

TESIS
PENGEMBANGAN KATALIS KALIUM
GLISEROLAT UNTUK PROSES PRODUKSI
BIODISEL BERKELANJUTAN



DESI ERISNA
03012682125009

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

TESIS
PENGEMBANGAN KATALIS KALIUM
GLISEROLAT UNTUK PROSES PRODUKSI
BIODISEL BERKELANJUTAN

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Magister
Teknik (M.T) Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



DESI ERISNA
03012682125009

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

HALAMAN PENGESAHAN

PENGEMBANGAN KATALIS KALIUM GLISEROLAT UNTUK PROSES PRODUKSI BIODISEL BERKELANJUTAN

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelara Magister Teknik (M.T) Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Palembang, Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA
NIP. 19601011 198503 2002

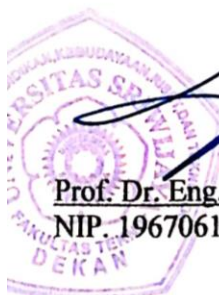

Pembimbing II



Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T.
NIP. 197808222002122001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya,



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T
NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Akhir Tesis dengan judul “Pengembangan Katalis Kalium Gliserolat Untuk Proses Produksi Biodiesel Berkelanjutan” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Juli 2023

Palembang, 27 Juli 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tesis

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc.
NIP. 197502012000122001

()

Anggota :

1. Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.
NIP. 197502012000122001
2. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.
NIP. 197503261990322002
3. Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 198010312005011003


()

()


()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya,


Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, MT
NIP. 19670615 199512 1002

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.
NIP. 19750201 200012 2001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Desi Erisna

NIM : 03012682125009

Judul : Pengembangan Katalis Kalium Gliserolat Untuk Proses Produksi Biodiesel Berkelanjutan

Menyatakan bahwa Laporan Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Desi Erisna

NIM. 03012682125009

RINGKASAN

PENGEMBANGAN KATALIS KALIUM GLISEROLAT UNTUK PROSES PRODUKSI BIODIESEL BERKELANJUTAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, Agustus 2023

Desi Erisna, Dibimbing oleh Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA dan Dr. Fitri Hadiyah, S.T., M.T

Development of potassium glycerolate catalyst for sustainable biodiesel production process

xvii + 77 halaman, 3 Tabel, 17 Gambar, 4 Lampiran

RINGKASAN

Pengembangan katalis yang ramah lingkungan dan lebih murah terus dicari dan diteliti oleh para peneliti agar harga biodiesel dapat bersaing dengan bahan bakar solar dari fosil. Pada penelitian ini dilakukan sintesis katalis kalium gliserolat dari katalis DES (Deep Eutectic Solvent – K_2CO_3 -glycerol) yang dilakukan dengan proses pemanasan dengan variasi suhu, dan suhu terbaik dalam pembuatan katalis kalium gliserolat adalah pada suhu $150^\circ C$, kemudian produk katalis yang dihasilkan dianalisa dan karakteristik katalis kalium gliserolat yang terbaik memiliki conductivity $4482 \mu S/cm$, densitas $1.4858 g/cm^3$, Viskositas $121.574 cP$, Freezing Point $-8^\circ C$ dan PH 14. pH alkali menjadi syarat utama untuk menjadi katalis pada reaksi transesterifikasi. Hasil uji coba konversi RBDPO menjadi biodiesel dengan perbandingan persen berat optimum katalis kalium gliserolat terhadap RBDPO adalah 3,5%w, methanol 30%w, suhu reaksi $65^\circ C$, waktu reaksi 4 jam menghasilkan kandungan total gliserol dalam biodiesel 0,2285%, Angka Asam 0,15%, Densitas $0,8705 g/cm^3$, Viskositas 5,2223 Cst, konversi 96,77% dan kandungan Metil ester 97,81% dan semua parameter tersebut semua memenuhi standar biodiesel yang telah ditetapkan SNI-7182:2015

Kata kunci : Biodiesel, Katalis Kalium Gliserolat, Transesterifikasi,

Kepustakaan : 40 (2010 – 2022)

SUMMARY

DEVELOPMENT OF POTASSIUM GLYCEROLATE CATALYSTS FOR SUSTAINABLE BIODIESEL PRODUCTION PROCESS

Scientific Paper in the form of Tesis., Agustus 2023

Desi Erisna, Dibimbing oleh Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA dan Dr. Fitri Hadiyah, S.T., M.T

