



D-004

## UJI EFEKTIFITAS ADSORPSI DAN DEGUMMING PADA MINYAK JELANTAS SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIODIESEL

Masykuri Latief <sup>1)</sup>, Iqbal Mahendra <sup>1)</sup>, Ardika Nurmawati <sup>1)</sup>, Wiliandi Saputro <sup>2)</sup> Erwan Adi Saputro <sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Jl.Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, 60294, (0623) 18706369

\* Penulis Korespondensi: E-mail: erwanadi.tk@upnjatim.ac.id

### Abstrak

*Minyak jelantah dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi biodiesel, namun memiliki kadar Free Fatty Acid (FFA) dan angka asam yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan tahap pretreatment seperti adsorpsi dan degumming untuk mengurangi kadar FFA dan angka asam tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan efektivitas antara proses adsorpsi menggunakan arang aktif dan degumming dalam menurunkan kadar FFA dan angka asam pada minyak jelantah sebelum dijadikan biodiesel. Pada proses adsorpsi, minyak jelantah dicampur dengan arang aktif dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 90 menit pada suhu 90 oC, kemudian disaring dan dianalisis kadar FFA dan angka asamnya. Sedangkan pada proses degumming, minyak jelantah dipanaskan hingga suhu 70 oC, kemudian ditambahkan asam fosfat sebanyak 2% dari volume minyak jelantah, diaduk selama 25 menit menggunakan magnetic stirrer, dan selanjutnya diendapkan dan disaring untuk memisahkan minyak jelantah dari endapan. Setelah itu, kadar FFA dan angka asamnya dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar FFA dan angka asam pada minyak jelantah awal sebesar 1,792% dan 3,927, setelah proses adsorpsi menjadi 0,333% dan 0,729, sedangkan setelah proses degumming menjadi 0,869% dan 1,964. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi lebih efektif dibandingkan dengan proses degumming.*

**Kata kunci:** Minyak jelantah; adsorpsi; degumming; free fatty acid; angka asam

## TESTING THE EFFECTIVENESS OF ADSORPTION AND DEGUMMING ON USED COOKING OIL AS A FEEDSTOCK FOR BIODIESEL PRODUCTION

### Abstract

*Used cooking oil has the potential to be utilized as a biodiesel feedstock; however, it often contains high levels of Free Fatty Acids (FFA) and acid numbers. Hence, pretreatment methods such as adsorption and degumming are necessary to decrease the FFA and acid number content. This study aims to compare the effectiveness of adsorption using activated charcoal and degumming in reducing the FFA and acid number levels of used cooking oil prior to biodiesel production. The adsorption process involved mixing the used cooking oil with activated charcoal and stirring it using a magnetic stirrer for 90 minutes at a temperature of 90 °C, followed by filtration and subsequent analysis of FFA and acid numbers. For the degumming process, the used cooking oil was heated to 70 °C, then phosphoric acid, comprising 2% of the oil volume, was added and stirred for 25 minutes using a magnetic stirrer. After settling, the mixture was filtered to separate the oil and sediment, and the FFA and acid number were determined. The results indicated that the initial FFA and acid number of the used cooking oil were 1.792% and 3.927, respectively. Following the adsorption process, they decreased to 0.333% and 0.729, and after degumming, they were further reduced to 0.869% and 1.964, respectively. Based on these findings, it can be concluded that the adsorption process was more effective than the degumming process in reducing the FFA and acid number levels.*

**Keywords:** Used cooking oil; adsorption; degumming; free fatty acid; acid number

## PENDAHULUAN

Biodiesel, juga dikenal sebagai ester metil asam lemak (FAME), merupakan jenis bahan bakar yang berasal dari sumber nabati yang digunakan dalam mesin diesel dan motor. Bahan bakar ini diproduksi melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi yang melibatkan lemak nabati atau hewani. Dalam proses transesterifikasi, minyak nabati diproses secara kimia untuk memisahkan gliserin. Biodiesel memiliki sifat fisika dan kimia yang serupa dengan minyak diesel. Oleh karena itu, biodiesel dapat digunakan sebagai opsi alternatif untuk kendaraan yang menggunakan mesin diesel. Biodiesel memiliki beberapa fitur unik jika dibandingkan dengan bahan bakar diesel, antara lain: Biodiesel memiliki keunggulan sebagai energi yang ramah lingkungan karena tidak mengandung belerang sehingga tidak menghasilkan emisi SO<sub>x</sub>, dapat diproduksi dari sumber-sumber pertanian yang dapat diperbaharui, aman dalam penyimpanan dan transportasi karena tidak mengandung bahan beracun, memiliki angka cetana yang tinggi, dan lebih mudah terurai oleh mikroorganisme dibandingkan dengan bahan bakar petroleum. (Saputro, 2022).

