

PENAMBAHAN PERSENTASE DAUN PEPAYA SEBAGAI KATALIS HETEROGEN TERHADAP KUALITAS BIODIESEL MINYAK KEDELAI DENGAN METODE TRANSESTERIFIKASI

Chrisna Yuda Hartato¹, Ena Marlina², Nur Robbi³

¹Universitas Islam Malang,
email: 21901052088@unisma.ac.id

²Universitas Islam Malang,
email: ena.marlina@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang ,
email: nurrobby@unisma.ac.id

ABSTRAK

Udara semakin tercemar karena gas buang dari bahan baku fosil, efek rumah kaca dan perubahan iklim. Energi alternatif dibutuhkan sebagai pengganti dari solar, salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif dan terbarukan yang banyak dikembangkan. Salah satunya adalah biodiesel minyak kedelai. Minyak kedelai memiliki kandungan asam lemak bebas (FFA) membuat sangat cocok untuk membuat biodiesel. Minyak kedelai tidak dapat digunakan langsung karena tingkat viskositas cukup tinggi. Penambahan katalis heterogen adalah salah satu cara memperbaiki kualitas minyak kedelai untuk biodiesel dan mengandung kalsium. Daun pepaya menjadi pilihan karena mengandung kalsium. Biodiesel dapat diproduksi dengan proses transesterifikasi. Minyak kedelai dipilih karena mengandung FFA rendah, sebelum tahap transesterifikasi. Kadar FFA diturunkan dahulu melalui proses esterifikasi. Proses esterifikasi menggunakan katalis, yaitu asam sulfat (H_2SO_4) sebanyak 0,4 gram, 200 gram minyak kedelai dan 32,5 ml metanol. Daun pepaya dikalsinasi menggunakan furnace dengan suhu 800°C selama tiga jam dan menjadi abu dengan kandungan kalsium oksida (CaO). Proses transesterifikasi menggunakan minyak kedelai hasil esterifikasi sebanyak 25 gram, 16,5 metanol dan variasi katalis 2 wt%, 4 wt% dan 6 wt% dari massa minyak kedelai. Visualisasi dari ketiga biodiesel variasi kadar katalis memiliki warna sama tetapi tingkat kejernihan berbeda pada biodiesel kandungan katalis 4 wt% dan 6 wt%. Sedangkan rendemen biodiesel dengan variasi kadar katalis tertinggi adalah biodiesel kadar katalis 2 wt% sedangkan rendemen biodiesel terendah biodiesel kadar katalis 6 wt%. Hal ini disebabkan katalis yang bersifat basa menjadi pendonor sehingga menyebabkan gaya tarik antar molekul rendah tetapi menghambat pencampuran metanol dan minyak kedelai sehingga menghasilkan lebih banyak gliserol.

Kata Kunci: Biodiesel ; Daun Pepaya ; Transesterifikasi ; Esterifikasi ; Kalsinasi

ABSTRACT

The air is polluted due to exhaust gases from fossil fuels, the greenhouse effect, and climate change. Alternative energy is needed as a substitute for diesel. This alternative is biodiesel. Biodiesel is an alternative and renewable fuel that has been widely developed. One of them is soybean oil biodiesel. Soybean oil contains free fatty acids (FFA), which makes it very suitable to make biodiesel. Soybean oil cannot be used directly because the viscosity level is quite high. The addition of heterogeneous catalysts is a way to improve the quality of soybean oil for biodiesel which contains calcium. Papaya leaves are the best choice because they contain calcium. Biodiesel can be produced by the transesterification process. Soybean oil was chosen because it contains low FFA, before the transesterification stage. Free Fatty Acids (FFA) levels are lowered first through the esterification process. The esterification process used a catalyst, called 0.4 grams of sulfuric acid (H_2SO_4), 200 grams of soybean oil, and 32.5 ml of methanol. Papaya leaves are calcined using a furnace with a temperature of 800°C for three hours and become ash containing calcium oxide (CaO). The transesterification process used 25 grams of esterified soybean oil, 16.5 methanol, and catalyst variations of 2 wt%, 4 wt%, and 6 wt% of the soybean oil mass. The visualization of the three biodiesel variations in catalyst content has the same color but different clarity levels for biodiesel catalyst content of 4 wt% and 6 wt%. The yield of biodiesel with the highest variation in catalyst content was 2 wt% biodiesel. The lowest biodiesel yield was 6 wt% catalyst content. It caused by the alkaline catalyst being the donor. This is the reason why intermolecular forces to be low but inhibiting the mixing of methanol and soybean oil to produce glycerol more.