Pengembangan Katalis Kalium Gliserolat Untuk Proses Produksi Biodiesel Berkelanjutan

xvii + 77 halaman, 3 Tabel, 17 Gambar, 4 Lampiran

SUMMARY

The development of environmentally friendly and cheaper catalysts continues to be sought and researched by researchers so that the price of biodiesel can compete with diesel fuel from fossils. In this research, the synthesis of potassium glycerolate catalyst from DES (Deep Eutectic Solvent – K_2CO_3 -glycerol) catalyst was carried out by heating process with various temperatures, and the best temperature in the manufacture of potassium glycerolate catalyst was at 150 °C, then the resulting catalyst product was analyzed and the characteristics of the best potassium glycerolate catalyst had conductivity 4482 $\mu S/cm$, density 1.4858 g/cm^3 , Viscosity 121.574 cP, Freezing Point -8 °C and PH 14. Alkaline pH is the main requirement to be a catalyst in the transesterification reaction. The trial results for the conversion of RBDPO to biodiesel with the optimum weight percent ratio of potassium glycerolate catalyst to RBDPO were 3.5%w, methanol 30%w, reaction temperature 65°C, reaction time 4 hours resulted in total glycerol content in biodiesel 0.2285%, Acid Number 0.15%, Density 0.8705 gr/cm^3 , Viscosity 5.22 Cst, conversion 96.77% and 97.81% Methyl ester content and all of these parameters all meet the biodiesel standards set by SNI-7182: 2015.

Keywords : Biodiesel, Potassium Glycerolate Catalyst, Transesterification

Citations : 40 (2010 – 2022)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat-Nya laporan akhir tesis yang berjudul "Pengembangan Katalis Kalium Gliserolat Untuk Proses Produksi Biodiesel berkelanjutan" dapat diselesaikan dengan baik. Semoga isi tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat menjadi referensi bagi peneliti dalam melakukan Pengembangan Katalis Kalium Gliserolat Untuk Proses Produksi Biodiesel berkelanjutan. Tesis ini adalah salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik (M.T) pada Program Studi Teknik Kimia BKU Teknologi Lingkungan Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Topik penelitian tesis ini memfokuskan pada Pengembangan Katalis Kalium Gliserolat Untuk Proses Produksi Biodiesel berkelanjutan. Besar harapan isi tesis ini dapat memberikan manfaat yang nyata bagi lembaga pendidikan dalam melakukan Pengembangan Katalis Kalium Gliserolat Untuk Proses Produksi Biodiesel berkelanjutan serta mendorong mahasiswa untuk mengaplikasikan semua ilmu teoritis yang diterima selama kuliah.

Laporan akhir tesis ini tidak dapat diselesaikan tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Kedua Orang Tua, suami dan seluruh keluarga atas semua doa, dorongan semangat, dan motivasi sehingga laporan akhir tesis ini dapat selesai dengan baik.
2. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE, IPU selaku Rektor Universitas Sriwijaya yang telah memberikan beasiswa pendidikan bagi Tenaga Kependidikan Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Dr. David Bahrin, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

5. Prof.Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan dan arahan hingga laporan tesis ini dapat selesai dengan baik.
6. Dr.Fitri Hadiah,S,T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan dan arahan hingga laporan tesis ini dapat selesai dengan baik.
7. Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc.,Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. dan Dr. David Bahrin, S.T., M.T. selaku penguji tesis yang telah turut serta membantu, mengarahkan, dan memberikan ilmu agar tesis ini menjadi lebih baik lagi.
8. Seluruh pimpinan dan staff Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membantu

Akhir kata penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat ilmiah dan membangun agar laporan tesis ini dapat lebih bermanfaat sebagaimana mestinya.

