

SKRIPSI

HYDROTREATING MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN IN-SITU ZINC SEBAGAI DONOR HIDROGEN UNTUK MENINGKATKAN SELEKTIVITAS PRODUK GREENDIESEL



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**OLEH :
GRISELDA IFTITAH ZABRINA
062140412443**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

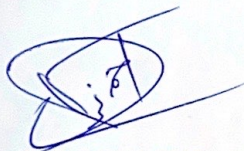
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**HYDROTREATING MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN
IN-SITU ZINC SEBAGAI DONOR HIDROGEN UNTUK
MENINGKATKAN SELEKTIVITAS PRODUK
GREENDIESEL**

**OLEH :
GRISELDA IFTITAH ZABRINA
062140412443**

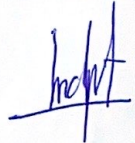
Palembang, Juli 2025

Menyetujui,
Pembimbing I



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

Menyetujui,
Pembimbing II



Indah Pratiwi, S.ST., M.T.
NIDN. 0223029101

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Kimia



Tahdid, S.T., M.T.

NIP 197201131997021001



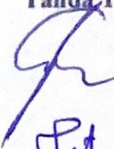
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139
Telp.0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada 23 Juli 2025

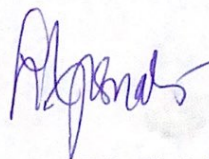
Tim Penguji :

Tanda Tangan

- | | |
|--|---|
| 1. Prof. Dr.Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIDN 0019116705 | () |
| 2. Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIDN 0021067303 | () |
| 3. Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIDN 0024045811 | () |

Palembang, Juli 2025

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



(Dr. Ir Lety Trisnaliani, S.T., M.T)
NIP 197804032012122002



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

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Griselda Ifitah Zabrina
NIM : 062140412443
Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / DIV Teknik Energi

Menyatakan bahwa dalam penelitian:

**"Hydrotreating Minyak Jelantah Menggunakan *In-situ* Zinc Sebagai Donor Hidrogen
Untuk Meningkatkan Selektivitas Produk *Green Diesel*"**

Data penelitian ini tidak mengandung unsur "PLAGIAT" sesuai dengan
PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia
diberikan sanksi peraturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan
sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Disetujui Oleh,

Palembang, Juli 2025

Pembimbing I,

Penulis,

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



Griselda Ifitah Zabrina
NIM. 062140412443

Pembimbing II

Indah Pratiwi, S. ST., M. T.
NIDN 0223029101



ABSTRAK

HYDROTREATING* MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN *IN-SITU* ZINC SEBAGAI DONOR HIDROGEN UNTUK MENINGKATKAN SELEKTIVITAS PRODUK *GREENDIESEL

(Griselda Iftitah Zabrina, 2025, 77 Halaman, 10 Tabel, 9 Gambar, 4 Lampiran)

Green diesel merupakan bahan bakar terbarukan generasi kedua yang memiliki karakteristik mirip dengan solar fosil, namun lebih ramah lingkungan dan kompatibel dengan mesin diesel tanpa perlu modifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi konsentrasi *in-situ* zinc (5%, 10%, 15%) sebagai donor hidrogen terhadap proses *hydrotreating* minyak jelantah menggunakan katalis NiMo/ γ -Al₂O₃ pada suhu operasi 340°C hingga 460°C. Zinc digunakan untuk menggantikan peran gas hidrogen eksternal yang berisiko tinggi dan mahal, dengan menghasilkan hidrogen secara *in-situ* melalui reaksi kimia dalam sistem. Evaluasi dilakukan terhadap karakteristik fisik produk *green diesel*, seperti warna, bau, densitas, viskositas, titik nyala, serta analisis kimia menggunakan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan konsentrasi zinc memengaruhi selektivitas dan kualitas produk secara signifikan. Selain itu, penggunaan zinc terbukti meningkatkan selektivitas terhadap produk bahan bakar cair sebesar 32,90%, lebih tinggi dibandingkan dengan sistem yang menggunakan hidrogen eksternal sebesar 27,86%. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi minyak jelantah, katalis NiMo/ γ -Al₂O₃, dan zinc sebagai donor hidrogen *in-situ* pada proses *hydrotreating* dapat menghasilkan *green diesel* berkualitas baik, dengan potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif. Hasil studi ini juga mendukung pengurangan limbah minyak jelantah sekaligus mendukung transisi menuju energi bersih dan berkelanjutan. Produk terbaik diperoleh pada suhu 370°C dengan konsentrasi zinc 10%, menghasilkan *green diesel* dengan densitas 791,8 kg/m³ dan viskositas 2,41 mm²/s. Penelitian ini menunjukkan potensi pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku energi terbarukan dan peran zinc sebagai donor hidrogen alternatif yang efektif dalam proses *hydrotreating*.

