

**SINTESIS DAN UJI KINERJA KATALIS Ni/ γ -Al₂O₃ DAN
Ni- Zn/ γ -Al₂O₃ PADA PROSES *HYDROTREATING*
MINYAK JELANTAH MENJADI
SOLAR HIDROKARBON D100**



**Disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Pendidikan Diploma IV
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

OLEH :

**ARRAFI KHOIRUNNISA
0618 4041 1409**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

SINTESIS DAN UJI KINERJA KATALIS Ni/ γ -Al₂O₃ DAN Ni-Zn/ γ -Al₂O₃ PADA PROSES *HYDROTREATING* MINYAK JELANTAH MENJADI SOLAR HIDROKARBON D100

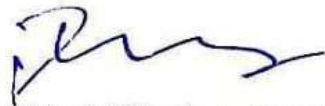
OLEH :

ARRAFI KHOIRUNNISA
0618 4041 1409

Palembang, Agustus 2022

Menyetujui,
Pembimbing I,

Pembimbing II,



(Ir. Sahrul Effendy A., M.T.)
NIDN. 0023126309



(Ahmad Zikri, S.T., M.T.)
NIDN. 0007088601

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



FT TEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN
(Ir. Jaksch M.Si.)
NIP. 19620904199031002



**Telah diujikan di hadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada tanggal 08 Agustus 2022**

Tim Penguji :

1. Agus Manggala, S.T., M.T.
NIDN. 0026088401
2. Ir. Arizal Azwan, M.T.
NIDN. 0024045811
3. Hilwatullisan, S.T., M.T.
NIDN. 0011116807

Tanda Tangan

()

()

()

Palembang, Agustus 2022
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi

Ir. Sahrul Effendy A., M.T.
NIP. 196312231996011001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan anugerah-Nya yang melimpah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan sarjana terapan (DIV) pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi dengan judul: “Sintesis dan Uji Kinerja Katalis Ni/ γ Al₂O₃ Pada Proses Hydrotreating Minyak Jelantah Menjadi Solar Hidrokarbon D100”.

Selama pelaksanaannya, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Kepada pihak-pihak yang telah meluangkan waktu dan tenaga dalam membantu kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya, kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Ir. Jaksen, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Ahmad Zikri, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir.
4. Ir. Sahrul Effendy A., M.T. selaku Ketua Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya dan Dosen Pembimbing I Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir.
5. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S. selaku Pembimbing Akademik Kelas 8 EGB di Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Bapak/ibu Dosen dan Staf Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Keluarga tercinta, terutama Ayah, Ibu, dan Kembaranku tersayang yang selalu mendoakan dan memberi dukungan yang luar biasa.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Energi 2018 terutama kelas 8 EGB yang telah memberi semangat, motivasi, dan dukungan.

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu baik materi maupun moral.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan, masih banyak kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis masih sangat membuka pintu kritik dan saran selebar-lebarnya untuk menyempurnakan laporan ini. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca diharapkan dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan juga bagi pembaca pada umumnya. Terima kasih.

Palembang, Agustus 2022

Penulis

RINGKASAN

SINTESIS DAN UJI KINERJA KATALIS Ni/ γ -Al₂O₃ DAN Ni-Zn/ γ -Al₂O₃ PADA PROSES *HYDROTREATING* MINYAK JELANTAH MENJADI SOLAR HIDROKARBON D100

(Arrafi Khoirunnisa, 2022 : 41 Halaman, 15 Tabel, 9 Gambar, 4 Lampiran)

