

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 :

ZAMRONI DITA FIRDAUS

18031010127

**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**



Disusun Oleh :

ZAMRONI DITA FIRDAUS

18031010127

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2022

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 :

ZAMRONI DITA FIRDAUS

18031010127

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 Widhi 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. Jarifah, MP

NIP. 19650403 199103 2 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60294 Telpn (031)8782179
email : ft@upnjatim.ac.id faximile (031) 8782257 Laman : www.upnjatim.ac.id

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Firza Okta Sumarmiyati NPM. 18031010118
Zamroni Dita Firdaus NPM. 18031010127

Jurusan : Teknik Kimia

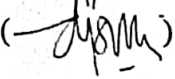
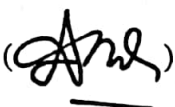
Telah mengerjakan revisi/~~tidak ada revisi~~*) ~~Proposal/ Skripsi/ Kerja Praktek~~, dengan

Judul:

"Pembuatan *Green Diesel* dengan Variasi *Feedstock* menggunakan Katalis (CoMo/ γ -Al₂O₃ dan NiMo/ γ -Al₂O₃) 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 : Zamroni Dita Firdaus

NPM : 18031010127

Fakultas / Program Studi : Teknik / Teknik Kimia

Judul Skripsi / Penelitian : 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

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 dan pembimbing lapangan.
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, 10 November 2022

Yang Menyatakan,


METERAN
TEMPEL
F33AKX066268620

(Zamroni Dita Firdaus)



**LAPORAN HASIL PENELITIAN
PEMBUATAN *GREEN DIESEL* DENGAN VARIASI *FEEDSTOCK*
MENGUNAKAN KATALIS (CoMo/ γ -Al₂O₃ DAN NiMo/ γ -Al₂O₃) DENGAN
PROSES HIDROGENASI**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah membersamai penyusun dalam setiap fase penyusunan sehingga dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dengan judul “Pembuatan *Green Diesel* dengan Variasi *Feedstock* menggunakan Katalis (CoMo/ γ -Al₂O₃ dan NiMo/ γ -Al₂O₃) 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 membersamai penyusun dalam menyelesaikan proposal penelitian ini :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. 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.
4. 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.
5. Ibu Dr. T. Ir. Dyah Suci Perwitasari, MT. Selaku Dosen Penguji dalam penelitian ini.
6. Ibu Ir. Nurul Widji Triana, MT. Selaku Dosen Penguji dalam penelitian ini.
7. Kedua orang tua kami yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat baik moril maupun materiil.



**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**

8. 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 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.
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 kepyar 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	5
II.1 Karakteristik Minyak Nabati	5
II.1.1 Minyak Biji Kapuk	5
II.1.1.1 Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Kapuk	6
II.1.2 Minyak Biji Jarak Kepyar	8
II.1.2.1 Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Jarak Kepyar	9
II.1.3 CPO Off-Grade	10
II.1.3.1 Sifat Fisika dan Sifat Kimia CPO	12
II.2 Degumming	13
II.3 Green Diesel	14
II.3.1 Pemilihan Bahan Baku <i>Green diesel</i>	15
II.4 Pembuatan Green Diesel Dengan Proses Hidrogenasi	16
II.5 Mekanisme Reaksi	17
II.6 Katalis	19
II.7 Syarat Mutu Biodiesel	20
II.8 Landasan Teori	22
II.8.1 Temperatur Reaksi	22
II.8.2 Waktu reaksi	23
II.8.3 Tekanan	23



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	24
II.8.5 Sulfida Katalis.....	24
II.9 Hipotesa	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
III.1 Bahan yang digunakan	26
III.2 Peralatan yang digunakan.....	26
III.3 Kondisi yang Ditetapkan	27
III.4 Variabel	28
III.5 Prosedur Penelitian.....	28
III.5.1 Analisa FFA Ketiga Bahan Baku yang Digunakan.....	28
III.5.2 Pre-treatment (Perlakuan Awal Bahan Baku)	28
III.5.3 Pembuatan Green Diesel dengan Reaksi Hidrogenasi	29
III.6 Diagram Alir.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
IV.1 Hasil Penelitian	33
IV.1.1 Pre-Treatment.....	33
IV.1.2 Sintesis Green Diesel	37
IV.1.3 Hasil Analisa GC-TCD dan GC-FID	40
IV.1.4 Hasil Karakterisasi Ketiga Bahan Baku	43
IV.2 Pembahasan.....	48
IV.2.1 Hubungan Terbentuknya Gas Samping dengan Mekanisme Reaksi yang terjadi	48
IV.2.2 Pengaruh Katalis terhadap Persen Yield yang dihasilkan.....	52
IV.2.3 Karakterisasi <i>Green Diesel</i>	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
V.1 Kesimpulan.....	58
V.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	60
APPENDIKS A	65
APPENDIKS B	66
APPENDIKS C	72



**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	74
LAMPIRAN 1	88
LAMPIRAN 2	95



LAPORAN HASIL PENELITIAN
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

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
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 Hasil Karakterisasi Cetane Number untuk Green Diesel dari ketiga bahan baku.....	47



**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 4.12 Perbandingan Karakterisasi Green Diesel Dari Ketiga Bahan Baku dengan SNI Biodiesel.....	54
Tabel 4.13 Perbandingan Karakterisasi Cetane Number untuk Green Diesel Dari Ketiga Bahan Baku dengan SNI Biodiesel	57
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*
MENGGUNAKAN 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 Kepyar	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 40 °C, Titik Nyala, Titik Tuang, Titik Kabut, Nilai Kalor, Kandungan sulfur, Angka Asam, GC-FID Liquid, dan Massa Jenis serta angka cetana 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 serta angka cetana memenuhi standar SNI Biodiesel, namun untuk nilai Viskositas Kinematik 40 °C belum memenuhi standar SNI Biodiesel.

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