Kata kunci: *Green diesel*, minyak jelantah, *hydrotreating*, zinc *in-situ*, donor hidrogen, NiMo/ γ -Al₂O₃, Selektivitas.

ABSTRACT

HYDROTREATING OF WASTE-COOKED OIL USING IN-SITU ZINC AS A HYDROGEN DONOR TO IMPROVE GREENDIESEL PRODUCT SELECTIVITY

(Griselda Iftitah Zabrina, 2025, 77 Pages, 10 Tables, 9 Pictures, 4 Appendixs)

Green diesel is a second-generation renewable fuel that has similar characteristics to fossil diesel, but is more environmentally friendly and compatible with diesel engines without the need for modification. This study aims to examine the effect of variations in in-situ zinc concentration (5%, 10%, 15%) as a hydrogen donor on the hydrotreating process of used cooking oil using a NiMo/ γ -Al₂O₃ catalyst at an operating temperature of 340°C to 460°C. Zinc is used to replace the role of high-risk and expensive external hydrogen gas, by producing hydrogen in-situ through a chemical reaction in the system. Evaluations were carried out on the physical characteristics of green diesel products, such as color, odor, density, viscosity, flash point, and chemical analysis using GC-MS. The results showed that increasing temperature and zinc concentration significantly affected the selectivity and quality of the product. In addition, the use of zinc was proven to increase the selectivity to liquid fuel products by 32.90%, higher than the system using external hydrogen by 27.86%. Overall, this study shows that the combination of used cooking oil, NiMo/ γ -Al₂O₃ catalyst, and zinc as an in-situ hydrogen donor in the hydrotreating process can produce good quality green diesel, with great potential to be developed as an alternative fuel. The results of this study also support the reduction of used cooking oil waste while supporting the transition to clean and sustainable energy. The best product was obtained at a temperature of 370°C with a zinc concentration of 10%, producing green diesel with a density of 791.8 kg/m³ and a viscosity of 2.41 mm²/s. This study demonstrates the potential use of used cooking oil as a renewable energy feedstock and the role of zinc as an effective alternative hydrogen donor in the hydrotreating process.

Keywords: Green diesel, used cooking oil, hydrotreating, zinc in-situ, hydrogen donor, NiMo/ γ -Al₂O₃, Selectivity.

MOTTO

"Belajarlah, karena tidak ada yang dilahirkan dalam keadaan berilmu."

(Umar bin Khattab)

PERSEMBAHAN

Tiada lembar yang paling indah dalam skripsi ini kecuali lembar persembahan. Alhamdulillahirobbil'alamin, dengan mengucapkan rasa syukur dan bahagia atas rahmat, nikmat serta kesehatan dari Allah SWT dan sebagai ucapan terimakasih skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Papa ter-hebat, Darul Bawaihi. Beliau merupakan orang yang sederhana dan penuh dengan canda tawa. Beliau selalu mendidik, mendoakan, memberikan semangat dan motivasi tiada henti kepada penulis. Sehingga, penulis dapat menyelesaikan pendidikannya dengan baik sampai sarjana
- Mama ter-cinta, Mely Yuliana. Terima kasih yang sebesar-besarnya sudah mau melahirkan, membesarkan serta mendidik penulis. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada beliau atas segala bentuk bantuan, dukungan, semangat dandoa yang diberikan selama ini. Semua nasihat yang diberikan akan selalu diingat ma, mama juga menjadi pengingat sekaligus penguat yang paling hebat bagi penulis.
- Saudari kandung satu-satunya, Azarine Fredella Auberta. Terima kasih telah memberikan doa, dukungan, semangat yang tidak didapatkan dimanapun. Terima kasih sudah saling menguatkan satu sama lain.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat lulus sarjana terapan. Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Variasi Jumlah Katalis Ni/Bentonit dan Ni/Kaolin Terhadap Selektivitas Green Diesel dari Crude Palm Oil Melalui Proses Hydrotreating”. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil pengamatan dan analisa yang diperoleh saat melakukan penelitian di Laboratorium Teknik Kimia dan Laboratorium Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku pelaksana tugas Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr.Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil Direktur I Bidang Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Lety Trisnaliani, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ahmad Zikri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
7. Indah Pratiwi, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
8. Seluruh Dosen dan Staff di Program Studi DIV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
9. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi, restu, bantuan materi dan moril agar dapat menyelesaikan skripsi ini.

