

Analisis Evolusi Tinggi Api Pembakaran *Droplet* Biodiesel Minyak Kedelai Yang Diproduksi Dengan Katalis Daun Pepaya

Arya Radya Guntur Pamungkas¹, Ena Marlina², Akhmad Faruq Alhikami³

¹Teknik Mesin, Universitas Islam Malang, 22101052063@unisma.ac.id

²Teknik Mesin, Universitas Islam Malang, ena.marlina@unisma.ac.id

³Teknik Mesin, Universitas Islam Malang, alhikami@unisma.ac.id

ABSTRAK

Kenaikan penggunaan bahan bakar fosil menyebabkan emisi gas buang (CO_x) semakin meningkat dan dapat merusak lingkungan, sehingga diperlukannya energi alternatif. Biodiesel merupakan energi alternatif yang berkelanjutan dan dapat diperbarui. Biodiesel berasal dari minyak-minyak nabati, seperti minyak kedelai. Minyak kedelai diperlukan proses transesterifikasi untuk mengkonversi senyawa trigliserida menjadi FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*). Proses transesterifikasi berlangsung cukup lama sehingga diperlukan katalis heterogen seperti daun pepaya untuk mempercepat reaksi. Terdapat dua jenis percampuran pada proses transesterifikasi, yaitu dengan percampuran 2wt% daun pepaya (B2%) dan 6wt% (B6%). Kedua biodiesel diuji karakteristik pembakarannya menggunakan metode *droplet* untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan katalis daun pepaya pada saat proses transesterifikasi terhadap evolusi api. Hasil yang didapatkan adalah semakin bertambah katalis daun pepaya pada proses transesterifikasi maka api yang dihasilkan semakin kecil namun laju pembakaran dan bahan bakar habis terbakar menjadi singkat, suhu api yang dihasilkan semakin tinggi, dan suhu awal api semakin rendah.

Kata kunci: biodiesel, karakteristik pembakaran, api, tetesan

ABSTRACT

The increased use of fossil fuels leads to a rise in exhaust gas emissions (CO_x), which can damage the environment, thus necessitating alternative energy sources. Biodiesel is a sustainable and renewable alternative energy source. Biodiesel is derived from vegetable oils, such as soybean oil. Soybean oil requires a transesterification process to convert triglyceride compounds into FAME (Fatty Acid Methyl Ester). The transesterification process takes quite a long time, so a heterogeneous catalyst like papaya leaves is needed to speed up the reaction. There are two types of mixing in the transesterification process, namely with 2wt% papaya leaf mixing (B2%) and 6wt% (B6%). The combustion characteristics of both biodiesels were tested using the droplet method to determine the effect of adding papaya leaf catalyst during the transesterification process on flame evolution. The results obtained were that the more papaya leaf catalyst added during the transesterification process, the smaller the flame produced, but the burning rate and fuel consumption became shorter, the resulting flame temperature increased, and the initial flame temperature decreased.

Keyword: biodiesel, combustion characteristic, flame, droplet

PENDAHULUAN

Kenaikan penggunaan bahan bakar fosil menyebabkan emisi gas buang (CO_x) yang dihasilkan semakin meningkat dan dapat merusak lingkungan. Emisi gas buang yang dihasilkan oleh bahan bakar solar cenderung lebih tinggi sehingga dapat menyebabkan efek gas rumah kaca [1]. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) pada tahun 2023 menyatakan bahwa emisi yang dihasilkan diseluruh dunia mencapai 40 Gt/tahun. Tingginya emisi yang dihasilkan dapat meningkatkan pemanasan global yang sedang terjadi [2], sehingga diperlukan energi alternatif untuk mencegah kenaikan emisi.

Biodiesel merupakan sumber energi alternatif berkelanjutan yang mudah diperbarui dan dapat menggantikan solar [3]. Biodiesel terbuat dari

minyak nabati seperti minyak kedelai yang telah melalui proses *cold press* untuk mengambil sari minyaknya [4]. Minyak kedelai hasil *cold press* tidak dapat langsung dijadikan biodiesel, sehingga memerlukan proses konversi secara kimia seperti transesterifikasi.