Palembang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Hipotesa.....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.6. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Biodiesel.....	5
2.1.1. Transesterifikasi	7
2.2. Katalis	7
2.1.2. K_2CO_3	9
2.1.3. Gliserol	10
2.1.4. <i>Deep Eutectic Solvent</i>	10

2.1.5. Kalium Gliseroksida.....	12
2.3. Parameter Yang Diamati	12
2.3.1. Parameter Katalis Gliserolat	12
2.3.2. Parameter Biodiesel	13
2.4. Penelitian Terdahulu.....	14
BAB III METODELOGI PENELITIAN	18
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2. Variabel Penelitian	18
3.2.1. Variabel Bebas	18
3.2.2. Variabel Tetap.....	18
3.2.3. Variabel Terikat	18
3.3. Alat dan Bahan.....	19
3.3.1. Alat.....	19
3.3.2. Bahan	19
3.4. Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1. Pembuatan Katalis Gliserolat Berbasis Katalis DES	19
3.4.2. Pembuatan Biodiesel.....	19
3.5. Analisa Produk (SNI 7852:2015).....	20
3.5.1. Analisa Angka Asam.....	20
3.5.2. Analisa Angka Setana	21
3.5.3. Total Gliserol	23
3.5.4. Pengujian Masa Jenis (Densitas).....	24
3.5.5. Penentuan Viskositas	25
3.5.6. Kinetika Reaksi Transesterifikasi RDBPO Menjadi Biodisel	25
3.6. Diagram Alir Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Katalis Gliserol	29
4.1.1. Karakteristik Katalis Gliserolat	31
4.2. Uji Kinerja Biodiesel Dengan Katalis Gliserolat.....	33
4.2.1. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Total Gliserol Biodiesel.....	34

4.2.2. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Konversi Biodiesel.....	35
4.2.3. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Kadar Metil Ester Biodiesel.....	37
4.2.4. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Angka Asam Biodiesel.....	38
4.2.5. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Densitas Biodiesel.....	39
4.2.6. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Viskositas Biodiesel....	40
4.3. Persamaan Kinetika Reaksi Transesterifikasi RBDPO Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Kalium Gliserolat.....	41
BAB V PENUTUP.....	44
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN A	51
LAMPIRAN B	52
LAMPIRAN C	55
LAMPIRAN D.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data Pengamatan	47
Lampiran B. Data Perhitungan.....	48
Lampiran C. Dokumentasi Penelitian	51
Lampiran D. Prosedur Parameter Mutu Biodiesel	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar Baku Mutu Biodiesel	6
Tabel 4.2. Karakteristik Kalium Gliserolat	31
Tabel 4.3. Data Untuk Membuat Grafik Penentuan Orde Reaksi	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Reaksi Transesterifikasi	7
Gambar 2.2. Kalium Karbonat	9
Gambar 2.3. Struktur Gliserol	10
Gambar 2.4. Klasifikasi DES	11
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1. Gambar Kalium Gliserolat	29
Gambar 4.2. Grafik Sistesis Kalium Gliserolat Terhadap Viskositas	32
Gambar 4.3. Grafik Sistesis Kalium Gliserolat Terhadap Frezzing Point	33
Gambar 4.4. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Total Gliserol Biodiesel	35
Gambar 4.5. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Konversi Biodiesel	36
Gambar 4.6. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Kadar Metil Ester Biodiesel	37
Gambar 4.7. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Angka Asam Biodiesel	38
Gambar 4.8. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Densitas Biodiesel	39
Gambar 4.9. Pengaruh Tipe dan Jumlah Katalis Terhadap Viskositas Biodiesel	41
Gambar 4.10. Reaksi Berorde Satu Pada Proses Transesterifikasi	42
Gambar 4.11. Reaksi Cepat Berorde satu Pada Proses Transesterifikasi dari 0 Menit – 20 Menit	42
Gambar 4.11. Hubungan Waktu Reaksi Dengan Ln ME Untuk persamaan Orde satu	44

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

XRD	<i>X-Ray Diffraction (Difraksi Sinar-X)</i>
XRF	<i>X-Ray Fluoresence (Fluoresensi Sinar-X)</i>
SEM	<i>Scaning Electron Microscopy (Mikroskop Scan Elektron)</i>
EDS	<i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>
SSA	<i>Spektrofotometri Serapan Atom</i>
KGT	<i>Katalis Gliserolat Temperatur</i>
AA	<i>Angka Asam</i>
TG	<i>Total Gliserol</i>
MG	<i>Monogliserida</i>
GB	<i>Gliserol Bebas</i>
FAME	<i>Fatty Acid Methyl Ester</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>
DES	<i>Deep Eutectic Solvent</i>
ILS	<i>Ionic Liquid</i>

