

**PERANAN SUHU KALSINASI DALAM SINTESIS KATALIS CaO DARI
CANGKANG TELUR AYAM RAS YANG DI PREPARASI DENGAN
METANOL UNTUK PRODUKSI BIODIESEL**



**MUHAMMAD FARHAN
NIM/TM: 19036023/2019**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2023

**PERANAN SUHU KALSINASI DALAM SINTESIS KATALIS CaO DARI
CANGKANG TELUR AYAM RAS YANG DI PREPARASI DENGAN
METANOL UNTUK PRODUKSI BIODIESEL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

sains



**MUHAMMAD FARHAN
NIM/TM: 19036023/2019**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**PERANAN SUHU KALSINASI DALAM SINTESIS KATALIS CaO DARI
CANGKANG TELUR AYAM RAS YANG DI PREPARASI DENGAN
METANOL UNTUK PRODUKSI BODIESEL**

Nama : Muhammad Farhan
NIM : 19036023
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam


Padang, 24 Agustus 2023

Mengetahui:
Kepala Departemen

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing



Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001



Umar Kalmar Nizar, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19770311 200312 1 003

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

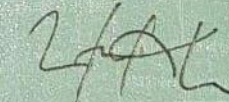
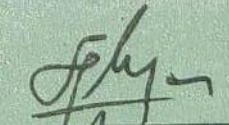
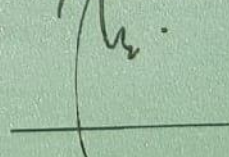
Nama : Muhammad Farhan
NIM : 19036023
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PERANAN SUHU KALSINASI DALAM SINTESIS KATALIS CaO DARI
CANGKANG TELUR AYAM RAS YANG DI PREPARASI DENGAN
METANOL UNTUK PRODUKSI BIODIESEL**

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 24 Agustus 2023

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Umar Kalmar Nizar, M.Si., Ph.D	
Anggota	: Dra. Sri Benti Etika, M.Si	
Anggota	: Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Farhan
NIM : 19036023
Tempat/Tanggal Lahir : Bukittinggi/23 Maret 2000
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **PERANAN SUHU KALSINASI DALAM SINTESIS KATALIS CaO DARI CANGKANG TELUR AYAM RAS YANG DI PREPARASI DENGAN METANOL UNTUK PRODUKSI BIODIESEL**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran didalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima Sanksi Akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 24 Agustus 2023
Yang menyatakan



Muhammad Farhan
NIM: 19036023

**PERANAN SUHU KALSINASI DALAM SINTESIS KATALIS CaO DARI
CANGKANG TELUR AYAM RAS YANG DI PREPARASI DENGAN
METANOL UNTUK PRODUKSI BIODIESEL**

Muhammad Farhan

ABSTRAK

Sintesis CaO dari cangkang telur untuk produksi biodiesel dari minyak jelantah telah berhasil dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi dari cangkang telur ayam ras sebagai sumber katalis CaO untuk produksi biodiesel. Pada penelitian ini katalis CaO disintesis melalui dua tahap, tahap pertama dilakukan proses aktivasi menggunakan methanol dalam sistem reflux selama 2 jam. Sampel kemudian dikeringkan dan dilanjutkan dengan proses kalsinasi. Katalis CaO yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR, XRF dan XRD lalu diaplikasikan ke minyak jelantah untuk produksi biodiesel. Aktivitas katalitik katalis ditentukan melalui uji densitas, laju alir dan bilangan asam dari biodiesel yang dihasilkan. Hasil penelitian pada karakterisasi FTIR menunjukkan pada bilangan gelombang 1416 cm^{-1} mengalami penurunan intensitas yang muncul akibat CaCO_3 terdekomposisi menjadi CaO. Hasil karakterisasi XRD menunjang data dari FTIR bahwa CaCO_3 telah terkonversi menjadi CaO dan Ca(OH)_2 muncul karena menyerap H_2O di udara. Karakterisasi XRF menunjukkan bahwa CaO merupakan komposisi utama dari katalis yang dihasilkan. Hasil analisis dari biodiesel densitas, viskositas dan bilangan asam menunjukkan nilai yang lebih optimum dibanding minyak jelantah. Hal tersebut menunjukkan adanya aktivitas katalitik dari katalis CaO cangkang telur ayam ras.