Transesterifikasi merupakan proses reaksi kimia mengubah ester menjadi bahan lain dengan alkohol [5]. Tujuan dari proses transesterifikasi adalah mengubah ikatan rantai trigliserida menjadi FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) [6]. Minyak kedelai merupakan minyak yang memiliki kandungan FFA (*Free Fatty Acid*) yang cukup tinggi yang menyebabkan proses transesterifikasinya memiliki waktu yang cukup lama, sehingga dibutuhkan katalis untuk mempercepat proses.

Katalis merupakan zat yang digunakan untuk mempercepat laju reaksi pada proses konversi kimia

dengan cara larut atau tidak larut terhadap reaksi [7]. Penambahan katalis heterogen seperti daun pepaya yang memiliki kandungan CaO ke proses transesterifikasi lebih banyak digunakan, karena pada pemurniannya lebih mudah, meningkatkan hasil FAME dan ramah lingkungan [8]. Biodiesel hasil proses transesterifikasi tidak dapat langsung digunakan pada mesin konvensional, sehingga perlu dilakukan analisis karakteristik pembakarannya.

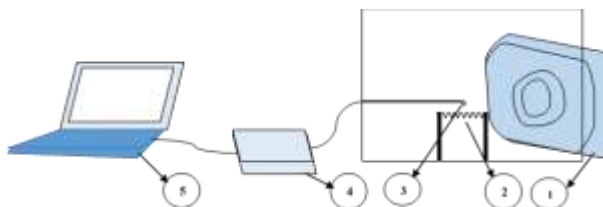
Karakteristik pembakaran pada biodiesel dapat diuji menggunakan beberapa cara seperti metode *single droplet*. Metode *single droplet* merupakan metode pengujian karakteristik pembakaran dengan pengamatan secara mikro untuk mengetahui evaporasi, api, dan temperatur dalam satu siklus pembakaran [9]. Salah satu aspek terpenting dalam karakteristik pembakaran adalah api yang dihasilkan. Api merupakan salah satu bukti terjadinya perubahan energi [10].

Api pembakaran bahan bakar solar dengan pertambahan campuran biodiesel minyak kedelai menghasilkan tinggi api maksimum yang lebih rendah [11]. Pengaruh penambahan katalis pada bahan bakar juga mempengaruhi laju pembakaran [12]. Percampuran antara biodiesel dengan katalis dapat mempengaruhi bentuk api yang dihasilkan.

Penelitian ini menggunakan biodiesel minyak kedelai yang diproduksi menggunakan proses transesterifikasi dengan penambahan konsentrasi katalis daun pepaya sebesar 2wt% dan 6wt% terhadap api yang dihasilkan pada saat pembakaran, karena masih sedikit literatur yang mengangkat masalah ini.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Biodiesel dengan percampuran 2wt% katalis (B2%) dan biodiesel dengan percampuran 6wt% katalis (B6%) dilakukan uji *droplet* untuk mengetahui pengaruh penambahan katalis pada saat proses produksi. Pengamatan difokuskan ke perubahan tinggi api dan suhu maksimum yang dihasilkan. Berikut merupakan instalasi penelitian:



Gambar 1. Skema Instalasi Uji *Single Droplet*

Pengamatan dilakukan secara langsung dengan bantuan kamera (1) untuk proses penangkapan gambar dalam 60 Hz/s sebagai analisis ukuran api. *Droplet* terletak sejauh 3 mm dari *heater* (2), tepatnya diletakkan di *thermocouple type K* (3) yang sudah terhubung dengan data logger (4) untuk

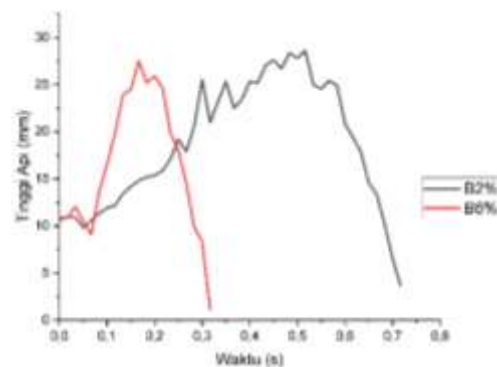
merekam perubahan suhu. Visualisasi dan suhu yang terekam diolah menggunakan laptop (5).