DAFTAR SIMBOL

<i>Simbol</i>	<i>Keterangan</i>
N	<i>Normalitas Titran</i>
m_{minyak}	<i>Massa Minyak</i>
V_{titran}	<i>Volume Titran</i>
V_{KOH}	<i>Volume KOH</i>
BM_{KOH}	<i>Berat Molekul KOH</i>
C	<i>Konstanta Ostwald</i>
A_s	<i>Angka Sabun</i>
A_a	<i>Angka Asam</i>
GTTL	<i>Gliserol Total</i>
t	<i>Waktu Transesterifikasi</i>
T	<i>Temperature Reaksi</i>
W	<i>Berat Sampel</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Biodiesel merupakan jenis energi yang sedari awal digagaskan menjadi sumber energi alternatif untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap minyak bumi. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 12 pada tahun 2015 menetapkan penggunaan bahan bakar campuran biodiesel sebanyak 30% (B30) dan telah diaplikasikan sejak Januari 2020. Pemberlakuan peraturan tersebut tentunya akan meningkatkan kebutuhan biodiesel yang berimbas pada peningkatan produksi biodiesel. Permasalahan baru yang timbul seperti pada penggunaan katalis yang tidak ramah lingkungan yang menyebabkan pencemaran ekosistem dan masih impor.

Umumnya, biodiesel dapat diperoleh dengan mereaksikan trigliserida pada minyak dengan alkohol rantai pendek untuk membentuk senyawa ester dengan bantuan katalis. Katalis yang lazim dipakai pada produksi biodiesel saat ini adalah katalis Kalium Metilat (MeOK) sebab memiliki kemampuan katalisator yang tinggi (Andalia & Pratiwi, 2018). Namun, jenis katalis ini memiliki kelemahan dimana katalis sulit dipisahkan dari campuran produk dan pada akhirnya akan terbuang sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan. Untuk itu diperlukan alternatif katalis yang ramah lingkungan dengan kemampuan serupa dengan katalis konvensional, salah satunya seperti katalis gliseroksida (gliserolat).

Beberapa penelitian mengenai produksi katalis gliserolat telah dilakukan. Pradhana, dkk. (2017) mengadakan penelitian yang menyajikan tentang pengadaan kalium gliseroksida sebagai katalis pada produksi biodiesel. Pada penelitian ini, kalium gliseroksida disiapkan dengan mereaksikan larutan KOH dan gliserol dengan memvariasikan komposisi larutan KOH:Gliserol, temperatur, serta tekanan vakum yang memberikan hasil bahwa katalis kalium gliseroksida yang diproduksi berhasil meningkatkan hasil biodiesel hingga memiliki nilai yang serupa (74,3 – 78,9%) dengan katalis biodiesel konvensional, kalium metoksilat (77,9%).

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Oktava & Saragih (2018) memanfaatkan Kalsium gliseroksida yang disintesa dengan mereaksikan kalsium asetat yang telah disiapkan dari cangkang telur dengan gliserol. Adapun biodiesel yang dihasilkan menggunakan kalsium gliseroksida sebagai katalis memberikan konversi yang tinggi dengan kandungan Metil Ester hingga 93,14%.

Gliserolat dalam penelitian ini merupakan senyawa turunan dari *Deep Eutectic Solvent* (DES) gliserol- K_2CO_3 yang mengalami pemanasan pada suhu tinggi disertai pengadukan dalam kurun waktu tertentu. DES merupakan pelarut yang terdiri dari dua komponen (garam ammonium kuartener dan *hydrogenbond donor*) yang tercampur pada rasio yang tepat sehingga titik eutektiknya tercapai (Dzakiroh, dkk. 2021).. Pemilihan K_2CO_3 sebagai salah satu komponen pembuatan katalis didasarkan sebab pada fakta bahwa K_2CO_3 merupakan senyawa yang dapat dengan mudah diperoleh dengan mengekstrak abu limbah organik seperti tandan kosong kelapa sawit, sekam dan limbah organik lainnya (Pambudi & dkk., 2019). Selain itu, setelah reaksi selesai, K_2CO_3 dapat dipisahkan dari gliserol dan dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Sehingga tidak menimbulkan timbunan limbah dan aman bagi lingkungan.

