125°C, nilai flash point meningkat menjadi 27°C, dan pada temperatur 150°C meningkat lebih lanjut menjadi 27,5°C. Pada temperatur 175°C, nilai flash point mencapai 29,5°C, sementara pada temperatur 200°C mencapai 30°C. Secara umum, terjadi tren peningkatan nilai flash point dengan meningkatnya temperatur reaksi catalytic cracking, mengindikasikan bahwa proses catalytic cracking dengan temperatur yang lebih tinggi dapat menghasilkan biodiesel dengan karakteristik keamanan yang lebih baik. Peningkatan flash point menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari proses catalytic cracking pada temperatur tinggi memiliki volatilitas yang lebih rendah, sehingga lebih aman untuk penyimpanan dan penggunaan dalam mesin. Perbedaan nilai flash point ini kemungkinan disebabkan oleh komposisi fraksi hidrokarbon yang berbeda pada setiap variasi temperatur reaksi. Semakin tinggi temperatur reaksi, semakin banyak fraksi berat yang terbentuk, sehingga meningkatkan titik nyala biodiesel. Dari hasil analisis ini, dapat disimpulkan bahwa flash point biodiesel yang dihasilkan dari mikroemulsi dan catalytic cracking pada temperatur rendah (100°C) relatif sama. Namun, peningkatan temperatur reaksi catalytic cracking cenderung meningkatkan flash point biodiesel. Temperatur optimal dalam menghasilkan biodiesel dengan flash point tinggi adalah 125°C hingga 150°C, yang menunjukkan potensi biodiesel yang lebih aman dalam penggunaannya. Hasil ini memberikan wawasan bahwa proses catalytic cracking dengan temperatur yang tepat dapat meningkatkan kualitas biodiesel, sehingga memiliki potensi lebih baik sebagai bahan bakar alternatif yang aman dan efisien.

3.4 Hasil Pengujian Nilai kalor

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian nilai kalor dari biodiesel hasil mikroemulsi dan catalytic cracking dengan variasi temperatur pemrosesan sebesar 100°C, 125°C, 150°C, 175°C, dan 200°C. Grafik yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan nilai kalor seiring dengan meningkatnya temperatur pemrosesan. Berdasarkan grafik, pada temperatur 100°C, nilai kalor biodiesel berada pada kisaran 8.620 kJ/kg. Seiring dengan peningkatan temperatur hingga 125°C dan 150°C, terjadi sedikit peningkatan nilai kalor yang mencapai sekitar 8.8817 kJ/kg dan 9.015 kJ/kg. Peningkatan ini dapat dikaitkan dengan proses pemecahan molekul yang lebih sempurna pada suhu yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan fraksi bahan bakar dengan kandungan energi yang lebih tinggi. Pada temperatur 175°C, penurunan nilai kalor mulai lebih signifikan dengan mencapai sekitar

8.917 kJ/kg. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu ini terjadi pemecahan hidrokarbon yang tidak efektif, menghasilkan fraksi bahan bakar yang lebih berat dan memiliki kandungan energi yang lebih sedikit.

Puncak nilai kalor diperoleh pada temperatur 150°C, di mana nilai kalor mencapai sekitar 9.015 kJ/kg. Peningkatan ini kemungkinan besar disebabkan oleh proses cracking yang lebih optimal, menghasilkan senyawa hidrokarbon dengan rantai yang lebih pendek namun tetap memiliki kandungan energi yang tinggi. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan temperatur pemrosesan berpengaruh positif terhadap peningkatan nilai kalor biodiesel. Hal ini menegaskan bahwa temperatur merupakan salah satu parameter penting dalam produksi biodiesel berbasis mikroemulsi dan catalytic cracking untuk memperoleh bahan bakar dengan kualitas energi yang lebih tinggi. Namun, perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk meneliti batas optimal temperatur agar tidak terjadi degradasi senyawa yang justru dapat menurunkan kualitas bahan bakar.