Bahan baku utama dalam produksi biodiesel meliputi minyak nabati, lemak hewani, dan lemak daur ulang. Semua bahan baku ini mengandung trigliserida, asam lemak bebas (ALB), dan berbagai zat pencemar, yang berbeda tergantung pada tahap pengolahan awal bahan baku tersebut. Selain itu, alkohol juga digunakan sebagai bahan baku pendukung dalam proses produksi biodiesel. Di Indonesia, minyak sawit (CPO) merupakan bahan baku yang umum digunakan dalam produksi biodiesel. Meskipun demikian, penggunaan minyak kelapa dan minyak kelapa sawit sebagai biodiesel bisa mengakibatkan berkurangnya persediaan minyak makan atau minyak goreng. Oleh karena itu, adanya sumber alternatif seperti minyak bekas, seperti Waste Cooking Oil (WCO), menawarkan peluang yang baik sebagai bahan baku pengganti (Saputro, 2020).

Minyak bekas yang digunakan dalam proses penggorengan (*waste cooking oil*) mengacu pada limbah minyak nabati yang berasal dari berbagai jenis minyak goreng,

seperti minyak sayur, minyak jagung, minyak samin, dan jenis-jenis lainnya. Minyak jelantah, di sisi lain, adalah minyak bekas hasil penggorengan yang digunakan di rumah tangga atau telah mencapai akhir manfaatnya. Biasanya, minyak jelantah memiliki warna coklat, memiliki tekstur yang lebih kental, dan mengandung kadar asam lemak bebas (FFA) yang tinggi. Minyak jelantah dapat mengandung senyawa yang bersifat karsinogenik dan berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, minyak bekas yang digunakan untuk menggoreng tidak dapat digunakan kembali dalam proses pengolahan dan akhirnya menjadi limbah yang harus dibuang (Rizaldi, 2021). Membuang minyak jelantah tanpa melalui proses pengolahan dapat menyebabkan gangguan pada ekosistem perairan dan merusak struktur tanah dengan menghambat aliran air melalui pori-pori tanah. Salah satu solusi terbaik yang dapat dilakukan adalah daur ulang minyak jelantah yang telah menjadi limbah agar dapat memberikan manfaat bagi masyarakat (Sari, 2018).

Dalam penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, tingkat asam lemak bebas yang dihasilkan akibat oksidasi minyak jelantah akan mempengaruhi proses produksi. Tingginya angka asam menandakan bahwa minyak jelantah masih mengandung sejumlah besar asam lemak bebas. Peningkatan kadar asam lemak bebas dapat menghambat proses transesterifikasi. Syarat yang diperlukan untuk kadar asam lemak bebas (FFA) pada bahan baku minyak atau lemak dalam produksi biodiesel adalah tidak melebihi 1% (Nuraeni, 2019). Kandungan asam lemak bebas dalam jumlah yang tinggi dapat menghambat pembentukan biodiesel karena katalis yang digunakan, seperti KOH, akan bereaksi dengan FFA dan membentuk senyawa sabun. Adanya sabun ini akan menyulitkan proses pemisahan dan pemurnian biodiesel. Oleh karena itu, tahap pretreatment diperlukan pada minyak goreng bekas sebelum diolah menjadi biodiesel untuk mengurangi kandungan FFA (Adhani, 2016).