Salah satu permasalahan dalam produksi biodiesel adalah penggunaan katalis yang pada akhirnya akan menjadi limbah dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Adapun penelitian ini mengkaji penggunaan katalis ramah lingkungan, produksi dalam negeri, dan mampu menghasilkan biodiesel yang lebih besar Penelitian berfokus pada karakteristik katalis gliserolat dengan variasi suhu produksi. Selain itu, fokus lainnya adalah karakteristik biodiesel dengan menggunakan gliserolat sebagai katalis dalam reaksi.

Penelitian ini digunakan variasi temperatur pembuatan katalis (110, 130, 150, 170 dan 190°C) dan untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik biodiesel yang diproduksi dan untuk menentukan kinetika reaksi homogen proses transterifikasi dengan kalium gliserolat.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini diantaranya:

- 1) Bagaimana pengaruh variasi suhu reaksi terhadap karakteristik katalis kalium gliserolat yang dihasilkan?

- 2) Bagaimana pengaruh tipe, suhu katalis dan jumlah katalis kalium gliserolat yang digunakan terhadap karakteristik biodiesel yang dihasilkan.
- 3) Bagaimana kinetika reaksi katalis kalium gliserolat pada proses transesterifikasi

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini diantaranya:

- 1) Menganalisis pengaruh variasi suhu reaksi terhadap karakteristik katalis kalium gliserolat yang dihasilkan.
- 2) Menganalisis pengaruh tipe dan jumlah katalis kalium gliserolat terhadap karakteristik biodiesel yang dihasilkan.
- 3) Menentukan kinetika reaksi homogen proses transesterifikasi dengan katalis kalium gliserolat

1.4. Hipotesa

Adapun Hipotesa dalam penelitian ini diantaranya :

- 1) Semakin tinggi suhu produksi gliserolat semakin baik karakteristik gliserolat yang dihasilkan (Pradhana, dkk. 2017).
- 2) Semakin tinggi suhu produksi gliserolat semakin baik kualitas biodiesel berdasarkan SNI 7182:2015 (Pradhana, dkk. 2017)

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang menunjukkan hubungan antar variabel. Adapun dalam penelitian ini digunakan variasi temperature pembuatan katalis (110, 130, 150, 170 dan 190°C) dan untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik biodiesel yang diproduksi. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan analisa karakteristik biodiesel dengan berdasarkan Standar Nasional Indonesia yang telah ditetapkan untuk menguji hipotesa yang ada.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini diantaranya:

- 1) Dapat memberikan solusi terhadap masalah katalis transesterifikasi yang tidak ramah lingkungan dan masih impor

- 2) Memberikan teknologi alternatif dalam memenuhi kebutuhan katalis pembuatan biodiesel dengan bahan baku katalis yang mudah didapat di Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, W. S., Gitamara, S., & Masyithah, Z. (2022). Sintesis Katalis Kalsium Gliseroksida Berbasis Cangkang Telur Bebek-Crude Glyceroldan Aplikasinya dalam Transesterifikasi Minyak Sawit untuk Produksi Biodiesel. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 28-35.
- Al-Rasyid, H., & Nasir, R. (2020). Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa L*) Pada Proses Produksi Metil Ester. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(1):77-87.
- Andalia, W., & Pratiwi, I. (2018). Kinerja Katalis Naoh Dan KOH Ditinjau Dari Kualitas Produk Biodiesel Yang Dihasilkan Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Tekno Global*, 7(2):66-73.
- Andalia, W., & Pratiwi, I. (2019). Kinerja katalis NaOH dan KOH ditinjau dari Kualitas Produk Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Tekno Global*. Vol. 7(2).
- Aziz, I., Aristya, M. N., Hendrawati, & Adhani, L. (2018). Peningkatan Kualitas Crude Glycerol Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Sekam Padi. *Jurnal Kimia Valensi*, 4(1):34-41.
- Bradley, D., Levin, E., Rodriguez, C., Williard, P. G., Stanton, A., & Socha, A. M. (2016). Equilibrium studies of canola oil transesterification using a sodium glyceroxide catalyst prepared from a biodiesel waste stream. *Fuel Processing Technology*, 70-75.
- Busyairi, M., Za'im Muttaqin, A., Meicahyanti, I., dan Saryadi, S. (2020). Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi. *Jurnal Serambi Engineering*. Vol. 5(2).
- Dzakiroh, A., Rahmadina, N., Aida Syarif, Fatria, & Rusnadi, I. (2021). Penggunaan Deep Eutectic Solvent Dalam Penurunan Ffa Minyak Jelantah Serta Pengaruh Kecepatan Dan Waktu Pengadukan. *Distilasi*, 6(2):21-26.

