



## PENGARUH TEMPERATUR PROSES HYDROTREATING MINYAK JELANTAH DALAM MENGHASILKAN BAHAN BAKAR GREEN DIESEL

Jesika Ananda<sup>1</sup>, Ahmad Zikri<sup>2</sup>

Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jalan Srijaya Negara, Palembang, Sumatera Selatan 30128

E-mail: [jesika.ananda11@gmail.com](mailto:jesika.ananda11@gmail.com)

---

### Abstract

Utilization of waste cooking oil as a raw material for making green diesel is one of the right steps in reducing environmental pollution, and the use of renewable energy can create clean energy that is environmentally friendly. Green diesel is an alternative renewable energy as a substitute for diesel fuel. Green diesel is produced by hydrotreating 3,000 ml of used cooking oil and reacting it with gaseous hydrogen and using a metal-based catalyst, namely Cobalt Molybdenum (CoMo) to speed up the reaction. The purpose of this research is to obtain green diesel fuel from the hydrotreating process of waste cooking oil and obtain optimum temperature conditions in producing green diesel according to standards. The variable used in this study is the temperature reaction. The varied temperatures are 300°C, 325°C, 350°C, 375°C, and 400°C. The temperature of 350°C was the optimum condition in this study because it produced the highest yield proportion, namely 48.79%. Furthermore, green diesel products are tested for quality, namely density, viscosity, flash point, GC-MS, bubble cup tray distillation, and boiling point testing using the ASTM D86 method.

**Keywords:** Catalyst CoMo; Green Diesel; Hydrogen; Hydrotreating; Waste Cooking Oil

---

### Abstrak

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan green diesel menjadi salah satu langkah yang tepat dalam mengurangi pencemaran lingkungan, dan penggunaan energi terbarukan yang dapat mewujudkan energi bersih yang ramah lingkungan. Green diesel adalah salah satu energi alternatif terbarukan pengganti bahan bakar diesel. Green diesel diproduksi dengan proses hydrotreating minyak jelantah sebanyak 3000 ml direaksikan dengan hidrogen berbentuk gas dan menggunakan bantuan katalis berbasis logam yaitu Cobalt Molybdenum (CoMo) untuk mempercepat reaksi. Variabel tidak tetap yang digunakan pada penelitian ini adalah temperatur reaksi. Temperatur yang divariasikan yaitu 300°C, 325°C, 350°C, 375°C, dan 400°C. Temperatur 350°C merupakan kondisi optimum pada penelitian ini karena menghasilkan persentase yield terbanyak yaitu 48,79%. Selanjutnya produk green diesel dilakukan uji kualitas, yakni densitas, viskositas, titik nyala, GC-MS, distilasi bubble cup tray, dan pengujian titik didih menggunakan metode ASTM D86.

**Kata Kunci:** Green Diesel; Hidrogen; Hydrotreating; Katalis CoMo; Minyak Jelantah

---

## 1. Pendahuluan

Indonesia menjadi salah satu negara dengan konsumsi minyak goreng kelapa sawit terbesar. Menurut data Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI), sepanjang tahun 2022 konsumsi minyak sawit dalam negeri mencapai 20,9 juta ton. Volume konsumsi tersebut naik sekitar 13% dibanding 2021.

Tingginya tingkat konsumsi minyak goreng kelapa sawit juga akan menghasilkan limbah berupa minyak jelantah yang banyak pula. Jika terus menerus dikonsumsi, minyak jelantah dapat menyebabkan penyakit dan dampak yang buruk bagi kesehatan seperti deposit lemak yang tidak normal, kanker, dan kehilangan fungsi kontrol pada pusat syaraf [1]. Selain masalah kesehatan, pembuangan limbah minyak jelantah secara sembarangan dapat mengakibatkan pencemaran tanah maupun air yang berakibat mengganggu ekosistem yang ada [2].

Minyak jelantah dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar *green diesel*. Proses pengolahan minyak jelantah menjadi *green diesel* menggunakan *hydrotreating*. *Green diesel* adalah bahan bakar hidrokarbon non-oksigen yang dihasilkan dari minyak nabati, seperti minyak sawit. Baru-baru ini, konversi sumber yang tidak dapat dimakan menjadi hidrokarbon cair melalui hidredeoksigenasi (HDO) dan deoksigenasi (DO) telah mendapat banyak perhatian [3]. Hidrogen dalam proses ini digunakan untuk melepas oksigen yang terikat pada molekul trigeliserida.

