

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ )  
DENGAN PROSES HIDROGENASI**



**Disusun Oleh :**

**FIRZA OKTA SUMARMIYATI**

**18031010118**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2022**



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI

LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN HASIL PENELITIAN

“PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ )  
DENGAN PROSES HIDROGENASI”

Disusun Oleh :

FIRZA OKTA SUMARMIYATI

18031010118

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Dosen Penguji  
Pada Tanggal: 20 Januari 2022

Tim Penguji:

1.

Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, MT.

NIP. 19661130 199203 2 001

2.

Ir. Nurul Widji Triana, MT.

NIP. 19610301 198903 2 001

Pembimbing:

1.

Ir. Bambang Wahyudi, MS

NIP. 19580711 198503 1 001

2.



Ditandatangani secara elektronik oleh  
Dr. Sri Djangkung Sumbogo Murti, B.Eng.  
196909281988121001

Dr. SD. Sumbogo Murti, M.Eng

NIP. 19690928 198812 1 001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Dr. Dra. Jariyah, MP

NIP. 19650403 199103 2 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN TINGGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60295 Telp. (031) 872179 Fax. (031)872257

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Firza Okta Sumarmiyati NPM. 18031010118

Zamroni Dita Firdaus NPM. 18031010127

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/tidak ada revisi\*) *Proposal/ Skripsi/ Kerja-Praktek*, dengan

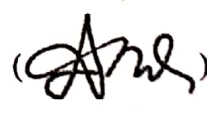
Judul:

**"Pembuatan *Green Diesel* Dengan Variasi *Feedstock* Menggunakan Katalis ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) Dengan Proses Hidrogenasi"**

Surabaya, 21 Januari 2021

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Dr. T. Ir. Dyah Suci P, MT ()

2. Ir. Nurul Widji Triana, MT ()

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Ir. Bambang Wahyudi, MS  
NIP. 19580711 198503 1 001

\*) Coret yang tidak perlu

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Firza Okta Sumarmiyati

NIM : 18031010118

Fakultas /Program Studi : Teknik/Teknik Kimia

Judul Skripsi/Tugas Akhir/Tesis/Desertasi : Pembuatan *Green Diesel* dengan Variasi *Feedstock* Menggunakan Katalis (CoMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan Proses Hidrogenasi

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 14 November 2022

Yang Menyatakan



( Firza Okta . S . )



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI

---

---

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah kebersamai penyusun dalam setiap fase penyusunan sehingga dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dengan judul “Pembuatan *Green Diesel* dengan Variasi *Feedstock* menggunakan Katalis ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) dengan Proses Hidrogenasi” sebagai salah satu tugas skripsi. Laporan hasil penelitian ini tidak dapat tersusun sedemikian rupa tanpa bantuan, dukungan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Penyusun ingin berbagi rasa syukur dengan mengucapkan terimakasih kepada orang – orang yang kebersamai penyusun dalam menyelesaikan proposal penelitian ini :

1. Kedua orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materiil.
2. Bapak Ir. H. Bambang Wahyudi, MS. Selaku Dosen Pembimbing Penelitian penulis, pendidik dan pribadi terbaik yang mendampingi penulis menjalani pilihan untuk mendalami ilmu Teknik kimia secara mendalam.
3. Bapak Dr. SD. Sumbogo Murti, M.Eng selaku dosen pembimbing penulis di Pusat Teknologi Sumber daya Energi Industri dan Kimia Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi sewaktu melakukan penelitian disana, pendidik dan peneliti baik yang mendampingi penulis memahami menjalani proses penelitian untuk mendalami ilmu Energi baru terbarukan (EBT) secara mendalam.
4. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Bapak Dr. Ir Hens Saputra, M.Eng selaku Direktur Pusat Teknologi Sumber daya Energi Industri dan kimia Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi yang telah memberikan pengalaman dan wawasan apa yang harus dilakukan paska menyelesaikan penelitian kedepan. Juga para staff di Pusat Teknologi



**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI**

---

Sumber daya Energi Industri dan Kimia, BPPT yang telah memberikan bantuan dalam melaksanakan prosedur penelitian dan membantu dalam hal penggunaan alat analisa hasil penelitian sehingga mendapatkan hasil yang komprehensif.

7. Ibu Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, MT. Selaku Dosen Penguji dalam penelitian ini.
8. Ibu Ir. Nurul Widji Triana, MT. Selaku Dosen Penguji dalam penelitian ini.
9. Bapak Ir. Mochamad Isa Ansori selaku pemilik perusahaan CV. Madurekso Kimia Raya yang telah mempersiapkan dan memberikan bantuan bahan baku berupa minyak biji jarak keyyar dalam penelitian ini.
10. PT. SMART Tbk. (Filma), Surabaya yang telah mempersiapkan dan memberikan bantuan bahan baku berupa *Crude Palm Oil Off-Grade* dalam penelitian ini.
11. Bapak H. Suharsono selaku pemilik perusahaan CV. Jaya Teknik, Pandaan, Pasuruan yang telah mempersiapkan bahan baku berupa minyak biji kapuk dalam penelitian ini.