Solar hidrokarbon D100 atau *green diesel* merupakan bahan bakar dengan komposisi utama berupa hidrokarbon yang dihasilkan melalui reaksi *hydrotreating* trigliserida dan asam lemak dari suatu minyak nabati, misalnya minyak jelantah, dengan menggunakan reaktor. Proses reaksi *hydrotreating* memerlukan katalis yang berfungsi meningkatkan laju reaksi. Katalis disintesis dengan metode kopresipitasi dan dilakukan karakterisasi morfologi katalis. Katalis tersebut diuji kinerjanya pada proses *hydrotreating* minyak jelantah pada temperatur 400°C dengan tekanan 20 bar selama 2 jam pemanasan. Produk *green diesel* hasil uji kinerja akan dilakukan uji densitas, viskositas, titik nyala, angka setana, dan bilangan asam. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini berupa persentase komposisi katalis, yaitu 60% Ni/ 40% γ -Al₂O₃ dan 45% Ni 15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa katalis 60% Ni/ 40% γ -Al₂O₃ memiliki total area sebesar 51.575.511 nm²/g dan 45% Ni 15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ memiliki total area sebesar 26.126.531 nm²/g. Persentase *yield green diesel* pada 60% Ni/40% γ -Al₂O₃ yang diperoleh, yaitu 24,97% - 25,16% dan 45% Ni 15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ diperoleh sebesar 24,24% - 24,44%. Produk *green diesel* dengan katalis 60% Ni/ 40% γ -Al₂O₃ memiliki densitas sebesar 765,60 - 766,20 kg/m³ dan katalis 45% Ni-15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ sebesar 765,80 - 767,20 kg/m³. Untuk viskositas, katalis 60% Ni/ 40% γ -Al₂O₃ sebesar 2,824 mm²/s dan katalis 45% Ni 15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ sebesar 3,387 - 3,548 mm²/s. Pada titik nyala katalis 60% Ni / 40% γ -Al₂O₃ sebesar 60,5 - 60,9 °C dan katalis 45% Ni-15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ sebesar 61,5 - 62,3 °C. Untuk angka setana katalis 60% Ni / 40% γ -Al₂O₃ sebesar 87,9 - 88,7 CN dan katalis 45% Ni-15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ sebesar 85,3 - 86,9 CN. Bilangan asam produk dengan katalis 60% Ni / 40% γ -Al₂O₃ sebesar 0,291 - 0,469 mg KOH/gr dan produk dengan katalis 45% Ni-15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ sebesar 0,036 - 0,045 mg KOH /gr.

Kata kunci : Katalis, *Green Diesel*, *Hydrotreating*, Minyak Jelantah, Solar Hidrokarbon,

ABSTRACT

SYNTHESIS AND PERFORMANCE TEST OF Ni/ γ -Al₂O₃ AND Ni-Zn/ γ -Al₂O₃ CATALYST IN HYDROTREATING OF USED COOKING OIL INTO DIESEL HYDROCARBON D100

(Arrafi Khoirunnisa, 2022: 41 Pages, 15 Tables, 9 Figures, 4 Appendices)

Diesel hydrocarbon D100 or green diesel is fuel with hydrocarbons as main composition which is produced by hydrotreating of triglycerides and fatty acids from a vegetable oil, such as used cooking oil, using a reactor. *Hydrotreating process* requires a catalyst to increase the reaction's rate. The catalyst was synthesized by coprecipitation method and the morphological of the catalyst was characterized. The catalyst was tested for its performance in the process of hydrotreating of used cooking oil at 400°C and 20 bar for 2 hours of heating. The green diesel product from the performance test would be tested for density, viscosity, flash point, cetane number, and acid number. The variable used in this study was the percentage of catalyst composition. The composition are 60% Ni/40% γ -Al₂O₃ and 45% Ni 15% Zn/40% γ -Al₂O₃. Based on the research that has been done, it is found that 60% Ni/40% γ -Al₂O₃ catalyst has total area 51,575,511 nm²/g and 45% Ni 15% Zn/40% γ -Al₂O₃ catalyst has total area of 26,126,531 nm²/g. The yield of green diesel of 60% Ni/40% γ -Al₂O₃ catalyst obtained, which is 24.97% - 25, 16% and for 45% Ni 15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ obtained 24.24% - 24.44%. The green diesel product with 60% Ni/ 40% γ -Al₂O₃ catalyst has a density 765.60 - 766.20 kg/m³ and 45% Ni-15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ catalyst 765.80 - 767.20 kg/m³. For viscosity, 60% Ni/ 40% γ -Al₂O₃ catalyst was 2.824 mm²/s and 45% Ni 15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ catalyst was 3.387 – 3.548 mm²/s. The flash point of 60% Ni / 40% γ -Al₂O₃ catalyst was at 60.5 – 60.9 °C and 45% Ni-15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ catalyst was at 61.5 – 62.3 °C. For the cetane number 60% Ni / 40% γ -Al₂O₃ was 87.9 – 88.7 CN and 45% Ni-15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ was 85.3 – 86.9 CN. The acid number of the product with 60% Ni / 40% γ -Al₂O₃ catalyst was 0.291 – 0.469 mg KOH/gr and the product with 45% Ni-15% Zn/ 40% γ -Al₂O₃ was 0.036 – 0.045 mg KOH/gr.