Keyword : Biodiesel; Papaya leaf ; Transesterification ; Esterification ; Calcination

PENDAHULUAN

Udara yang semakin tercemar sebagian besar disebabkan oleh pencemaran udara, iklim yang berubah terus menerus dan efek dari rumah kaca[1]. Energi alternatif adalah energi yang dapat diperbaharui sehingga dapat menggantikan bahan bakar minyak bumi dan gas alam bisa, salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel yaitu sumber energi yang dapat diperbaharui dan memiliki potensi jangka panjang sebagai pengganti solar. Biodiesel mempunyai kelebihan yaitu angka setana dan nyala api yang tinggi serta karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan rendah dan tidak mengandung sulfur[2]. Biodiesel dapat difungsikan langsung pada mesin diesel dan tidak mengubah struktur mesin[3], sehingga biodiesel bisa digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil seperti solar.

Transesterifikasi adalah salah satu proses yang digunakan untuk membuat biodiesel dari lemak nabati atau lemak hewani menggunakan methanol. Katalis dapat mengoptimalkan dan mempercepat reaksi trigliserida agar rendemen biodiesel yang dihasilkan menjadi lebih tinggi. Katalis yang sering digunakan adalah katalis homogen karena tingginya pengaktifan, mudah didapatkan dan tidak mahal Kalium Hidroksida (KOH) dan Natrium Hidroksida (NaOH)[4][5]. Transesterifikasi memiliki kelemahan yaitu tingginya kadar air yang dihasilkan menyebabkan rendemen biodiesel rendah, bersifat korosif dan tidak dapat digunakan kembali sehingga menimbulkan penambahan sampah. Alternatif yang bisa digunakan adalah katalis heterogen berbasis sampah organik, daun pepaya, daun kelor[6].

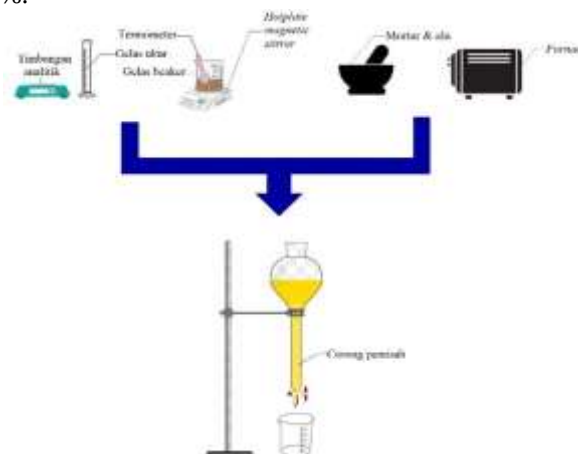
Kandungan daun pepaya memiliki nutrisi kalsium lebih besar dibandingkan daun kelor[7][2]. Daun pepaya memiliki kandungan mikro nutrisi yaitu fosfor (P), Natrium (Na) dan Kromium (Cr) yang berfungsi untuk penguat ion pada proses transesterifikasi biodiesel dari minyak kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daun pepaya sebagai katalis terhadap biodiesel. Berdasarkan latar belakang di atas maka dilakukan penelitian tentang pengaruh daun pepaya sebagai katalis terhadap biodiesel minyak kedelai dengan metode transesterifikasi agar rendemen biodiesel lebih tinggi

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental (*experimental method*). Jenis penelitian ini digunakan untuk menguji pengaruh suatu perlakuan atau desain baru terhadap proses. Pengaruh dari beberapa perlakuan yang berbeda terhadap suatu percobaan akan dibandingkan sehingga diperoleh suatu kejadian yang saling berhubungan. Dengan cara ini akan diuji pengaruh penambahan persentase daun pepaya

sebagai katalis heterogen terhadap kualitas biodiesel minyak kedelai dengan metode transesterifikasi.