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan pada penyusunan proposal ini. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun atas proposal ini. Akhir kata, penyusun mohon maaf yang sebesar – besarnya kepada semua pihak, apabila dalam penyusunan laporan ini penyusun melakukan kesalahan baik yang disengaja maupun tidak di sengaja.

Surabaya, 17 Januari 2022

Penyusun



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI

---

---

**DAFTAR ISI**

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
INTISARI .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Tujuan .....	4
I.3 Manfaat .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
II.1 Karakteristik Minyak Nabati .....	6
II.1.1 Minyak Biji Kapuk .....	6
II.1.1.1 Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Kapuk .....	7
II.1.2 Minyak Biji Jarak Kepyar .....	9
II.1.2.1 Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Jarak Kepyar .....	10
II.1.3 CPO Off-Grade .....	11
II.1.3.1 Sifat Fisika dan Sifat Kimia CPO .....	13
II.2 Degumming .....	14
II.3 Green Diesel .....	15
II.3.1 Pemilihan Bahan Baku <i>Green diesel</i> .....	16
II.4 Pembuatan Green Diesel Dengan Proses Hidrogenasi .....	17
II.5 Mekanisme Reaksi .....	18
II.6 Katalis .....	20
II.7 Syarat Mutu Biodiesel .....	21
II.8 Landasan Teori .....	24
II.8.1 Temperatur Reaksi .....	24
II.8.2 Waktu reaksi .....	25
II.8.3 Tekanan .....	25



**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI**

---

II.8.4 Jumlah Stage .....	26
II.8.5 Sulfida Katalis .....	26
II.9 Hipotesa .....	27
BAB III METODE PENELITIAN .....	28
III.1 Bahan yang digunakan .....	28
III.2 Peralatan yang digunakan .....	28
III.3 Kondisi yang Ditetapkan .....	29
III.4 Variabel .....	30
III.5 Prosedur Penelitian .....	30
III.5.1 Analisa FFA Ketiga Bahan Baku yang Digunakan .....	30
III.5.2 Pre-treatment (Perlakuan Awal Bahan Baku) .....	30
III.5.3 Pembuatan Green Diesel dengan Reaksi Hidrogenasi .....	31
III.6 Diagram Alir .....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	35
IV.1 Hasil Penelitian .....	35
IV.1.1 Pre-Treatment .....	35
IV.1.2 Sintesis Green Diesel .....	39
IV.1.3 Hasil Analisa GC-TCD dan GC-FID .....	42
IV.1.4 Hasil Karakterisasi Ketiga Bahan Baku .....	45
IV.2 Pembahasan .....	50
IV.2.1 Hubungan Terbentuknya Gas Samping dengan Mekanisme Reaksi yang terjadi .....	50
IV.2.2 Pengaruh Katalis terhadap Persen Yield yang dihasilkan .....	54
IV.2.3 Karakterisasi <i>Green Diesel</i> .....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
V.1 Kesimpulan .....	61
V.2 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	63
APPENDIKS A .....	68
APPENDIKS B .....	69
APPENDIKS C .....	75

---





**LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI**

---

---

APPENDIKS D .....	77
LAMPIRAN 1 .....	91
LAMPIRAN 2 .....	98



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI

---

---

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Minyak Biji Kapuk.....	6
Tabel 2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Kapuk.....	7
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Biji Jarak Kepyar.....	9
Tabel 2.4 Kandungan Asam Lemak Biji Jarak Kepyar.....	9
Tabel 2.5 Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Jarak Kepyar.....	9
Tabel 2.6 Komponen Penyusun CPO Off-Grade.....	11
Tabel 2.7 Komposisi Asam Lemak Pada CPO Off-Grade .....	12
Tabel 2.8 Sifat Fisika dan Kimia CPO .....	12
Tabel 2.9 Sifat Fisika dan Kimia CPO Sebelum dan Sesudah Dimurnikan.....	13
Tabel 2.10 Perbandingan antara diesel petroleum, biodiesel, dan green diesel.....	15
Tabel 2.11 Syarat Mutu Biodiesel.....	20
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat Reaktor.....	27
Tabel 4.1 Hasil Pre-Treatment Minyak Biji Kapuk.....	34
Tabel 4.2 Hasil Pre-Treatment CPO Off-grade.....	35
Tabel 4.3 Hasil Pre-Treatment Minyak Jarak Kepyar .....	35
Tabel 4.4 Yield Hasil Proses Hidrogenasi.....	38
Tabel 4.5 Hasil analisa produk gas stage 1 GC-TCD dan GC-FID.....	40
Tabel 4.6 Hasil analisa produk gas stage 2 GC-TCD dan GC-FID.....	41
Tabel 4.7 Hasil Karakterisasi Green Diesel dari Minyak Biji Kapuk dengan penggunaan katalis $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ .....	43
Tabel 4.8 Hasil Karakterisasi Green Diesel dari Minyak Biji Kapuk dengan penggunaan katalis $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ .....	44
Tabel 4.9 Hasil Karakterisasi Green Diesel dari Minyak Jarak Kepyar dengan penggunaan katalis $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ .....	45