Kata Kunci: Aktivasi, Biodiesel, Kalsinasi, Katalis CaO, Minyak Jelantah

**THE ROLE OF CALCINATION TEMPERATURE IN THE SYNTHESIS OF
CaO CATALYST FROM BRACED CHICKEN EGG SHELLS PREPARED
WITH METHANOL FOR BIODIESEL PRODUCTION**

Muhammad Farhan

ABSTRAK

Synthesis of CaO from egg shells for the production of biodiesel from used cooking oil has been successfully carried out. This study aims to see the potential of purebred chicken egg shells as a source of CaO catalyst for biodiesel production. In this study the CaO catalyst was synthesized in two stages, the first stage was the activation process using methanol in a reflux system for 2 hours. The sample is then dried and followed by the calcination process. The resulting CaO catalyst was characterized using FTIR, XRF and XRD instruments and then applied to used cooking oil for biodiesel production. The catalytic activity of the catalyst is determined by testing the density, flow rate and acid number of the biodiesel produced. The results of the research on FTIR characterization showed that at wave number 1416 cm^{-1} there was a decrease in intensity that appeared due to the decomposition of CaCO_3 into CaO. The XRD characterization results support data from FTIR that CaCO_3 has been converted to CaO and Ca(OH)_2 appears because it absorbs H_2O in the air. XRF characterization shows that CaO is the main composition of the resulting catalyst. The results of the analysis of bodycell density, viscosity and acid number showed more optimum values than used cooking oil. This shows the presence of catalytic activity from the CaO catalyst of broiler egg shells.

Keywords: Activation, Biodiesel, Calcination, CaO Catalyst, Used Cooking Oil

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, karunia, kekuatan dan kesabaran untuk menyelesaikan ini. Sholawat beriring salam untuk nabi tauladan kita, Muhammad SAW. yang telah menjadi tauladan dalam setiap aktivitas kita.

Judul skripsi ini adalah **“Peranan Suhu Kalsinasi dalam Sintesis Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam Ras yang di Preparasi dengan Metanol untuk Produksi Biodiesel”**. Ini merupakan pengembangan penelitian payung dari penelitian dosen pembimbing yang berjudul **“Katalis Komposit CaO Cangkang Telur dan Karbon Biji Alpukat Tersulfonasi untuk Produksi Biodiesel Minyak Jelantah”**.

Penulisan ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang sangat berarti dari berbagai pihak sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tulus kepada:

1. Bapak Umar Kalmar Nizar, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
2. Ibuk Dra. Sri Benti Etika, M.Si dan Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si selaku Dosen Pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia dan Bapak Edi Nasra, S.Si., M.Si selaku sekretaris Departemen Kimia FMIPA UNP.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku ketua Program Studi Departemen Kimia FMIPA UNP.

5. Bapak dan Ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik di Departemen Kimia FMIPA UNP.
6. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Sahabat dan teman-teman terdekat penulis yang telah memberikan masukan, saran, serta semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman kimia angkatan 2019 yang telah membantu dalam pembuatan skripsi ini.
9. Semua pihak terkait yang telah ikut berkontribusi dalam pembuatan skripsi ini.

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT. selalu tercurah kepada kita semua, usaha dan kerja kita bernilai ibadah dihadapan Allah SWT, Amin Ya Rabbal 'Alamin. Penulis menyadari bahwa skripsi yang ditulis ini masih perlu saran dan kritikan dari rekan-rekan dan bapak/ibu dosen pembahas.