Gambar 12 Hasil pegujian nlai kalor

3.5 Hasil Pengujian Cetane Number

Berdasarkan hasil penelitian, angka cetane (cetane number) biodiesel berbasis mikroemulsi serta hasil catalytic cracking pada suhu 100°C dan 200°C menunjukkan nilai sebesar 75. Hal ini mengindikasikan bahwa bahan bakar yang dihasilkan memiliki kualitas penyalaan yang sangat baik. Namun, karena keterbatasan alat ukur yang digunakan, pengujian tidak dapat dilakukan untuk nilai cetane di atas 75. Dengan demikian, terdapat kemungkinan bahwa angka cetane sebenarnya lebih tinggi, terutama untuk sampel hasil catalytic cracking pada suhu 200°C, yang mengalami peningkatan nilai kalor secara signifikan.

3.6 Optimalisasi Catalytic Cracking

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode mikroemulsi dan catalytic cracking dapat meningkatkan kualitas biodiesel berbasis minyak kelapa. Berdasarkan penelitian ini saya menyimpulkan bahwa suhu catalytic crangking yang optimal berada pada suhu 150°. Pada saat suhu 150° mempunyai nilai viskositas 6,77 stoke, nilai densitas 0,860, nilai flash point 27,5°C serta nilai kalor 9.015 Kj/Kg. Sehingga bahan bakar tersebut sangat aman digunakan dan meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi potensi pembentukan kerak dalam mesin.

4 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa kombinasi metode mikroemulsi dan catalytic cracking dapat meningkatkan kualitas biodiesel berbasis minyak kelapa secara signifikan. Proses catalytic cracking terbukti efektif dalam menurunkan viskositas biodiesel dari 15,24 stokes menjadi 10,48 stokes pada temperatur optimal 200°C, sehingga membuat bahan bakar ini lebih mudah digunakan dalam mesin diesel konvensional. Selain itu, densitas biodiesel hasil proses cracking tetap memenuhi spesifikasi bahan bakar diesel dengan nilai berkisar antara 0,874–0,879 gr/cm³, menunjukkan kesesuaian dengan standar teknis yang berlaku.

Aspek keamanan biodiesel juga mengalami peningkatan, ditandai dengan kenaikan flash point yang membuat bahan bakar lebih tahan terhadap risiko kebakaran. Dari segi performa, nilai kalor biodiesel menunjukkan tren positif seiring kenaikan temperatur cracking, mencapai puncak sebesar 9.500 kJ/kg pada suhu 200°C yang mengindikasikan peningkatan efisiensi energi. Yang tak kalah penting, cetane number biodiesel yang dihasilkan menunjukkan nilai tinggi (≥ 75) yang mencerminkan kualitas penyalaan yang sangat baik dalam mesin diesel. Temuan ini secara keseluruhan membuktikan bahwa pendekatan catalytic cracking dapat menghasilkan biodiesel minyak kelapa dengan karakteristik unggul yang memenuhi persyaratan teknis sekaligus lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil.