Keywords : Catalyst, Green Diesel, Hydrotreating, Hydrocarbon Diesel, Used Cooking Oil

MOTTO

“Que Será, Será”

“Hadapi dan lakukan yang terbaik”

*“Looking for answer when there aren't any, but we still learn.
Isn't that what life is about?”*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
MOTTO	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
1.4 Perumusan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Solar Hidrokarbon D100 (<i>Green Diesel</i>).....	4
2.2 Minyak Jelantah	5
2.3 Hidrogen	5
2.4 <i>Hydrotreating</i>	6
2.4.1 Proses Hidrogenasi	6
2.4.2 Proses Hidrodeoksigenasi	7
2.4.3 Proses Dekarboksilasi	7
2.4.4 Proses Dekarbonilasi.....	7
2.5 Katalis	8
2.5.1 Pengertian Katalis	8
2.5.1.1 Inti Aktif Katalis	8
2.5.1.2 Penyangga	9
2.5.1.3 Promotor	9
2.5.2 Klasifikasi Katalis.....	9
2.5.2.1 Katalis Homogen	9
2.5.2.2 Katalis Heterogen	9
2.5.3 Sifat Katalis.....	10
2.5.3.1 Aktif	10
2.5.3.2 Stabilitas.....	10
2.5.3.3 Selektif	10
2.6 Katalis Ni-Zn/ γ Al ₂ O ₃	10
2.6.1 Nikel (Ni)	10
2.6.2 Seng (Zn)	11
2.6.3 Alumina (Al ₂ O ₃)	12
2.6.4 Amonium Hidorkside (NH ₄ OH).....	12

2.7	Metode Pembuatan Katalis	13
2.7.1	Impregnasi	13
2.7.2	Kopresipitasi	13
2.8	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	14
2.9	Analisis Kualitas Produk	14
2.9.1	Densitas.....	14
2.9.2	Viskositas.....	15
2.9.2.1	Viskositas Dinamik (μ).....	15
2.9.2.2	Viskositas Kinematik (ν)	15
2.9.3	Titik Nyala	15
2.9.4	Angka Setana	15
2.9.5	Bilangan Asam.....	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2	Bahan dan Alat.....	17
3.2.1	Bahan	17
3.2.2	Alat.....	17
3.3	Perlakuan dan Rancangan Percobaan	18
3.3.1	Variabel Kontrol	18
3.3.1.1	Sintesis Katalis.....	18
3.3.1.2	Uji Kinerja	18
3.3.2	Variabel Bebas	18
3.3.2.1	Sintesis Katalis.....	18
3.4	Pengamatan.....	18
3.4.1	Karakterisasi Katalis	19
3.4.2	Uji Kinerja Katalis	19
3.4.3	Uji Kualitas <i>Green Diesel</i>	19
3.5	Prosedur Percobaan.....	19
3.5.1	Sintesis Katalis.....	19
3.5.2	Karakterisasi Katalis	19
3.5.3	Uji Kinerja Katalis	19
3.5.4	Uji Kualitas <i>Green Diesel</i>	21
3.5.4.1	Uji Densitas <i>Green Diesel</i>	21
3.5.4.2	Uji Viskositas <i>Green Diesel</i>	21
3.5.4.3	Uji Titik Nyala <i>Green Diesel</i>	22
3.5.4.4	Uji Angka Setana <i>Green Diesel</i>	22
3.5.4.5	Uji Bilangan Asam <i>Green Diesel</i>	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Data Hasil Penelitian	25
4.1.1	Sintesis Katalis.....	25
4.1.2	Karakterisasi Katalis	25
4.1.3	Uji Kinerja Katalis	25
4.1.4	Uji Kualitas Produk	26
4.2	Pembahasan Data Penelitian.....	26
4.2.1	Hasil Sintesis Katalis	27
4.2.2	Pengaruh Katalis 60Ni / γ -Al ₂ O ₃ dan 45Ni-15Zn/ γ -Al ₂ O ₃	