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI

---

---

Tabel 4.10 Hasil Karakterisasi Green Diesel dari CPO Off-grade dengan penggunaan katalis $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dan $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ .....	46
Tabel 4.11 Perbandingan Karakterisasi Green Diesel Dari Ketiga Bahan Baku dengan SNI Biodiesel.....	54
Tabel 1. Hasil Pengamatan Pre-Treatment .....	74
Tabel 2. Hasil Pengamatan Sintesis Green Diesel .....	75
Tabel 3. Proses Hidrogenasi Stage 1.....	75
Tabel 4. Proses Hidrogenasi Stage 2 .....	84



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI

---

---

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Minyak Biji Kapuk.....	7
Gambar 2.2 Struktur Minyak Biji Jarak Kepar.....	10
Gambar 3.1 Rangkaian Alat Hidrogenasi.....	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Uji FFA Bahan Baku (Minyak Mentah).....	30
Gambar 3.3 Diagram Alir <i>Pre-treatment</i> Bahan Baku (Minyak Mentah).....	31
Gambar 3.4 Diagram Alir Sintesis Green Diesel .....	32
Gambar 4.1 Grafik %yield setelah Pre-Treatment.....	36
Gambar 4.2 Grafik hasil konsentrasi produk gas hidrogenasi pada minyak biji kapuk.....	49
Gambar 4.3 Grafik hasil konsentrasi produk gas hidrogenasi pada minyak jarak kepyar.....	50
Gambar 4.4 Grafik hasil konsentrasi produk gas hidrogenasi pada CPO Off-grade.....	51
Gambar 4.5 Grafik jenis katalis vs persen yield untuk ketiga bahan baku.....	52
Gambar 4.6 Perbedaan Warna Katalis.....	53
Gambar 6.1 Grafik waktu vs suhu yang terbaca pada proses hidrogenasi stage 1.....	83
Gambar 6.2 Grafik waktu vs suhu yang terbaca pada proses hidrogenasi stage 2.....	87



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*  
MENGUNAKAN KATALIS ( $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  DAN  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) DENGAN  
PROSES HIDROGENASI

---

---

## INTISARI

Minyak biji kapuk, minyak biji jarak kepyar, dan *CPO Off-grade* tidak dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, tetapi memiliki potensi besar sebagai Bahan Bakar Nabati (BBN) seperti *green diesel*. Variasi *feedstock* (bahan baku) yang digunakan pada pembuatan *green diesel* sangat di perlukan karena tanaman memiliki masa panen yang berbeda – beda. *Green diesel* merupakan bahan bakar ramah lingkungan yang dapat secara langsung digunakan tanpa penambahan solar dan dapat diperbarui. Katalis alumina oksida memiliki kelebihan yaitu aktivitas katalitik baik dan bernilai ekonomis. Gamma-alumina oksida termodifikasi CoMo dan NiMo berpotensi untuk meningkatkan sisi asam, luas permukaan dan stabilitas katalis. Oleh karena itu, penerapan katalis menjadi suatu urgensi untuk meningkatkan kualitas dan produktifitasnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat *green diesel* dari ketiga bahan baku yang digunakan melalui proses hidrogenasi menggunakan katalis  $\text{CoMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  yang memenuhi SNI Biodiesel. Acuan efektifitas dan efisiensi produksi didasarkan pada persentase rendemen (% yield) dan karakteristik produk secara fisik dan kimia. Proses pembuatan *green diesel* terdiri dari proses *pre-treatment* bahan baku dan sintesis *green diesel*. *Pre-treatment* bahan baku bertujuan untuk menghilangkan gum dan menurunkan kadar *Free Fatty Acid* (FFA) sebelum diproses menjadi *green diesel*. Selanjutnya, proses pembuatan *green diesel* dimulai dengan pemberian tekanan awal 30 bar, suhu 300 °C untuk tahap reaksi (stage) 1 selama 1 jam dan 400°C untuk stage 2 selama 1 jam pada reaktor hidrogenasi jenis *batch*, dan penambahan katalis. Hasil *green diesel* yang diperoleh akan dikarakterisasi menggunakan GC-TCD dan GC-FID untuk produk gas dan dilakukan analisa Viskositas Kinematik, Titik Nyala, Titik Tuang, Titik Kabut, Nilai Kalor, Kandungan sulfur, Angka Asam, GC-FID Liquid, dan Massa Jenis untuk produk cair selanjutnya dibandingkan dengan SNI biodiesel. Hasil *green diesel* terbaik didapatkan pada bahan *CPO Off-grade* menggunakan katalis  $\text{NiMo}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  dengan %yield sebesar 96,4626% dan hasil karakterisasi didapat bahwa Titik Nyala, Titik Tuang, Nilai Kalor, Kandungan sulfur, GC-FID Liquid, dan Massa Jenis memenuhi standar SNI Biodiesel, namun untuk nilai kinematic viscosity belum memenuhi standar SNI Biodiesel.

Kata kunci : *Green Diesel*, Hidrogenasi, Variasi *Feedstock*, Katalis, Energi Terbarukan