Katalis yang digunakan pada proses esterifikasi adalah asam sulfat (H_2SO_4) dengan perbandingan *Methanol to Oil Ratio* (MTOR) 3:1 dari berat minyak kedelai, sedangkan perbandingan MTOR pada proses transesterifikasi adalah 12:1 dari berat minyak kedelai dan menggunakan daun pepaya yang telah dikalsinasi sebagai katalis, kadar katalis yang digunakan yaitu 2 wt%, 4 wt% dan 6 wt%.



Gambar 1. Skema Instalasi Penelitian

1. Pembuatan Katalis

Tahap awal pembuatan katalis adalah mencuci daun pepaya dari kotoran, setelah dicuci, daun pepaya dikeringkan selama 24 jam di bawah sinar matahari[8]. Setelah dikeringkan daun pepaya ditumbuk dengan mortar dan alu hingga menjadi bubuk. Daun pepaya yang sudah dihaluskan dan menjadi bubuk dipanaskan dalam oven selama satu jam dengan suhu 100°C dengan tujuan meminimalisir kadar air dan dikalsinasi dalam *furnace* selama tiga jam dengan suhu 800°C dengan tujuan menghilangkan kadar air dan karbon dan menghasilkan kalsium oksida (CaO)[9]. Daun pepaya yang sudah dikalsinasi dibiarkan dahulu selama beberapa menit dan dimasukkan ke dalam toples kaca dengan tutup yang rapat agar terhindar dari kadar air yang ada pada udara bebas.

2. Proses Esterifikasi

Esterifikasi merupakan proses untuk menurunkan asam lemak bebas dan viskositas[10]. Pada proses ini, massa minyak kedelai yang digunakan adalah 200 gram, asam sulfat 0,4 gram dan 32,5 ml metanol. Minyak kedelai diaduk menggunakan *hotplate magnetic stirrer* hingga suhu 60°C , setelah minyak kedelai mencapai suhu 60°C , asam sulfat dan metanol dituang ke minyak kedelai dan ditutup penutup karet dengan termometer sebagai indikator suhu minyak kedelai dan diaduk selama satu jam. Tahap selanjutnya adalah hasil pengadukan diendapkan selama satu jam. Hasil endapan

terdiri dari katalis, air dan metanol dibuang menggunakan corong pemisah dan menyisakan metil ester. Metil ester dipanaskan dalam oven selama satu jam dengan suhu 105°C.

3. Proses Transesterifikasi

Pada proses ini menggunakan minyak kedelai hasil esterifikasi dengan massa 25 gram dan massa metanol sebanyak 16,5 ml pada setiap variasi kadar katalis[11]. Tahap selanjutnya, minyak diaduk dengan *hotplate magnetic stirrer* hingga suhu 65°C, setelah mencapai suhu yang ditentukan, metanol dan katalis dimasukkan ke dalam minyak lalu ditutup penutup karet dengan termometer sebagai indikator suhu minyak kedelai dan diaduk selama dua jam. Hasil minyak pengadukan diendapkan selama satu hari, hasil endapan terdiri dari katalis, metanol dan metil ester, metil ester dipisahkan dengan pipet dan dimasukkan dalam corong pisah dan dilakukan proses pencucian dengan aquades yang telah dipanaskan hingga suhu 80°C, aquades yang telah dipanaskan dicampur dengan metil ester dalam corong pisah, proses pencucian diulang hingga tiga kali. Biodiesel hasil pencucian dipanaskan dalam oven dengan suhu 100°C selama satu jam.

4. Pengambilan Data

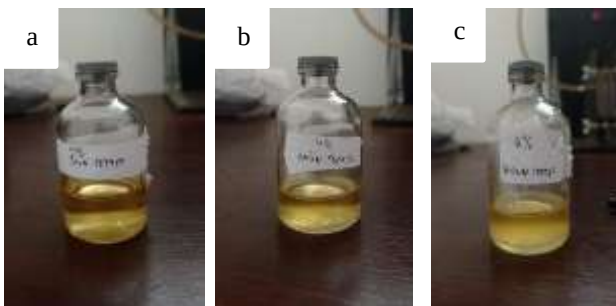
Massa dari botol kosong terlebih dahulu dihitung menggunakan timbangan analitik yang akan digunakan sebagai penampung biodiesel hasil transesterifikasi, kemudian botol diisi dengan biodiesel hasil transesterifikasi dan diletakkan di atas timbangan analitik untuk diambil massa total dari biodiesel dan botol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan menghasilkan beberapa data rendemen yang beragam dan visualisasi biodiesel.