terhadap Karakter Morfologi Katalis	27
4.2.3 Pengaruh Katalis 60Ni / γ -Al ₂ O ₃ dan 45Ni-15Zn/ γ -Al ₂ O ₃ terhadap Persentase <i>Yield Green Diesel</i>	28
4.2.4 Pengaruh Katalis 60Ni / γ -Al ₂ O ₃ dan 45Ni-15Zn/ γ -Al ₂ O ₃ terhadap Kualitas <i>Green Diesel</i>	29
4.2.4.1 Densitas <i>Green Diesel</i>	29
4.2.4.2 Viskositas <i>Green Diesel</i>	30
4.2.4.3 Titik Nyala <i>Green Diesel</i>	32
4.2.4.4 Angka Setana <i>Green Diesel</i>	33
4.2.4.5 Bilangan Asam <i>Green Diesel</i>	34
4.2.5 Konsumsi Energi dan Keekonomian Penggunaan Energi Dalam Produksi <i>Green Diesel</i>	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	37
5.1.1 Karakterisasi Katalis	37
5.1.2 Rata-rata persentase <i>yield</i> produk <i>green diesel</i>	37
5.1.3 Perbandingan kualitas produk <i>green diesel</i>	37
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Perbedaan Standar Antara Biodiesel dan <i>Green Diesel</i>	4
2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah	5
2.3 Sifat Fisika dan Kimia Hidrogen (H ₂).....	6
4.1 Hasil Sintesis Katalis	25
4.2 Karakterisasi Katalis	25
4.3 Persentase <i>Yield</i> Produk <i>Green Diesel</i>	26
4.4 Kualitas Produk <i>Green Diesel</i>	26
LI.1 Tabel Hasil Sintesis Katalis	42
LI.2 Tabel Hasil Karakterisasi Katalis	42
LI.3 Tabel Persentase <i>Yield</i> Hasil Kinerja Katalis	42
LI.4 Tabel Densitas Produk Solar Hidrokarbon	43
LI.5 Tabel Viskositas Produk Solar Hidrokarbon	43
LI.6 Tabel Titik Nyala Produk Solar Hidrokarbon	43
LI.7 Tabel Angka Setana Produk Solar Hidrokarbon	44
LI.8 Tabel Bilangan Asam Produk Solar Hidrokarbon	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Skema Reaksi Hidrogenasi	7
2.2 Skema Reaksi <i>Hydrotreating</i>	8
3.1 Diagram Alir Pembuatan <i>Green Diesel</i>	20
4.1 Pengaruh Katalis Terhadap Persentase <i>Yield Green Diesel</i>	28
4.2 Pengaruh Katalis Terhadap Densitas <i>Green Diesel</i>	29
4.3 Pengaruh Katalis Terhadap Viskositas <i>Green Diesel</i>	31
4.4 Pengaruh Katalis Terhadap Titik Nyala <i>Green Diesel</i>	32
4.5 Pengaruh Katalis Terhadap Angka Setana <i>Green Diesel</i>	33
4.6 Pengaruh Katalis Terhadap Bilangan Asam <i>Green Diesel</i>	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
I DATA PENGAMATAN.....	42
II DATA PERHITUNGAN.....	45
III DOKUMENTASI PENELITIAN.....	64
IV SURAT-SURAT.....	68