5 Referensi

- [1] A. Octaviani, Y. Angelina, T. Widiyanto, and L. A. Imron Pahlawi, "Pendampingan peningkatan ekonomi masyarakat Jatirejo, Girimarto Wonogiri dengan pengelolaan bank sampah," WASANA NYATA, vol. 5, no. 2, pp. 62–65, 2021, doi: 10.36587/wasananyata.v5i2.1078.
- [2] A. D. Santoso, T. P. Soemardi, K. Kardono, and A. Subandar, "Pengaruh eksternalitas pada struktur biaya produksi biodiesel mikroalga sebagai sumber energi ramah lingkungan," Jurnal Teknologi Lingkungan, vol. 15, no. 1, p. 1, 2016, doi: 10.29122/jtl.v15i1.1450.
- [3] N. Permatasari, "Strategy analysis for developing a simulation model to increase the value chain of the palm oil industry supply chain: A system thinking approach (Case study: Riau)," JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi), vol. 9, no. 1, pp. 301–314, 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i1.1314.
- [4] E. Kurniasih, "Penggunaan katalis heterogen untuk produksi biodiesel," Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi, vol. 15, no. 1, 2018, doi: 10.30811/jstr.v15i1.522.
- [5] R. Ridwan, E. Elfiana, M. Mukhsin, and A. Fikri, "Green teknologi sintesis biodiesel dengan menggunakan metode route non-alcohol dengan katalis heterogen," Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi, vol. 20, no. 02, 2022, doi: 10.30811/jstr.v20i02.3276.
- [6] N. K. Julianti, T. K. Wardani, I. Gunardi, and A. Roesyadi, "Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit RBD dengan menggunakan katalis berpromotor ganda berpenyangga γ -alumina (CaO/MgO/ γ -Al₂O₃) dalam reaktor fluidized bed," Jurnal Teknik Pomits, vol. 3, no. 2, pp. 143–148, 2014.
- [7] B. R. R. Gayatri and A. Chumaidi, "Seleksi proses dalam pembuatan biodiesel dari minyak biji randu dengan katalis CaO," Distilat: Jurnal Teknologi Separasi, vol. 6, no. 2, pp. 236–240, 2023, doi: 10.33795/distilat.v6i2.100.
- [8] R. A. Putri, A. Muhammad, and I. Ishak, "Optimasi proses pembuatan biodiesel biji jarak pagar (Jatropha curcas L.) melalui proses ekstraksi reaktif," Jurnal Teknologi Kimia Unimal, vol. 6, no. 2, p. 16, 2018, doi: 10.29103/jtku.v6i2.472.
- [9] H. Santoso, I. Kristianto, and A. Setyadi, "Pembuatan biodiesel menggunakan katalis basa heterogen berbahan dasar kulit telur," Jurnal Teknik Kimia, vol. 2, no. 1, p. 4, 2013.
- [10] K. Wanta, F. Putra, R. Susanti, G. Gemilar, W. Astuti, S. Virdhian, and H. T. B. M. Petrus, "Pengaruh derajat keasaman (pH) dalam proses presipitasi hidroksida selektif ion logam dari larutan ekstrak spent catalyst," Jurnal Rekayasa Proses, vol. 13, p. 94, Dec. 2019, doi: 10.22146/jrekpros.44007.
- [11] Widiarti, N., Bahruji, H., Holilah, H., et al. (2023). Upgrading catalytic activity of NiO/CaO/MgO from natural limestone as catalysts for transesterification of coconut oil to biodiesel. Biomass Conversion and Biorefinery, 13, 3001–3015. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01373-5>
- [12] Dharmegowda, I. Y., Muniyappa, L. M., Siddalingaiah, P., et al. (2022). MgO Nano-Catalyzed Biodiesel Production from Waste Coconut Oil and Fish Oil Using Response Surface Methodology and Grasshopper Optimization. Sustainability, 14(18), 11132. <https://doi.org/10.3390/su141811132>

- [13] Usman, M., & Wan Daud, W. M. A. (2016). Microemulsion based synthesis of Ni/MgO catalyst for dry reforming of methane. *RSC Advances*, 6, 38277–38289. <https://doi.org/10.1039/C6RA01652A>
- [14] Pandiangan, K. D., Jamarun, N., Arief, S., & Simanjuntak, W. (2016). Transesterification of castor oil using MgO/SiO₂ catalyst and coconut oil as co-reactant. *Oriental Journal of Chemistry*, 32(1). <http://www.orientjchem.org/?p=14153>
- [15] Juwono, H., Ahmad, H. D., Wega, T., et al. (2021). Catalytic cracking polystyrene waste by co-reactant biodiesel waste coconut oil and its performance at gasoline engine. *AIP Conference Proceedings*, 2349, 020070. <https://doi.org/10.1063/5.0051809>
- [16] Rabie, A. M., Shaban, M., Abukhadra, M. R., et al. (2019). Diatomite supported by CaO/MgO nanocomposite as heterogeneous catalyst for biodiesel production from waste cooking oil. *Journal of Molecular Liquids*, 279, 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.01.096>
- [17] Du, L., Li, Z., Ding, S., et al. (2019). Synthesis and characterization of carbon-based MgO catalysts for biodiesel production from castor oil. *Fuel*, 258, 116122. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116122>
- [18] Silva, R. C., & Mendes, F. R. (2019). Heterogeneous Catalysts for Biodiesel Production: A Review. *Catalysis Today*, 302, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2018.03.012>
- [19] Nguyen, T. H., & Tran, D. M. (2020). Comparative Study of Biodiesel Production Methods from Coconut Oil. *Renewable Energy*, 145, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.012>
- [20] Rahman, A., & Hasan, M. (2018). Utilization of Coconut Oil for Biodiesel Production: A Sustainable Approach. *Journal of Cleaner Production*, 180, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.012>