1. Visualisasi Biodiesel

Kejernihan dan warna dari ketiga biodiesel tidak ada perbedaan, jika dibiarkan terlalu lama maka biodiesel dengan kadar katalis 4 wt% dan 6 wt% lebih cepat keruh, dikarenakan masih terdapat gliserol dan kadar air yang tersisa dalam biodiesel.



Gambar 2. Visualisasi Biodiesel Kadar Katalis
(a) 2 wt% (b) 4 wt% (c) 6 wt%

2. Rendemen

Pengukuran massa biodiesel dilakukan dengan

Kadar Katalis	Massa Total (gram)	Massa Minyak Awal (gram)
2wt%	17,040	25
4wt%	16,405	25
6wt%	15,777	25

timbangan analitik dan didapatkan data sebagai berikut

Rendemen didapat dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{massa total (gram)}}{\text{massa minyak awal (gram)}} \times 100 \quad [12]$$

Tabel 1. Data massa biodiesel variasi kadar katalis

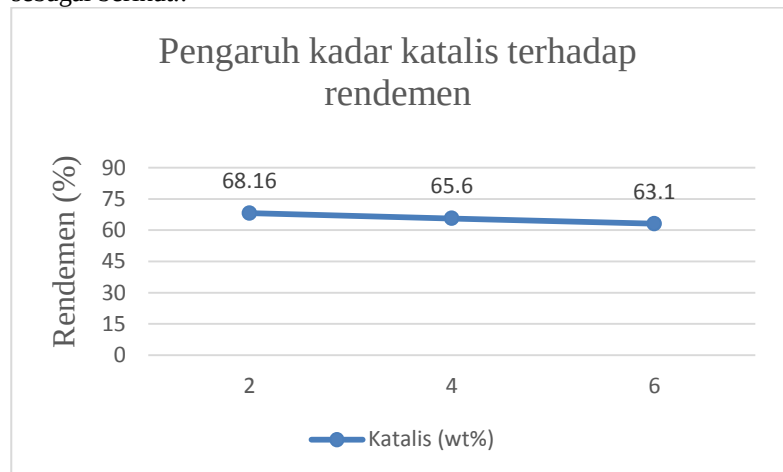
Maka hasil dari rendemen variasi kadar katalis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Rendemen variasi 2\%} &= \frac{17,040}{25} \times 100 \\ &= 0,6816 \\ &= 68,16\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen variasi 4\%} &= \frac{16,40}{25} \times 100 \\ &= 0,6560 \\ &= 65,60\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen variasi 6\%} &= \frac{15,777}{25} \times 100 \\ &= 0,63,10 \\ &= 63,10\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka didapat grafik sebagai berikut.:



Grafik rendemen biodiesel

Penurunan rendemen disebabkan oleh kekeruhan larutan disebabkan tingkat kebasaan katalis semakin tinggi, perpindahan massa semakin terhambat sehingga reaksi membutuhkan energi yang lebih besar dan waktu yang lebih lama agar lebih efektif. Kadar katalis yang semakin tinggi menyebabkan pencampuran antara kontak methanol dan minyak kedelai semakin terhambat sehingga menghasilkan gliserol yang banyak[13]. Katalis juga mempengaruhi massa jenis dan viskositas kinematik biodiesel, karena katalis mengandung kalsium oksida (CaO) bekerja sebagai pendonor karena bersifat basa menyebabkan mobilitas elektron dan jarak antar molekul semakin besar. Jarak molekul semakin besar menyebabkan gaya antar molekul semakin kecil sehingga menyebabkan massa jenis dan viskositas semakin kecil[14].

KESIMPULAN

Hasil penelitian penambahan variasi persentase daun pepaya sebagai katalis terhadap kualitas biodiesel menghasilkan beberapa kesimpulan, semakin tinggi kadar katalis menyebabkan semakin rendah rendemen