- Esipovich, A. L., Rogozhin, A. E., Belousov, A. S., Kanakov, E. A., & Danov, S. M. (2018). A comparative study of the separation stage of rapeseed oil transesterification products obtained using various catalysts. *Fuel Processing Technology*, 153-164.
- Esipovich, A., Rogozhin, A., Danov, S., Belousov, A., & Kanakov, E. (2018). The structure, properties and transesterification catalytic activities of the calcium glyceroxide. *Chemical Engineering Journal*, 1-39.
- Fadilah, N. (2017). *Studi Hubungan Antara Temperatur Kalsinasi Terhadap Komposisi Senyawa Kimia Katalis Cao Dari Cangkang Kepiting. Skripsi*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Firdaus, M., & Alfa. (2015). Perkembangan Biodiesel Di Indonesia Tinjauan Atas Kondisi Saat Ini, Teknologi Produksi & Analisis Prospektif. *Jurnal Pasti*, 9(1):35-45.
- Gonzaga, F. B., & Sobral, S. P. (2012). A New Method For Determining The Acid Number of Biodiesel Based on Coulometric Titration. *Jurnal Talanta*. Vol. 97: 199-203.
- Gu, L., Huang, W., Tang, S., Tian, S., & Zhang, X. (2015). A Novel Deep Eutectic Solvent For Biodiesel Preparation Using A Homogeneous Base Catalyst. *Chemical Engineering Journal*, 647-652.
- Hadrah, H., Kasman, M., & Sari, F. M. (2018). Analisis Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Biodiesel Dengan Proses Transesterifikasi. *Jurnal Daur Lingkungan*. Vol. 1(1): 16-21.
- Haryanto, A., Silviana, U., Triyono, S., & Prabawa, S. (2015). Produksi Biodiesel Dari Transesterifikasi Minyak Jelantah Dengan Bantuan Gelombang Mikro: Pengaruh Intensitas Daya Dan Waktu Reaksi Terhadap Rendemen Dan Karakteristik Biodiesel. *Agritech*, 35(2):234-240.
- Kalhor, P., & Ghandi, K. (2021). Deep Eutectic Solvents As Catalysts For Upgrading Biomass. *Catalyst*, 11,178.
- Khairunisa, L. F., Widyasanti, A., & Nurjanah, S. (2019). Kajian Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Rendemen Dan Mutu Kristal Patchouli

- Alcohol dengan Metode Cooling Crystallization. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 7(1):2019.
- Kouzu, M., Hidaka, J.-s., Wakabayashi, K., & Tsunomori, M. (2010). Solid base catalysis of calcium glyceroxide for a reaction to convert vegetable oil into its methyl esters. *Applied Catalysis A: General*, 11-18.
- Lestari, D. Y. (2012). Pemilihan Katalis Yang Ideal. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan Mipa* (Pp. K1-K6). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ling, J. K., & Hadinoto, K. (2022). Deep Eutectic Solvent As Green Solvent In Extraction Of Biological Macromolecules: A Review. *International Journal Of Molecular Sciences*, 1-28.
- Musta, R., Haetami, A., & Salmawati, M. (2017). Biodiesel Of The Transesterification Product Of Calophyllum Inophyllum Seed Oil from Kendari Using Methanol Solution. *Ind. J. Chem. Res.*, 4(2):394-401.
- Oktava, S., & Saragih, H. (2018). Sintesa Kalsium Gliseroksida dari Cangkang Telur dan Penggunaannya Sebagai Katalis pada Pembuatan Biodiesel. *PROSIDING SNIPS 2018* (pp. 483-500). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Pambudi, M. S., Octavia, N. N., Putri, N. P., Sanjaya, A. S., & Mardiah. (2019). Pengaruh Rasio Pelarut Terhadap Proses Ekstraksi Kalium Karbonat (K_2CO_3) Dari Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit . *Prosiding Seminar Nasional Teknologi V* (Pp. 103-108). Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Pradhan, S., Shen, J., Emami, S., & Mohan, P. (2016). Synthesis of potassium glyceroxide catalyst for sustainable green fuel (biodiesel) production. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. (pp. 1-7).
- Pratama, I. A., Kurniaty, I., Hasyim, U. H., & Fitriyano, G. (2021). Eview: Pemanfaatan Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Sebagai Bahan Baku Biodiesel Berdasarkan Proses Produksi Dan Penambahan Katalis.