Padang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Biodiesel dari Minyak Jelantah	7
B. Katalis CaO untuk Produksi Biodiesel	13
C. CaO dari Cangkang Telur Ayam dan Aktivasinya	16
D. Karakterisasi Katalis.....	17
1. FT-IR (<i>Fourier Transform Infrared</i>).....	17
2. XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	19
3. XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>)	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
A. Waktu Dan Tempat Pelaksanaan.....	22
B. Objek Penelitian	22

C.	Variabel Penelitian	22
D.	Alat Dan Bahan	23
E.	Prosedur Kerja	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
A.	Sifat Fisikokimia Katalis	30
B.	Uji Sifat Biodiesel	39
BAB V PENUTUP		44
A.	Kesimpulan	44
B.	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		45
DAFTAR LAMPIRAN		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Reaksi transesterifikasi dasar.	8
Gambar 2. Pembuatan katalis CaO yang berasal dari limbah cangkang telur	16
Gambar 3. Spektrum FTIR Nanopartikel CaO	19
Gambar 4. Spektrum XRD CaO/Ag dan katalis nano CaO.	20
Gambar 5 Cangkang telur ayam ras dan katalis CaO	30
Gambar 6. Spektrum FTIR cangkang telur ayam dan katalis CaO.....	32
Gambar 7. Luas area vibrasi C-O.....	33
Gambar 8. Spektrum FTIR minyak jelantah dan biodiesel katalis kalsinasi 900	34
Gambar 9. Komposisi CaO	36
Gambar 10. XRD cangkang telur ayam ras dan katalis CaO	37
Gambar 11. Uji densitas minyak jelantah dan biodiesel.	41
Gambar 12. Uji laju alir minyak jelantah dan biodiesel.....	42
Gambar 13. Uji bilangan asam minyak jelantah dan biodiesel.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Standar kualitas biodiesel.....	7
Tabel 2. Produksi biodiesel dari berbagai bahan.	9
Tabel 3. Komposisi kimia minyak jelantah.....	10
Tabel 4. Sifat-sifat biodiesel dari minyak minyak jelantah yang umum dilaporkan, dapat dilihat pada table berikut	10
Tabel 5. Tabel. Nilai densitas dari minyak jelantah.....	11
Tabel 6. Tabel. Nilai viskositas dari minyak jelantah.....	12
Tabel 7. Percobaan produksi biodiesel yang telah dilakukan menggunakan CaO sebagai katalis	15
Tabel 8. Spektrometri XRF dari CaO konvensional, katalis kulit telur yang tidak dikalsinasi dan dikalsinasi.....	21
Tabel 9. Komposisi cangkang telur ayam dan katalis CaO	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram alir penelitian	52
Lampiran 2. Karakterisasi FTIR	56
Lampiran 3. Karakterisasi XRF	59
Lampiran 4. Karakterisasi XRD.....	61
Lampiran 5. Perhitungan bahan baku produksi biodiesel	63
Lampiran 6. Perhitungan Densitas, Laju Alir dan Bilangan Asam.....	64
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi adalah salah satu kebutuhan dasar di berbagai sektor kehidupan. Sebagian besar energi yang dikonsumsi didasarkan pada sumber daya bahan bakar fosil, yang tidak terbarukan. Ketergantungan manusia sepenuhnya pada bahan bakar fosil dapat menyebabkan kekurangan yang cukup besar di masa depan. Permintaan energi yang terus meningkat secara drastis, dapat menyebabkan berkurangnya sumber energi fosil dan meningkatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu diperlukan sumber daya energi terbarukan dan ramah lingkungan yang efisien untuk menggantikan bahan bakar berbasis fosil konvensional yaitu biodiesel (Nadeem *et al.*, 2021).

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif terbarukan sebagai bahan bakar fosil konvensional. Bahan bakar ini dapat diproduksi melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi yang dikatalis oleh katalis asam, basa, dan enzim (Kalita *et al.*, 2022). Keunggulan dari biodiesel adalah bersifat terbarukan, biodegradable, ekonomis dan ramah lingkungan. Biodiesel dapat membantu mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon dan partikel dalam gas buang (Suzihaque *et al.*, 2022).