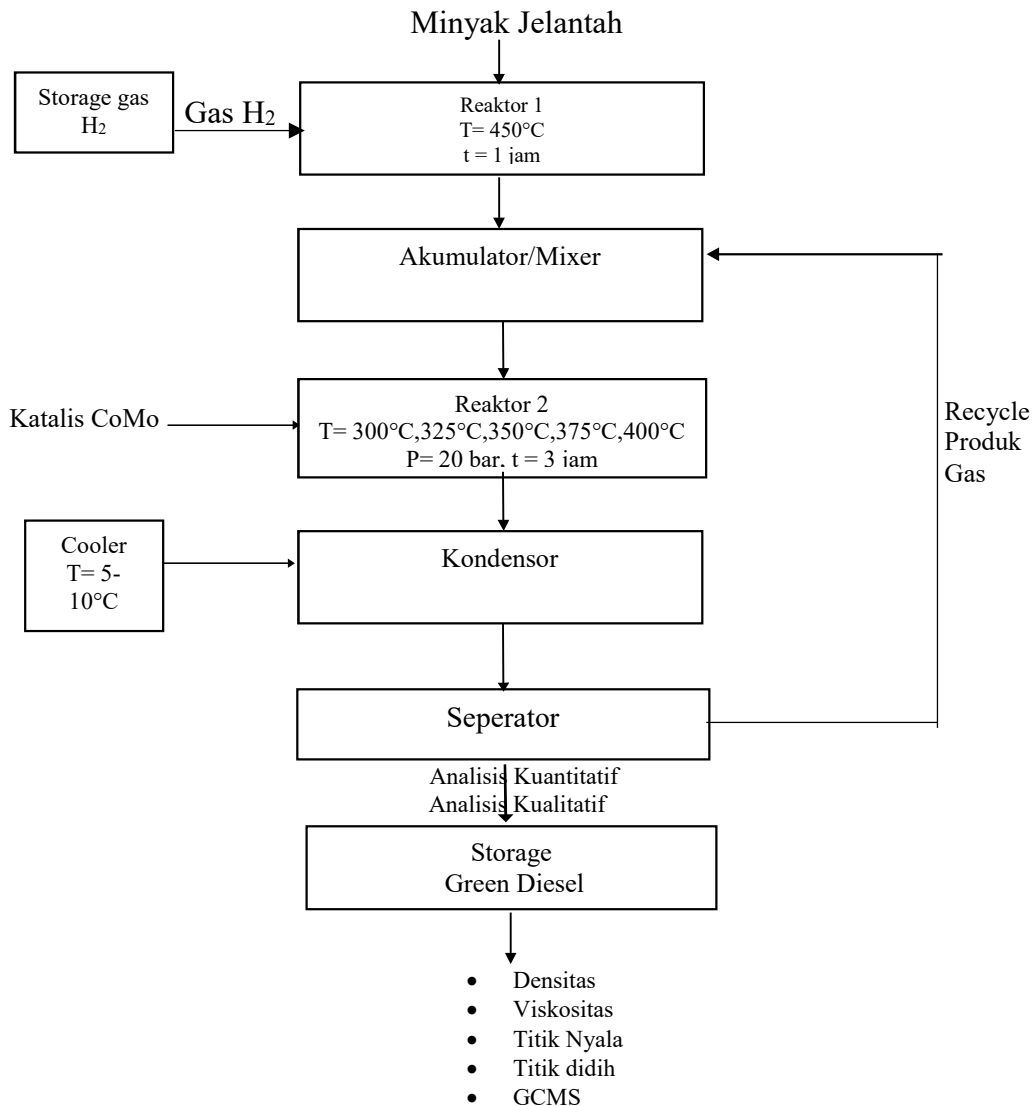
Pada proses *hydrotreating* yang berlangsung, terjadi proses pelepasan oksigen yang bertujuan agar hidrogen yang diinjeksikan dapat berikatan sehingga didapatkan produk *green diesel*. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi dalam proses hidrogenasi, yaitu tekanan reaksi, temperatur reaksi, waktu reaksi, dan penggunaan katalis.

