

**MODIFIKASI KATALIS $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ DENGAN PENAMBAHAN
PROMOTOR K DAN P UNTUK MENGONVERSI *CRUDE PALM OIL*
MENJADI *GREEN DIESEL***



**Disusun sebagai Salah Satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Diploma IV
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri**

**OLEH :
DINAH WIKA MAHARANI
0617 4042 1859**

**POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA
PALEMBANG
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**MODIFIKASI KATALIS NiMo/ γ -Al₂O₃ DENGAN PENAMBAHAN
PROMOTOR K DAN P UNTUK MENGONVERSI *CRUDE PALM OIL*
MENJADI *GREEN DIESEL***

OLEH :

DINAH WIKA MAHARANI

0617 4042 1859

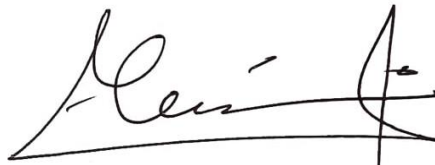
Palembang, Agustus 2021

Menyetujui,
Pembimbing I,



Ir. Jaksen, M. Si.
NIDN 0004096265

Pembimbing II,



Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T.
NIDN 0009076106

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir. Jaksen, M.Si

NIP 196209041990031002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139
Telp.0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id



Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada tanggal 29 Juli 2021

Tim Penguji

1. Dr. Martha Aznury, M.Si.
NIDN 0019067006
2. Indah Purnamasari, S.T., M. Eng.
NIDN 0027038701
3. Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIDN 0012076607

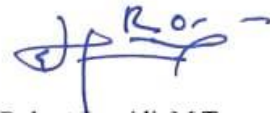
Tanda Tangan

()

()

()

Palembang, Agustus 2021
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
DIV Teknologi Kimia Industri



Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIP 196607121993031003

RINGKASAN
MODIFIKAKSI KATALIS NiMo/ γ -Al₂O₃ DENGAN PENAMBAHAN
PROMOTOR K DAN P UNTUK MENGONVERSI *CRUDE PALM OIL*
MENJADI GREEN DIESEL

(Dinah Wika Maharani, 2021, 59 Halaman, 9 Tabel, 19 Gambar, 4 Lampiran)

Penelitian modifikasi katalis NiMo/ γ -Al₂O₃ telah dilakukan untuk proses *hydrotreating* dengan reaksi hidrodeoksigenasi menggunakan bahan baku *Crude Palm Oil* untuk menghasilkan *green diesel*. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh katalis dengan metode impregnasi kering, mendapatkan persen *yield* tertinggi dari proses *hydrotreating* dan produk yang memiliki karakteristik seperti bahan bakar diesel dari minyak bumi. Proses *hydrotreating* dilakukan pada temperatur 410°C dengan tekanan hydrogen 4 bar. *Crude Palm Oil* sebanyak 2000ml direaksikan dengan hidrogen (H₂) berbentuk gas menggunakan bantuan katalis untuk mempercepat reaksi. Variabel tidak tetap yang digunakan pada penelitian ini berupa jumlah katalis. Katalis yang digunakan adalah NiMo/ γ -Al₂O₃ sebanyak 20g, 30g, 40g, 50g, dan 60 g, pada waktu reaksi 5 jam. Katalis NiMo/ γ -Al₂O₃ dibantu promotor P dan K berfungsi untuk menetralisasi pusat asam, mereduksi *coke*, dan meningkatkan dispersi *molybdenum* di dalam katalis. Parameter yang akan diamati adalah densitas, viskositas, kadar air, titik nyala, persen *yield*, nilai kalor, dan *cetane number*. Pemakaian katalis sebesar 40g dalam 2000 ml sampel merupakan kondisi optimum pada penelitian ini dan menghasilkan persentase *yield* sebesar 34,46%. Sifat fisik *green diesel* yang diperoleh dari penelitian ini, antara lain densitas (773,94 – 778,26 kg/m³), viskositas kinematik (2,41 – 2,58 mm²/s), kadar air (13194,87 – 16559,29 ppm), titik nyala (55,1 – 56,9 °C), nilai kalor (40,9737 Mj/kg), dan *cetane number* 93,7

Kata Kunci : NiMo/ γ -Al₂O₃; Promotor K dan P; *Hydrotreating*; *Green diesel*.