Beberapa bahan baku berbasis minyak dan lemak telah dilaporkan sebagai sumber biodiesel. Bahan-bahan baku berbasis minyak (minyak goreng, minyak jelantah, minyak jarak) mengandung trigliserida yang tinggi sehingga dikonversi menjadi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi dengan katalis basa. Sebaliknya, bahan-bahan baku berbasis lemak (ayam, sapi, PFAD) dikonversi menjadi

biodiesel melalui proses esterifikasi dengan katalis asam. Minyak goreng merupakan bahan baku biodiesel yang dapat dikonsumsi, untuk menghindari terjadinya kompetisi penggunaan sebagai bahan baku biodiesel maka digunakan bahan baku yang berbasis limbah seperti minyak jelantah. Berdasarkan ketersediaan bahan baku untuk produksi biodiesel, bahan yang berbasis limbah seperti WCO lebih menguntungkan karena ketersediaannya (Amenaghawon *et al.*, 2022).

Minyak jelantah sangat menjanjikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel karena lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Hal ini disebabkan minyak jelantah mengandung asam palmitat (31,88%), asam oleat (41,04%), asam linoleat (17,98%), selain itu minyak ini memiliki harga yang murah dan mudah diperoleh dari berbagai tempat, seperti rumah tangga, hotel, dan industri-industri makanan. Biaya produksi biodiesel dapat ditekan dengan menggunakan minyak jelantah sebagai bahan baku. Biaya minyak jelantah berkontribusi sekitar 70 hingga 95% dari total biaya produksi biodiesel (Suzihaque *et al.*, 2022).

Katalis yang sesuai dalam produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan kandungan utama trigliserida yaitu katalis basa. Katalis basa yang digunakan dalam produksi biodiesel yaitu katalis homogen seperti natrium hidroksida, kalium hidroksida, natrium metoksida, dan kalium metoksida (Mohiddin *et al.*, 2021). Selanjutnya ada katalis basa heterogen seperti CaO, MgO atau oksida logam alkali lainnya yang diaplikasikan dalam produksi biodiesel dari minyak jelantah (Mohadi *et al.*, 2016).

Penggunaan katalis heterogen lebih berkembang dari katalis homogen karena mudah dipisahkan dari produk yang dihasilkan. Katalis CaO telah dilaporkan sebagai

katalis untuk produksi biodiesel karena CaO tidak beracun, murah, reusable dan tidak larut dalam metanol (Palitsakun *et al.*, 2021). Beberapa peneliti telah melaporkan CaO disintesis dari limbah cangkang bebek, limbah kulit kerang dan cangkang telur ayam (Buasri *et al.*, 2013), (Sirisomboonchai *et al.*, 2015), (Adekunle *et al.*, 2020).

Faktanya cangkang telur sebagian besar terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3) (95%) dan matriks glikoprotein 2%. Kalsium karbonat dalam kulit telur terurai menjadi kalsium oksida ketika dikalsinasi (Odetoye *et al.*, 2021). Proses kalsinasi umumnya berlangsung pada suhu 900-1000° C dengan aktivasi CaO yang dihasilkan bervariasi antara asam (HCl), basa (NaOH dan KOH) dan garam (KCl dan NaCl) (Sirisomboonchai *et al.*, 2015), (Lani *et al.*, 2017), (Oko & Kurniawan, 2019), (Ayoola *et al.*, 2020). Jumlah katalis yang digunakan juga bervariasi antara 1,5 – 3 persen. Selain itu, kondisi optimum untuk perbandingan minyak jelantah dengan metanol berkisar antara 6:1 hingga 20:1 (Jitjamnong *et al.*, 2019), (Adekunle *et al.*, 2020), (Buasri *et al.*, 2013), (Oko *et al.*, 2018).