Penelitian ini studi mengenai pengaruh variasi temperatur dan penggunaan katalis CoMo dalam proses *hydrotreating* minyak jelantah. Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh bahan bakar *green diesel* dari proses *hydrotreating* dan mendapatkan kondisi temperatur optimum dalam menghasilkan *green diesel* yang sesuai standar.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian pembuatan *green diesel* menggunakan alat unit *hydrotreating* yang terdiri dari. Bahan yang digunakan adalah minyak jelantah, hidrogen, dan katalis CoMo dengan metode *hydrotreating* terdiri dari beberapa tahapan proses, yaitu persiapan bahan baku, proses penelitian, dan tahapan analisa produk yaitu densitas, viskositas, titik nyala, GC-MS, distilasi bubble cup tray, serta distilasi ASTM D86 yang dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia dan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

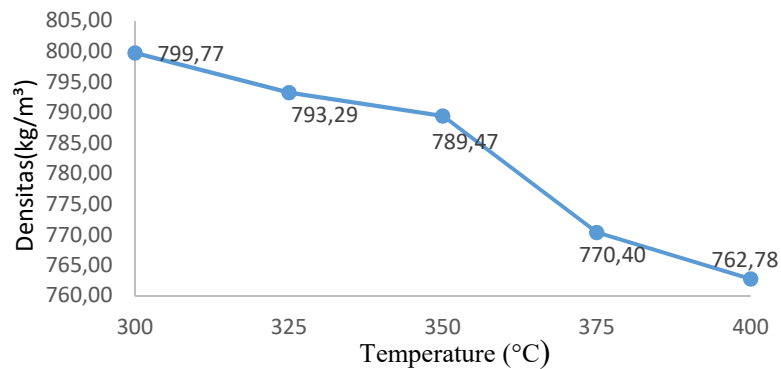
Pada proses pembuatan *green diesel* menggunakan minyak jelantah dengan metode *hydrotreating*, terdapat variasi temperatur yaitu 300°C, 325°C, 350°C, 375°C, dan 400°C.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Hydrotreating Minyak Jelantah

### 3. Hasil dan Pembahasan

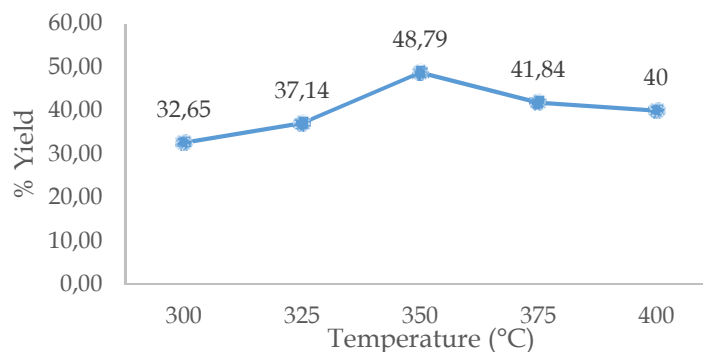
Dari hasil penelitian berdasarkan variasi temperature, parameter yang diamati yakni variasi temperatur terhadap densitas, % yield, viskositas kinematik, titik nyala, dan titik didih. Densitas atau berat jenis merupakan jumlah massa per jumlah volume dari suatu fluida. Densitas merupakan salah satu sifat fisik yang dapat dijadikan indikasi dalam mengetahui jenis produk atau senyawa tertentu. Grafik pengaruh temperatur reaksi terhadap densitas produk dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan *Green Diesel European Standards*, Green Diesel memiliki range densitas antara 765 kg/m<sup>3</sup> sampai dengan 800 kg/m<sup>3</sup>. Pada penelitian ini, densitas produk yang diperoleh memiliki nilai sebesar 762,78 – 799,77 kg/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan semua sampel termasuk densitas *green diesel*.



**Gambar 2. Pengaruh Temperatur Proses dengan Densitas Produk Green Diesel**

Terlihat pada gambar 4.1 Densitas pada kondisi temperature 300°C adalah nilai tertinggi, yaitu sebesar 799,77 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan, nilai terendah densitas terdapat pada suhu 400°C yaitu sebesar 762,78 kg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan penelitian terlihat pada grafik, bahwa besar temperatur berbanding terbalik dengan densitas produk. Berdasarkan penelitian Prianto, dkk., pada tahun 2018, hal ini dikarenakan semakin tinggi temperatur menyebabkan molekul-molekul zat bergerak. Sehingga gaya interaksi antar molekul akan melemah, maka densitas akan menurun dengan kenaikan temperatur. Semakin rendah densitas, maka bahan bakar akan semakin baik, karena akan mudah terbakar oleh mesin.