Beberapa teknik yang dapat digunakan untuk melakukan pemurnian minyak jelantah yaitu proses adsorpsi dan degumming. Adsorpsi adalah salah satu metode yang digunakan untuk melakukan

pemisahan komponen-komponen atau bahan-bahan. Dalam proses adsorpsi, terdapat penggunaan istilah adsorben dan adsorbat. Adsorben merujuk pada bahan padat yang berfungsi sebagai media untuk melakukan proses adsorpsi, sementara adsorbat merujuk pada zat kimia yang akan diadsorpsi oleh adsorben (Worch, 2012). Proses ini melibatkan penyerapan zat terlarut dari cairan ke permukaan padatan yang aktif. Kejadian ini disebabkan oleh adanya ketidakseimbangan gaya pada batas antarmuka. Gaya tersebut menyebabkan padatan memiliki kemampuan untuk menarik molekul-molekul lain yang berinteraksi dengan permukaan padatan (Udyani, 2014). Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini yaitu arang aktif tempurung kelapa. Dipilih arang aktif tempurung kelapa karena adsorben ini memiliki kemampuan mengadsorpsi paling baik dari bahan-bahan lainnya seperti karbon aktif dari sekam padi, tongkol jagung, kulit salak, tempurung kemiri, dan yang lainnya. Karbon aktif tempurung kelapa sendiri memiliki bilangan iod sebesar 851,8797 mg I<sub>2</sub>/gr (Hartanto, 2010). Selain menggunakan adsorpsi, degumming merupakan salah satu metode pretreatment yang dapat diterapkan pada minyak jelantah. Degumming dilakukan untuk mengurangi gum berbentuk Kristal putih yang terdapat dalam minyak dalam. Dalam proses degumming, asam fosfat digunakan karena memiliki kemampuan untuk mengikat fosfor, yang merupakan komponen dari gum, dan kemudian mengendapkannya. Kedua metode ini akan dievaluasi untuk mendapatkan hasil pemurnian terbaik dengan memperhatikan kandungan asam lemak bebas dan angka asam dalam minyak goreng bekas setelah melalui proses pemurnian. Sehingga dapat diperoleh minyak jelantah yang sesuai untuk proses produksi biodiesel.

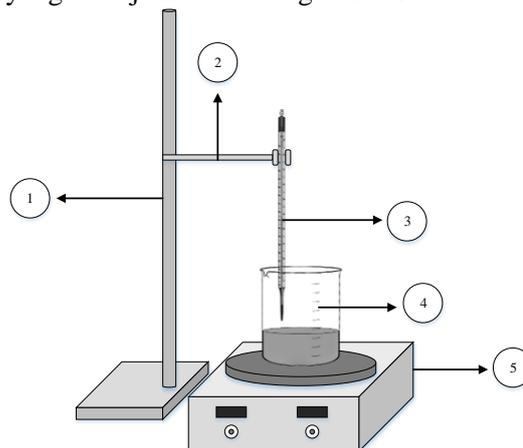
## METODE PENELITIAN

### Bahan

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa bahan, yaitu limbah minyak goreng atau minyak jelantah yang diperoleh dari penjual ayam goreng, karbon aktif tempurung kelapa, dan asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

### Alat

Penelitian ini menggunakan alat utama yang terdiri dari serangkaian peralatan untuk memurnikan minyak jelantah, seperti yang ditunjukkan dalam gambar berikut :



Gambar 1. Rancangan Alat Pemurnian

Keterangan :

1. Statif
2. Klem
3. Thermometer
4. Gelas Beaker 500 ml
5. Hot Plate Magnetic Stirrer

### Adsorpsi Minyak Jelantah (Metode Penelitian)

Sebelum dilakukan proses adsorpsi, minyak jelantah akan dianalisis terlebih dahulu untuk mengukur kadar FFA dan angka asam. Sejumlah 350 gram minyak jelantah ditambahkan ke dalam beaker glass berukuran 500 ml. Selanjutnya, dimasukkan arang aktif sebanyak 12% berat dari minyak jelantah ke dalam beaker tersebut. Campuran dihomogenkan dan dipanaskan dengan menggunakan hot plate magnetic stirrer selama 90 menit dan pada suhu 90°C. kemudian, minyak jelantah dipisahkan dari arang aktif dengan menyaringnya menggunakan kertas saring. Langkah terakhir adalah melakukan analisis kadar FFA dan angka asam pada minyak jelantah yang telah melalui proses tersebut.