10. Sahabat-sahabat wanita sukses (5M1H) yakni Vhairen, Viora, Lirantika , Putri dan Ayu yang telah menemani masa perkuliahan sejak semester 1.
11. Teman-teman seperjuangan *green diesel* yang bekerjasama dan menemani suka duka selama menjalani penelitian ini. Orang-orang hebat dari *green diesel squad* yakni Cantika, Alfina, Cindy, Egin, Rafli, Bagus, Septa dan Taher.
12. Teman-teman kelas 8 EGC yang telah memberi bantuan dan dukungan selama empat tahun bersama.
13. Teman-teman kuliah angkatan 2021 D-IV Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya.
14. M. Fazle Layeeq yang terus mendukung dibalik perjuangan baik bentuk materi dan moral kepada penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
15. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Skripsi baik itu berupa saran, do'a, maupun dukungan, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran dari pembaca agar dapat dijadikan sebagai masukan yang bersifat membangun dari semua pihak dan semoga kekurangan itu tidak mengurangi manfaat hasil penelitian ini. dan juga upaya untuk memperbaiki kualitas dari skripsi ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dimasa yang akan datang, baik pihak dari Program Studi DIV Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya maupun insan akademis, peneliti dan mahasiswa umum. Palembang, Penulis Agustus 2024

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	16
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	6
1.3 Manfaat Penelitian	6
1.4 Perumusan Masalah	7
BAB II	8
2.1 Greendiesel.....	8
2.2 <i>Hydrotreating</i>	10
2.3 Minyak Jelantah	14
2.4 Donor Hidrogen	15
2.4.1 Zinc (Zn)	17
2.5 Katalis	20
2.5.1 NiMo/ γ -Al ₂ O ₃	20
BAB III.....	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Bahan dan Alat	23
3.2.1 Bahan yang Digunakan.....	23
3.2.2 Alat yang Digunakan	23
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	24
3.3.1 Perlakuan Percobaan	24
3.3.2 Diagram Penelitian	25
3.3.3 Diagram Alir Proses Penelitian	26
3.4 Prosedur Percobaan	27
3.4.1 Prosedur Analisis Bahan Baku.....	27
3.4.2 Prosedur <i>Hydrotreating</i>	28

3.5 Prosedur Pengujian / Analisis	29
BAB IV	33
4.1 Hasil Penelitian	33
4.1.1 Analisis Karakteristik Fisik Produk <i>Green Diesel</i>	33
4.1.2 Analisis Kuantitatif Produk <i>Green Diesel</i>	34
4.1.3 Analisis Kualitatif Produk <i>Green Diesel</i>	35
4.2 Pembahasan	36
4.2.1 Analisis Variasi Jumlah Donor Hidrogen Terhadap % selektivitas <i>Green Diesel</i>	36
4.2.2 Analisis Variasi Jumlah Donor Hidrogen Terhadap Viskositas <i>Green Diesel</i>	38
4.2.3 Analisis Variasi Jumlah Donor Hidrogen Terhadap Densitas <i>Green Diesel</i>	40
4.2.4 Analisis Variasi Jumlah In-situ Zinc sebagai Donor Hidrogen Terhadap Titik Nyala <i>Green Diesel</i>	41
4.2.5 Analisis <i>Cetana Number</i>	43
4.2.6 Analisis Komposisi dan Fraksi <i>Green Diesel</i>	44
4.2.7 Analisis Karakteristik Fisik Produk <i>Green Diesel</i>	47
BAB V	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN I	57
LAMPIRAN II	63
LAMPIRAN III	71
LAMPIRAN IV	77