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Firdausy, A. Mizwar, R. M. Khair, R. I. Nirtha, and N. Hamatha, "Perbandingan Emisi Gas Buang Yang Dihasilkan Pada Penerapan Biodiesel Di Pt Adaro Indonesia," *Jukung (Jurnal Tek. Lingkungan)*, vol. 6, no. 2, pp. 147–156, 2020, doi: [10.20527/jukung.v6i2.9258](https://doi.org/10.20527/jukung.v6i2.9258).
- [2] R. W. Saa, E. N. Fombang, E. B. Ndjantou, and N. Y. Njintang, "Treatments and uses of Moringa oleifera seeds in human nutrition: A review," *Food Sci. Nutr.*, vol. 7, no. 6, pp. 1911–1919, 2019, doi: [10.1002/fsn3.1057](https://doi.org/10.1002/fsn3.1057).
- [3] G. M. Mathew *et al.*, "Recent advances in biodiesel production: Challenges and solutions," *Sci. Total Environ.*, vol. 794, p. 148751, 2021, doi: [10.1016/j.scitotenv.2021.148751](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148751).
- [4] Susila Arita, Muhammad Rifqi, Tirtasakti Nugoroho, Tuty E. Agustina, and Fitri Hadiah, "Manufacture of biodiesel from palm oil effluent with various sulfuric acid catalysts in the esterification process," *J. Tek. Kim.*, vol. 26, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [5] S. Rezanian *et al.*, "Review on transesterification of non-edible sources for biodiesel production with a focus on economic aspects, fuel properties and by-product applications," *Energy Convers. Manag.*, vol. 201, no. October, p. 112155, 2019, doi: [10.1016/j.enconman.2019.112155](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112155).
- [6] I. B. Rahardja, Sukarman, and A. I. Ramadhan, "Analisis Kalori Biodiesel Crude Palm Oil (CPO) Dengan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS)," *J. UMJ*, vol. 3, pp. 1–12, 2019.
- [7] N. Joy Ugo, A. Raymond Ade, and A. Tochi Joy, "Nutrient Composition of Carica Papaya Leaves Extracts," *J. Food Sci. Nutr. Res.*, vol. 02, no. 03, pp. 274–282, 2019, doi: [10.26502/jfsnr.2642-11000026](https://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000026).
- [8] S. Ge *et al.*, "Egg shell catalyst and chicken waste biodiesel blends for improved performance, combustion and emission characteristics," *Fuel*, vol. 306, no. July, p. 121633, 2021, doi: [10.1016/j.fuel.2021.121633](https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121633).
- [9] M. AlSharifi and H. Znad, "Development of a lithium based chicken bone (Li-Cb) composite as an efficient catalyst for biodiesel production," *Renew. Energy*, vol. 136, pp. 856–864, 2019, doi: [10.1016/j.renene.2019.01.052](https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.052).
- [10] E. Megawati, A. H. Pratama, I. K. Warsa, A. O. P Putra, N. Effendi, and Y. Yuniarti, "Optimasi volume katalis H₂SO₄ dan waktu proses esterifikasi pada tahapan proses biodisel," *J. Tek. Kim.*, vol. 28, no. 1, pp. 37–43, 2022, doi: [10.36706/jtk.v28i1.1066](https://doi.org/10.36706/jtk.v28i1.1066).
- [11] C. Chingakhom, A. David, and V. Sajith, "Fe₃O₄ nanoparticles impregnated eggshell as a novel catalyst for enhanced biodiesel production," *Chinese J. Chem. Eng.*, vol. 27, no. 11, pp. 2835–2843, 2019, doi: [10.1016/j.cjche.2019.02.022](https://doi.org/10.1016/j.cjche.2019.02.022).
- [12] I. Widyastuti, H. Z. Luthfah, Y. I. Hartono, R. Islamadina, A. T. Can, and A. Rohman, "Antioxidant Activity of Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) and its Classification with Chemometrics," *Indones. J. Chemom. Pharm. Anal.*, vol. 02, no. 1, p. 29, 2020, doi: [10.22146/ijcpa.507](https://doi.org/10.22146/ijcpa.507).
- [13] J. L. Aleman-Ramirez *et al.*, "Development of reusable composite eggshell-moringa leaf catalyst for biodiesel production," *Fuel*, vol. 324, no. May, 2022, doi: [10.1016/j.fuel.2022.124601](https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.124601).
- [14] E. Marlina, W. Wijayanti, L. Yulianti, and I. N. G. Wardana, "The role of pole and molecular geometry of fatty acids in vegetable oils droplet on ignition and boiling characteristics," *Renew. Energy*, vol. 145, pp. 596–603, 2020, doi: [10.1016/j.renene.2019.06.064](https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.064).