Proses aktivasi dalam preparasi katalis merupakan bagian yang penting dalam meningkatkan aktifitas katalis. Berdasarkan uraian diatas, aktivasi CaO umumnya dilakukan setelah sampel dikalsinasi pada suhu tinggi dengan aktivator asam basa atau garam dan belum ditemukan informasi tentang aktivasi CaO melalui reflux dengan metanol seperti yang telah dilaporkan pada MgO, yang masih satu kelompok dengan CaO. Metanol dilaporkan dapat meningkatkan luas permukaan katalis dan mempengaruhi struktur pori dari material yang disintesis (Forsgren *et al.*, 2013).

Pada penelitian ini telah disintesis katalis CaO dari Cangkang kulit telur ayam ras melalui proses aktivasi dengan metanol sebelum sampel cangkang telur dikalsinasi.

Hal ini bertujuan untuk mengurangi komponen polar dari cangkang telur sehingga diharapkan CaO yang diperoleh memiliki luas permukaan yang tinggi (Forsgren *et al.*, 2013). Sampel yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD dan XRF. Sampel selanjutnya diaplikasikan dalam produksi biodiesel dari minyak jelantah. Aktivitas katalitik dalam sampel ditentukan melalui uji densitas, viskositas dan bilangan asam dari biodiesel yang dihasilkan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Menipisnya bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui dan meningkatnya penggunaan bahan bakar menimbulkan upaya untuk mencari sumber energi alternatif yang terbarukan.
2. Biodiesel merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat diproduksi dari limbah organik yang mengandung trigliserida
3. Minyak jelantah merupakan sumber minyak berbasis limbah yang mengandung trigliserida dan dapat dikonversi menjadi biodiesel dengan katalis basa.
4. Katalis CaO merupakan salah satu katalis basa yang digunakan secara luas untuk produksi biodiesel dari minyak jelantah
5. Cangkang telur ayam mengandung CaCO_3 yang dapat dikonversi menjadi CaO

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Katalis disintesis menggunakan kulit cangkang telur ayam ras dengan melakukan kalsinasi dengan menggunakan variasi suhu 600, 700, 800 dan 900 setelah dilakukan aktivasi menggunakan metanol.
2. Karakterisasi katalis dilakukan dengan menggunakan instrumen FTIR, XRF dan XRD
3. Aplikasi katalis dilakukan melalui reaksi trans-esterefikasi dalam produksi biodiesel menggunakan minyak jelantah dan metanol.
4. Penggunaan sifat-sifat biodiesel dibatasi pada uji densitas, laju alir dan bilangan asam

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah sifat-sifat fisikokimia hasil karakterisasi dengan FTIR, XRF dan XRD yang disintesis dari katalis CaO melalui variasi suhu kalsinasi dan aktivasi dengan methanol?
2. Bagaimana aktivitas katalitik dari katalis CaO dalam reaksi transesterifikasi antara minyak jelantah dengan methanol yang ditentukan melalui uji densitas, laju alir dan bilangan asam.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan sifat-sifat fisikokimia hasil karakterisasi dengan FTIR, XRF dan XRD yang disintesis dari katalis CaO melalui variasi suhu kalsinasi dan aktivasi dengan methanol
2. Menentukan aktivitas katalitik dari katalis CaO dalam reaksi transesterifikasi antara minyak jelantah dengan methanol yang ditentukan melalui uji densitas, laju alir dan bilangan asam?

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi dan dapat mengetahui serta memahami sifat-sifat fisikokimia hasil karakterisasi dengan FTIR, XRF dan XRD yang disintesis dari katalis CaO melalui variasi suhu kalsinasi dan aktivasi dengan methanol
2. Memberikan informasi dan dapat mengetahui serta memahami aktivitas katalitik dari katalis CaO dalam reaksi transesterifikasi antara minyak jelantah dengan methanol yang ditentukan melalui uji densitas, laju alir dan bilangan asam.