DAFTAR TABEL

Tabel

2. 1 Nilai Standarisasi <i>Green Diesel</i>	9
2. 2 Karakteristik Minyak Jelantah	15
2. 3 Komposisi Lemak Minyak Jelantah.....	15
3. 1 Komponen Alat Unit <i>Hydrotreating</i>	23
4. 1 Data Karakteristik Fisik Produk <i>Green Diesel Pre-Treatment</i>	33
4. 2 Data Karakteristik Fisik Produk <i>Green Diesel Post-Treatment</i>	34
4. 3 Hasil Perhitungan % Selektivitas Produk <i>Green Diesel</i>	34
4. 4 Hasil Perhitungan Densitas Produk <i>Green Diesel</i>	35
4. 5 Hasil Perhitungan Viskositas Produk <i>Green Diesel</i>	35
4. 6 Data Angka Setana dan Titik Nyala Produk <i>Green Diesel</i>	36
LI. 1 Data Karakteristik Fisik Produk <i>Green Diesel Pre-Treatment</i>	57
LI. 2 Data Karakteristik Fisik Produk <i>Green Diesel Post-Treatment</i>	58
LI. 3 Data Volume Produk <i>Green Diesel</i>	59
LI. 4 Data Densitas Produk <i>Green Diesel</i>	60
LI. 5 Data Viskositas <i>Green Diesel</i>	61
LI. 6 Data Titik Nyala <i>Green Diesel</i>	62
LII. 1 Hasil Perhitungan Densitas Produk <i>Green Diesel</i>	67
LII. 2 Hasil Perhitungan Viskositas Produk <i>Green Diesel</i>	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2. 1 Jalur Reaksi Pelepasan Oksigen Dalam Proses <i>Hydrotreating</i>	12
3. 1 Skema <i>Pilot Plant Hydrotreating Greendiesel</i>	25
3. 2 Blok Diagram Alir Proses <i>Hydrotreating Green Diesel</i>	26
4. 1 Grafik Jumlah Donor Hidrogen Terhadap % Selektivitas.....	37
4. 2 Grafik Jumlah Donor Hidrogen Terhadap Viskositas	39
4. 3 Grafik Jumlah Donor Hidrogen Terhadap Densitas	41
4. 4 Grafik Jumlah Donor Hidrogen Terhadap Titik Nyala.....	42
4. 5 Grafik Fraksi Produk <i>Green Diesel</i> dengan Donor Hidrogen.....	45
4. 6 Komposisi Fraksi <i>Green Diesel</i> dengan Hidrogen Langsung	46
LIII. 1 Bentuk Katalis NiMo/ γ -Al ₂ O ₃	71
LIII. 2 Bentuk NaOH	71
LIII. 3 Bentuk Zinc sebagai donor hidrogen	71
LIII. 4 Alat <i>Hydrotreating</i>	72
LIII. 5 Sampel <i>Green Diesel</i> Menggunakan In-situ Zinc.....	72
LIII. 6 Memasukkan Minyak Jelantah ke Alat <i>Hydrotreating</i>	72
LIII. 7 Memasukkan bubuk Zinc ke Alat <i>Hydrotreating Reactor</i>	73
LIII. 8 Memasukkan Larutan NaOH.....	73
LIII. 1 Bentuk Katalis NiMo/ γ -Al ₂ O ₃	71
LIII. 2 Bentuk NaOH	71
LIII. 3 Bentuk Zinc sebagai donor hidrogen	71
LIII. 4 Alat <i>Hydrotreating</i>	72
LIII. 5 Sampel <i>Green Diesel</i> Menggunakan In-situ Zinc.....	72
LIII. 6 Memasukkan Minyak Jelantah ke Alat <i>Hydrotreating</i>	72
LIII. 7 Memasukkan bubuk Zinc ke Alat <i>Hydrotreating Reactor</i>	73
LIII. 8 Memasukkan Larutan NaOH.....	73
LIII. 9 Memasukkan Katalis ke Alat <i>Hydrotreating Reactor</i>	73
LIII. 10 Menghidupkan Alat <i>Hydrotreating Reactor</i>	74
LIII. 11 Analisis Densitas Sampel <i>Green Diesel</i>	74
LIII. 12 Analisis Viskositas Sampel <i>Green Diesel</i>	75
LIII. 13 Analisis Titik Nyala Sampel <i>Green Diesel</i>	75
LIII. 14 Analisis Iodin Sampel <i>Green Diesel</i>	75
LIII. 15 Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Sampel <i>Green Diesel</i>	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

I DATA PENELITIAN	57
II PERHITUNGAN	63
III DOKUMENTASI PENELITIAN.....	71
IV SURAT MENYURAT	77