### Degumming Minyak Jelantah (Metode Penelitian)

Sebelum melaksanakan proses degumming, minyak jelantah akan dianalisis terlebih dahulu untuk mengukur kadar FFA dan angka asam. Minyak jelantah dimasukkan ke dalam gelas beaker,

lalu dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 70°C. Setelah tahap tersebut, ditambahkan asam fosfat sebanyak 2% dari volume minyak jelantah ke dalam beaker. Dilakukan pengadukan selama 25 menit menggunakan magnetic stirrer. Kemudian, campuran diendapkan dan dipisahkan antara minyak dengan endapan menggunakan kertas saring. Langkah terakhir adalah melakukan analisis kadar asam lemak bebas dan angka asam pada minyak goreng bekas setelah menjalani proses degumming.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membandingkan dua metode pretreatment untuk minyak jelantah sebelum dijadikan biodiesel, yakni adsorpsi dan degumming. Pada tahap analisis awal, tercatat kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah sebesar 1,792% dan angka asam mencapai 3,927 mgKOH/g. Selanjutnya, dilakukan percobaan pada masing-masing metode, di mana metode adsorpsi menggunakan karbon aktif dari arang tempurung kelapa sebanyak 12% dari berat minyak jelantah, dan prosesnya berlangsung selama 90 menit pada suhu 90°C. Hasil dari percobaan adsorpsi menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah menjadi 0,333%, sedangkan nilai angka asam mencapai 0,729 mgKOH/g. Selanjutnya, dalam proses degumming, dilakukan penggunaan asam fosfat sebanyak 2% dari volume minyak jelantah, dengan pengadukan selama 25 menit pada suhu 70°C. Hasil percobaan degumming menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah menjadi 0,896%, dan nilai angka asam mencapai 1,9638 mgKOH/g.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Proses Adsorpsi dan Degumming pada Minyak Jelantah

Minyak Jelantah	Kadar FFA (%)	Angka Asam (mgKOH/g)
Awal	1,792	3,927
Sesudah adsorpsi	0,333	0,729
Sesudah Degumming	0,896	1,9638

Dari data yang tertera pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa setelah melalui

proses adsorpsi, kadar FFA pada minyak jelantah lebih rendah dibandingkan dengan hasil degumming, di mana kadar FFA setelah adsorpsi sebesar 0,333 % dan kadar FFA setelah degumming sebesar 0,896 %. Kemudian untuk nilai angka asam yang diperoleh setelah proses adsorpsi juga lebih rendah dari degumming, di mana nilai angka asam setelah adsorpsi sebesar 0,729 dan nilai angka asam setelah degumming sebesar 1,9638. Dari kondisi tersebut dapat dilihat bahwa proses adsorpsi lebih baik dari proses degumming dalam memurnikan minyak jelantah.

Proses adsorpsi minyak jelantah dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti berat karbon aktif, ukuran adsorben, dan waktu adsorpsi. Dalam penelitian ini, digunakan massa karbon aktif dari tempurung kelapa sebanyak 12% dari berat minyak jelantah, jumlah ini terbukti efektif dalam menurunkan kadar FFA. Menurut teori, semakin besar massa karbon aktif, maka kadar FFA pada minyak jelantah setelah proses adsorpsi akan semakin rendah. Hal ini terjadi karena peningkatan jumlah pusat aktif pada adsorben yang berinteraksi dengan kandungan FFA dalam minyak jelantah secara lebih efektif (Al Qory, 2021).

Ukuran adsorben yang digunakan dalam proses adsorpsi adalah 100 mesh. Penggunaan ukuran 100 mesh ini terbukti efektif dalam menurunkan kadar FFA pada minyak jelantah, sebagaimana yang dikemukakan oleh (Al Qory, 2021). Semakin kecil ukuran adsorben yang digunakan, maka kadar FFA pada minyak jelantah setelah proses adsorpsi akan semakin rendah. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh peningkatan luas permukaan yang lebih besar ketika ukuran adsorben lebih kecil. Dengan luas permukaan yang lebih besar, terjadi interaksi yang sangat efektif antara sisi aktif pada adsorben dengan adsorbat.

Waktu yang digunakan untuk proses adsorpsi minyak jelantah adalah selama 90 menit. Penggunaan waktu selama 90 menit ini terbukti efektif dalam menurunkan kadar FFA minyak jelantah. Dalam teori, semakin lama waktu adsorpsi, kadar FFA pada minyak jelantah setelah proses adsorpsi akan semakin rendah hingga mencapai titik maksimum pada suatu saat. Setelah

mencapai titik tersebut, kadar FFA akan mulai meningkat kembali. Fenomena ini disebut sebagai waktu optimum. Sebagai contoh, dalam penelitian yang dilakukan oleh (Al Qory, 2021), waktu kontak optimum ditemukan pada 90 menit.