ABSTRACT
MODIFICATION OF NiMo/ γ -Al₂O₃ CATALYST WITH ADDITION
OF K AND P PROMOTORS TO CONVERT CRUDE PALM OIL
TO GREEN DIESEL

(Dinah Wika Maharani, 2021, 59 Pages, 9 Tables, 19 Pictures, 4 Appendices)

The study of modification NiMo/ γ -Al₂O₃ catalyst has been carried out for the hydrotreating process with a hydrodeoxygenation reaction using crude palm oil as raw material to produce green diesel. This study was conducted to obtain a catalyst using the dry impregnation method, to obtain the highest percentage yield from the hydrotreating process and a product that has characteristics such as diesel fuel from petroleum. The hydrotreating process was carried out at a temperature of 410°C with a hydrogen pressure of 4 bar. 2000ml of crude palm oil was reacted with H₂ in the gas phase using catalyst for speeding up the reaction. Variable control in this study is amount of catalyst. The catalyst used is NiMo/ γ -Al₂O₃ as much 20g, 30g, 40g, 50g, and 60 g, on 5 hour operating time. Catalyst NiMo/ γ -Al₂O₃ added promoter K and P have a function to neutralize acid center, reduce coke, and increase molybdenum dispersion in the catalyst. Parameter to be absorbed are density, viscosity, water content, flash point, percent yield, heating value, and cetane number. The using catalyst of 40g in to 2000 ml sample is the optimum condition in this study and produce yield percentage 34,46%. Physical properties of green diesel which is obtained among others density (773,94 – 778,26 kg/m³), kinematic viscosity (2,41 – 2,58 mm²/s), water content (13194,87 – 16559,29 ppm), flash point (55,1 – 56,9 °C), heating value (40,9737 MJ/kg), and cetane number 93,7.

Keywords: NiMo/ γ -Al₂O₃; Promoter K and P; Hydrotreating; Green diesel.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“But perhaps you hate a thing and it is good for you, and perhaps you love a thing and it is bad for you. Allah knows, while you know not.” (Al- Baqarah : 216)

“Although we’re not great, we’re with Allah who is القوی ”

Kupersembahkan untuk:

- ❖ Ayah dan Ibu serta Keluargaku
- ❖ Kedua Dosen Pembimbingku
- ❖ Teman-Teman Seperjuangan
- ❖ Almamaterku

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun laporan tugas akhir tepat pada waktunya. Laporan ini disusun berdasarkan hasil pengamatan dan data-data yang diperoleh saat melakukan penelitian di Laboratorium Teknik Kimia dan Laboratorium Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia.

Dalam melaksanakan penelitian ini penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Carlos R.S., S.T., M.T., selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ir. Jaksen, M.Si., selaku ketua Jurusan Teknik Kimia dan pembimbing I Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Ir. Robert Junaidi, M.T., selaku Koordinator program Studi Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T., selaku Pembimbing II Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ir. Mustain, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Seluruh dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Orang tua, Putri, abang dan Devin yang selalu mendoakan, memotivasi, dan memberikan dukungan moril, spritual, dan materil sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Rizkia, Linda, Roby, Isnan, dan Haidar selaku teman satu kelompok dalam penelitian dan menyelesaikan tugas akhir.
11. Teman – teman kelas 8 KIB dan 8 Teknik Energi angkatan 2017 yang selalu memberikan bantuan dan semangat dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Seluruh pihak laboratorium, administrasi, dan rekan – rekan yang telah membantu