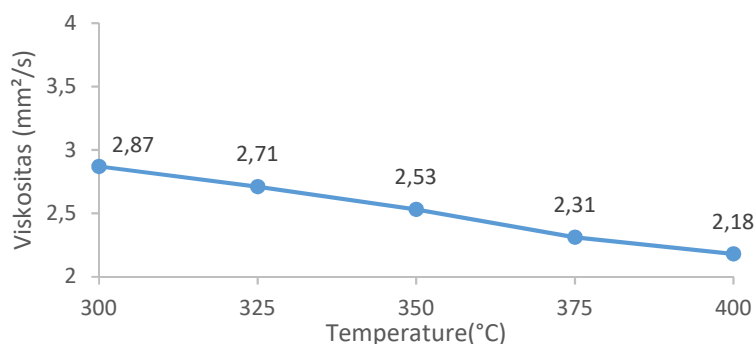
Untuk melihat pengaruh temperatur proses *hydrotreating* terhadap % yield produk green diesel, dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Pengaruh Temperatur terhadap % Yield Produk**

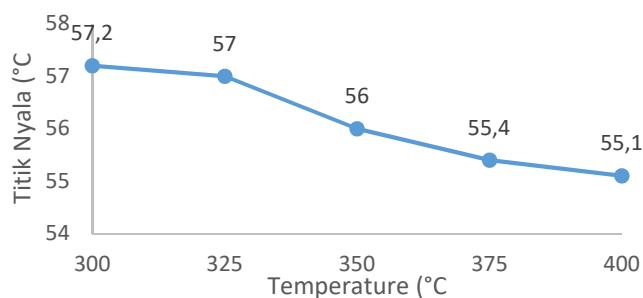
Dari Gambar 2 dapat diamati bahwa % yield meningkat hingga optimal pada suhu 350°C sebesar 48,79%. Hal ini disebabkan semakin tinggi temperatur akan meningkatkan energi aktivasi katalis dan mempercepat reaksi sehingga proses perengkahan dan produk yang dihasilkan semakin banyak [4]. Namun, pada temperature 375°C dan 400°C terjadi penurunan persentase yield. Hal ini dikarenakan pada saat temperature operasi tersebut, *cooler* pada saat kondensasi tidak mencapai suhu yang diinginkan. Sehingga banyak terbentuk gas dan coke/endapan yang menghambat saat proses pengeluaran produk [5].

Selanjutnya dari hasil penelitian, didapatkan pengaruh temperatur proses terhadap viskositas green diesel yang dapat dilihat pada Gambar 4.



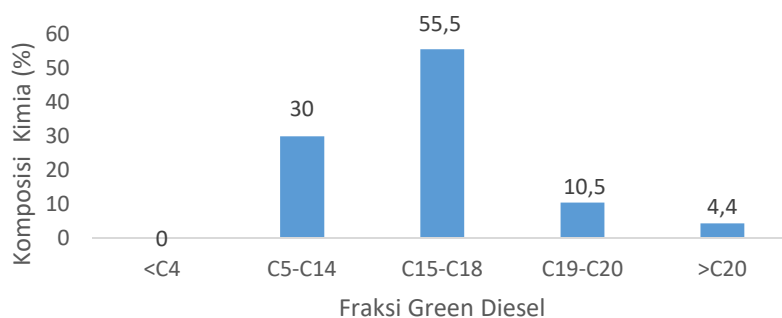
**Gambar 4. Pengaruh Temperatur Proses *Hydrotreating* terhadap Viskositas Kinematik *Green Diesel***

Berdasarkan hasil penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4 pada temperature 300°C viskositas produk yang diperoleh sebesar 2,87 mm<sup>2</sup>/s, sedangkan pada temperatur 400°C memperoleh viskositas produk paling kecil yakni 2,18 mm<sup>2</sup>/s. Menurut *Green Diesel European Standards* dimana viskositas green diesel berkisar antara 2 sampai dengan 4,5 mm<sup>2</sup>/s, ini menunjukkan seluruh sampel memenuhi standar viskositas *green diesel*. Temperatur operasi berpengaruh pada nilai viskositas produk, dimana semakin tinggi temperatur operasi maka densitas akan semakin besar, densitas yang besar akan berbanding lurus dengan viskositas. Semakin tinggi temperatur, semakin banyak hidrokarbon rantai pendek atau fraksi-fraksi ringan yang terbentuk karena terjadinya reaksi pemutusan ikatan C-O dalam *hydrotreating* [6]. Pengaruh temperatur proses *hydrotreating* terhadap titik nyala dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Pengaruh Temperatur Proses terhadap Titik Nyala**