Untuk mengurangi nilai angka asam, proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti massa karbon aktif, ukuran adsorben, dan waktu adsorpsi. Semakin besar massa karbon aktif, maka nilai angka asam pada minyak jelantah setelah proses adsorpsi akan semakin rendah. Hal ini terjadi karena peningkatan jumlah massa adsorben akan menghasilkan lebih banyak tumbukan antara adsorbat dan permukaan aktif adsorben. Dampaknya, penyerapan nilai angka asam meningkat (Al, Qory, 2021).

Untuk ukuran adsorben, semakin kecil ukurannya, nilai angka asam pada minyak jelantah setelah proses adsorpsi akan semakin rendah. Penurunan tersebut disebabkan oleh peningkatan luas permukaan yang lebih besar ketika menggunakan ukuran adsorben yang lebih kecil. Dampaknya, permukaan adsorben dapat menyerap lebih banyak angka asam pada minyak jelantah (Al, Qory, 2021).

Semakin lama waktu adsorpsi, kadar FFA pada minyak jelantah setelah proses adsorpsi akan menurun secara signifikan hingga mencapai titik maksimum, setelah itu akan mulai meningkat kembali. Fenomena ini dikenal sebagai waktu optimum. Sebagai contoh, dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh (Al, Qory, 2021), bilangan asam terus menurun dari waktu 30 hingga 90 menit, namun setelah waktu 120 menit, bilangan asam mulai meningkat kembali. Hasil ini mengindikasikan bahwa waktu kontak optimum terjadi pada waktu 90 menit.

#### SIMPULAN

Berdasarkan temuan dari penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa proses pretreatment yang paling efektif untuk minyak jelantah adalah adsorpsi daripada degumming. Pada proses adsorpsi, kadar FFA yang diperoleh adalah sebesar 0,333%, sedangkan nilai angka asam adalah 0,729 mgKOH/g. Sementara itu, pada proses degumming, kadar FFA yang diperoleh adalah sebesar 0,896%, dan nilai angka

asam adalah 1,9638 mgKOH/g. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses adsorpsi memberikan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan proses degumming, menunjukkan bahwa adsorpsi lebih efektif dari pada degumming dalam memurnikan minyak jelantah untuk pembuatan biodiesel.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, L 2016, 'Pembuatan Biodiesel dengan Cara Adsorpsi dan Transesterifikasi Dari Minyak Goreng Bekas', *Jurnal Kimia VALENSI*, vol. 2, no. 1, hh. 71-80.
- Al Qory, D, R 2021, 'Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Aktif dari Biji Salak (*Salacca Zalacca*) sebagai Adsorben Alami Dengan Aktivator  $H_2SO_4$ ', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 10, no. 2, hh. 26-36.
- Hartanto, S & Ratnawati 2010, 'Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia', *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 12, No. 1, hh. 12-16.
- Nuraeni, N 2019, 'Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Karbon Aktif dan Pembuatan Triasetin dengan Katalis Asam Nitrat', *Jurnal Kartika Kimia*, vol. 2, no. 1, hh. 17-22.
- Rizaldi, A 2021, 'Pra Desain Pabrik Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Transesterifikasi', *Jurnal Teknik ITS*, vol. 10, no. 2, hh. 258-263.
- Saputro, E, A 2020, 'Time Optimization on Biodiesel Conversion from Waste Cooking Oil' Workshop on Environmental Science, Society, and Technology, vol. 1, no. 1, hh. 1-5.
- Saputro, E, A 2022, 'A Biodiesel Production Technology from Used Cooking Oil: A Review', *IPTEK The Journal of Technology and Science*, vol. 33, no. 1, hh. 59-71.
- Sari, F 2018, 'Analisis Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Biodiesel dengan Proses Transesterifikasi', *Jurnal Daur Lingkungan*, vol. 5, no. 1, hh. 16-21.

- Udyani, K 2014, 'Aktivasi Zeolit Alam untuk Peningkatan Kemampuan sebagai Adsorben pada Pemurnian Biodiesel', *Jurnal Sains dan Teknologi Terapan II*, vol. 1, no. 1, hh. 512-519.
- Worch, E 2012, *Adsorption Technology in Water Treatment: Fundamentals, Processes, and Modeling*, DE GRUYTER, Berlin.