dalam menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk berkarya lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang. Semoga uraian dalam laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PENGUJIAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| MOTTO | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan | 3 |
| 1.3. Manfaat | 4 |
| 1.4. Perumusan Masalah | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. Katalis | 5 |
| 2.1.1. Pengertian Katalis | 5 |
| 2.1.2. Klasifikasi Katalis | 6 |
| 2.1.3. Sifat-Sifat Katalis | 7 |
| 2.1.4. Komponen-Komponen Katalis..... | 8 |
| 2.1.5. Pembuatan Katalis..... | 9 |
| 2.1.6. Modifikasi Katalis | 10 |
| 2.2. <i>Crude Palm Oil (CPO)</i> | 13 |
| 2.3. Gas Hidrogen..... | 15 |
| 2.4. <i>Proses Hyrotreating</i> | 16 |
| 2.5. <i>Green Diesel</i> | 18 |
| BAB III METODELOGI PENELITIAN | |
| 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian..... | 20 |
| 3.2. Bahan dan Alat..... | 20 |
| 3.3. Perlakuan dan Rancangan Percobaan..... | 20 |
| 3.4. Pengamatan..... | 21 |
| 3.5. Prosedur Percobaan..... | 22 |
| 3.6. Prosedur <i>Hydrotreating</i> | 22 |
| 3.7. Prosedur Pengujian/Analisis | 23 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1. Hasil Penelitian | 30 |
| 4.1.1. Hasil analisis Katalis NiMo/ γ -Al ₂ O ₃ dengan Metode XRD | 30 |
| 4.1.2. Analisis Karakteristik dan <i>yield Green Diesel</i> | 30 |
| 4.1.3. Analisa Kuantitatif <i>Green Diesel</i> | 31 |
| 4.1.4. Analisis GC-MS..... | 31 |
| 4.2. Pembahasan | 31 |
| 4.2.1. Modifikasi dan Karakterisasi NiMo/ γ -Al ₂ O ₃ | 31 |
| 4.2.2. Analisis Katalis NiMo/ γ -Al ₂ O ₃ dengan XRD | 35 |
| 4.2.3. Proses Katalitik Hidrogenasi..... | 36 |
| 4.2.4. Uji Densitas <i>Green Diesel</i> | 39 |
| 4.2.5. Uji Viskositas <i>Green Diesel</i> | 40 |
| 4.2.6. Uji Kadar Air <i>Green Diesel</i> | 41 |
| 4.2.7. Uji Titik Nyala <i>Green Diesel</i> | 42 |
| 4.2.8. Persentase <i>yield Green Diesel</i> | 43 |
| 4.2.9. Uji Nilai Kalor <i>Green Diesel</i> | 44 |
| 4.2.10. Uji <i>Cetane Number Green Diesel</i> | 44 |
| 4.2.11. Analisis Senyawa Kimia dan Komposisi <i>Green Diesel</i> | 45 |
| 4.2.12. Perbandingan Penelitian | 47 |

BAB IV PENUTUP

| | |
|----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan..... | 51 |
| 5.2. Saran..... | 51 |

DAFTAR PUSTAKA 52

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 2.1. Komposisi Asam Lemak CPO dan PKO | 14 |
| 2.2. <i>Standar Mutu Crude Palm Oil</i> | 14 |
| 2.3. Sifat Fisik dan Kimia Hidrogen (H ₂) | 15 |
| 2.4. Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel dan <i>Green Diesel</i> | 19 |
| 4.1. Karakteristik Masing-Masing Katalis | 30 |
| 4.2. Karakteristik Masing-Masing Sampel | 30 |
| 4.3. Analisa Kualitatif <i>Green Diesel</i> | 31 |
| 4.4. Data Hasil Komponen dan Komposisi Senyawa <i>Green Diesel</i> | 31 |
| 4.5. Hasil analisis XRD Komposisi Katalis NiMo/ γ -Al ₂ O ₃ | 36 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 2.1. Reaksi tanpa Katalis dan dengan Katalis | 5 |
| 2.2. Struktur Molekul Al_2O_3 | 11 |
| 2.3. Struktur Molekul $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ | 12 |
| 2.4. Struktur Molekul Asam Fosfat | 13 |
| 2.5. <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)..... | 13 |
| 3.1. Alat Reaktor Hydrotreating..... | 22 |
| 3.2. Diagram Alir Modifikasi Katalis..... | 28 |
| 3.3. Diagram Alir Pembuatan <i>Green Diesel</i> | 29 |
| 4.1. Katalis NiMo/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dengan Promotor K dan P..... | 32 |
| 4.2. Perbandingan hasil analisis XRD untuk katalis NiMo/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dengan variasi rasio K_2CO_3 | 35 |
| 4.3. Produk <i>Green Diesel</i> | 38 |
| 4.4. Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Densitas <i>Green Diesel</i> | 39 |
| 4.5. Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Viskositas <i>Green Diesel</i> | 40 |
| 4.6. Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Kadar Air <i>Green Diesel</i> | 41 |
| 4.7. Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Titik Nyala <i>Green Diesel</i> | 42 |
| 4.8. Pengaruh Jumlah Katalis terhadap <i>Yield Green Diesel</i> | 43 |
| 4.9. Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Nilai Kalor <i>Green Diesel</i> | 44 |
| 4.10. Pengaruh Jumlah Katalis terhadap <i>Cetane Number Green Diesel</i> | 45 |
| 4.11. Grafik Fraksi dan Komposisi <i>Green Diesel</i> | 46 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---------------------------|---------|
| I. Data Penelitian | 60 |
| II. Data Perhitungan..... | 66 |
| III. Dokumentasi | 75 |
| IV. Surat-surat | 80 |