Titik nyala green diesel menurut *Green Diesel European Standards* minimal 55°C, sedangkan pada penelitian ini titik nyala green diesel berkisar antara 55,1 – 57,2. Titik nyala produk green diesel pada penelitian ini sudah memenuhi *Green Diesel European Standards*. Berdasarkan penelitian, dapat dianalisa bahwa semakin tinggi temperature operasi akan mempengaruhi titik nyala produk green diesel yang semakin menurun pula. Titik nyala yang semakin tinggi menandakan produk yang sulit terbakar. Hasil analisis Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS) pada sampel *green diesel* diasumsikan sebagai acuan hasil keseluruhan sampel hasil proses *hydrotreating*.



**Gambar 6. Fraksi dan Komponen Green Diesel**

Dari Gambar 6 yang merupakan grafik hasil analisis Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS) dapat dilihat fraksi yang mendominasi adalah fraksi C15-C18 yakni sebesar 55,5%. Fraksi-fraksi selanjutnya yang mendominasi adalah fraksi C5-C15. Fraksi ini menunjukkan adanya kandungan gasoline, nafta, dan kerosene sebesar 30%. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses perengkahan yang terus menerus, sehingga akan menghasilkan banyak rantai hidrokarbon ringan. Selain itu Kandungan C19-C20 serta >C20 disebabkan karena belum terjadinya proses perengkahan sepenuhnya dari bahan baku yakni minyak jelantah menjadi produk yang diinginkan yaitu green diesel dengan rentang rantai karbon C15-C18 [7]. Selanjutnya dapat dilihat pada produk tidak terkandung zat-zat yang memiliki fraksi <C5, karena pada fase ini hidrokarbon berupa gas dan tidak terkondensasi dan hanya menguap di udara.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh temperatur proses hydrotreating minyak jelantah dalam menghasilkan bahan bakar green diesel, dapat disimpulkan bahwa Kondisi optimum pembuatan *green diesel* dengan proses *hydrotreating* minyak jelantah yaitu pada temperature 350°C dengan bahan baku sebanyak 3 liter. Persentase yield maksimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah 48,79% dengan temperatur 350°C dan persentase yield minimum yang diperoleh dari green diesel sebesar 32,65% dengan temperatur sebesar 300°C. *Green diesel* yang diproduksi pada penelitian ini memiliki sifat fisik densitas pada 60F yaitu 762,78-799,77 kg/m<sup>3</sup>, viskositas kinematik pada 40°C: 2,18-2,87 mm<sup>2</sup>/s, dan Titik Nyala berkisar antara 55,1- 57,2 °C. Sifat fisik ini sesuai dengan *European Standard Green Diesel*. Hasil GC-MS menunjukkan 55,5% merupakan fraksi green diesel yaitu C15-C18.

#### Referensi

- [1] Fitri Damayanti, T. S. (2021). "Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah Sebagai Upaya Peningkatan Kepedulian Masyarakat Terhadap Lingkungan". *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 161.
- [2] Mulyaningsih, & Hermawati. (2023). "Sosialisasi Dampak Limbah Minyak Jelantah Bahaya Bagi Kesehatan Dan Lingkungan". *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 62-65.

- [3] Baharudin, K. B., Arumugam, M., Hunss, J., Mayes, E., Hin, Y., Taufiq-Yap, Derawi, D. (2019). "*Octanoic acid hydrodeoxygenation over bifunctional Ni/Al-SBA-15 catalysts*". Catalysys and Science Technology, 50-62
- [4] N. Hongloi, e. a. (2019). "*Nickel catalyst with different supports for green diesel production*". Energy 182, 306-320.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.08.089>
- [5] Lycourghiotis, S., Kordouli, E., Sygellou, L., Bourikas, K., & Kordulis, C. (2019). "*Nickel catalysts supported on palygorskite for transformation of waste cooking oils into green diesel*". Applied Catalysys B: Environmental, 259-270.
- [6] Zikri, A., & Aznury, M. (2020). "*Green diese; production from Crude Palm Oil (CPO) using catalytic hydrogenation method*". IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 823.
- [7] Mahdi, & Muraza. (2019). "*An Excitinh opportunity for zeolite adsorbent design in seperation of C4 olefins through adsorptive seperation*". Seperation and Purification Technology Vol. 221126, 126-151.