Konversi, 10(01):1-12.

Pradhan, S., Shen, J., Emami, S., Naik, S., & Reaney, M. J. (2014). Fatty Acid Methyl Esters Production With Glycerol Metal Alkoxide Catalyst. *European Journal Of Lipid Science And Technology*, 1-21.

Pradhana, S., Shen, J., Emami, S., Mohanty, P., Naik, S., Dalai, A. K., & Reaney, M. J. (2017). Synthesis Of Potassium Glyceroxide Catalyst For Sustainable Green Fuel (Biodiesel) Production. *Journal Of Industrial And Engineering Chemistry*, 266-272.

[Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Jiec.2016.10.038](http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Jiec.2016.10.038).

Praputri, E., Sundari, E., Firdau, F., & Sofyan, S. (2018). Penggunaan Katalis Homogen Dan Heterogen Pada Proses Hidrolisis Pati Umbi Singkong Karet Menjadi Glukosa. *Jurnal Litbang Industri*, 105-110.

Randy, K. (2008). Pengaruh Suhu Waktu Pemanasan Terhadap Kualitas Minyak Kelapa yang Dibuak Dengan Cara Pemanasan. Institut Teknik Bandung.

Reina, L. L., Cabeza, A., Rius, J., Maireles-Torres, P., Alba-Rubio, A. C., & Granados, M. L. (2013). Structural and surface study of calcium glyceroxide, an active phase for biodiesel production under heterogeneous catalysis. *Journal of Catalysis*, 30-36.

Ruhaiya, F., Nisa, H. C., Hafidh, M., & Kurniasih, E. (2020). Jurnal Review : Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Pada Produksi Biodiesel Dengan Katalis Heterogen Cao. *Jurnal Teknik Dan Teknologi*, 15(30):23-29.

Santoso, R., & Azwar, E. (2020). Pengaruh Konsentrasi Isopropanol Terhadap Karakteristik Karboksimetil Selulosa Dari Batang Pisang. *Jurnal Kelitbangan*, 8(3):253-264.

Saragih, H. (2018). Sintesa Calcium Glyceroxide: Pengaruh Konsentrasi Glycerine. *PROSIDING SNIPS 2018* (pp. 173-180). Bandung: Universitas Advent Indonesia.

Setyawati, H., Sari, S. A., & Handayani, H. N. (2010). Pengaruh Penambahan katalis Kalium Hidroksida Dan Waktu Pada Proses Transesterifikasi Biodiesel Minyak Biji Kapuk. *Jurnal Flywheel*. Vol. 3(2): 13-17.

- Sharikh, A. M., Sulaiman, S., Azmi, A. S., & Sulaiman, S. Z. (2018). Potassium Carbonate From Pineapple And Orange Peels As Catalyst For Biodiesel Production. *AIP Conference Proceedings* (Pp. 1-7). Pahang: AIP Publishing.
- Smith, E. L., Abbott, A. P., & Ryder, K. S. (2014, October 10). *Deep Eutectic Solvents (Dess) And Their Applications*. Retrieved From Acs Publications: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/cr300162p>
- Susila Arita, 2009, *Proses Pembuatan Biodiesel di dalam Reaktor Unggun Diam (Fixed Bed Reactor) dengan Katalis Padat Alumina Berbasis Logam*, Prosiding Seminar Nasional Daur Bahan Bakar 2009 Serpong, 13 Oktober 2009 ISSN 1693-4687
- Tacias-Pascacio, V. G., & Torrestiana-Sánchez, B. (2019). Comparison of acid, basic and enzymatic catalysis on the production of biodiesel after RSM optimization. *Renewable Energy*, 1-9.
- Wang, E., Shen, J., Wang, Y., Tang, S., Emami, S., & Reaney, M. J. (2015). Production of biodiesel with lithium glyceroxide.