Video yang telah direkam disunting hingga menyisakan bagian yang menunjukkan terbakarnya B2% dan B6%. Video tersebut diolah menggunakan *software* FreeStudio untuk dikonversi menjadi gambar setiap *frame*. Gambar kemudian dianalisis menggunakan *software* ImageJ untuk mengetahui tinggi api yang dihasilkan pada setiap *frame*. Perhitungan tinggi api menggunakan skala yang ditentukan pada menu “*set scale*” dengan perbandingan ukuran yang diketahui

Suhu yang sudah tercatat oleh data logger Advantech berupa format excel, sehingga analisis dilakukan dengan menggunakan *software* Microsoft Excel. Suhu yang diambil merupakan suhu awal *frame* api sampai akhir *frame* api.

HASIL DAN PEMBAHASAN

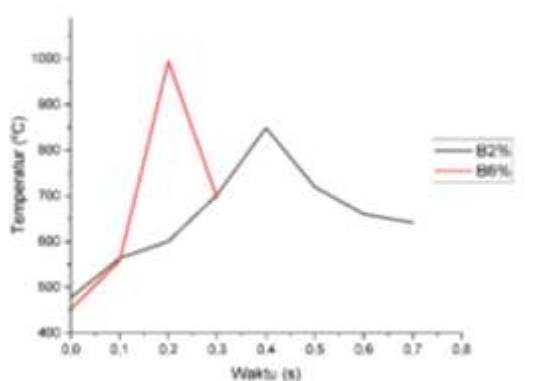
Hasil pengujian *droplet* pada B2% dan B6% mendapatkan data sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Perbandingan Ukuran Tinggi Api

Grafik perbandingan diatas merupakan grafik perbandingan ukuran tinggi api pada B2% dan B6%. Tinggi api maksimum yang didapatkan pada B2% adalah 28,61 mm sedangkan pada B6% sebesar 27,51 mm. Perbedaan tinggi maksimum dipengaruhi dengan jumlah penambahan katalis daun pepaya pada proses transesterifikasi biodiesel minyak kedelai. Semakin banyak penambahan konsentrasi katalis heterogen daun pepaya maka semakin rendah tinggi api maksimum yang dihasilkan.

Penambahan katalis pada saat proses produksi juga mempengaruhi laju pembakaran. B2% terbakar habis selama 0,717 s, sedangkan B6% terbakar habis selama 0,3166 s. Pertambahan katalis meningkatkan kecepatan bahan bakar habis terbakar.



Gambar 3. Grafik Perubahan Suhu

Perubahan suhu yang terekam menggunakan data logger mendapatkan data suhu api yang dihasilkan oleh B2% adalah 848,956°C, sedangkan pada B6% mendapatkan suhu api tertinggi sebesar 959,096°C. Suhu awal api muncul pada B2% lebih tinggi yaitu 477,502°C sedangkan pada B6% memiliki suhu awal api sebesar 452,128°C. Hasil ini membuktikan pertambahan katalis daun pepaya pada saat proses produksi mempengaruhi suhu awal api muncul yang lebih rendah dan suhu maksimum yang dihasilkan api meningkat.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian *droplet* pada B2% dan B6% untuk mengetahui pengaruh penambahan katalis daun pepaya pada proses produksi biodiesel minyak kedelai pada karakteristik pembakaran api adalah:

1. Semakin tinggi percampuran katalis menyebabkan tinggi api maksimum yang dihasilkan menurun.
2. Pertambahan campuran katalis meningkatkan laju pembakaran dan mempersingkat waktu terbakar.
3. Pengaruh pertambahan katalis dapat menyebabkan suhu awal api menurun, sehingga api cepat menyala.
4. Pengaruh pertambahan katalis pada suhu yang dihasilkan api adalah semakin tinggi persampurannya maka semakin tinggi suhu api yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih banyak kepada kedua orang tua saya, Dr. Ena Marlina, S.T., M.T. dan Akhmad Faruq Alhikami, S.T. M.Sc. karena telah membimbing, menutun dan mendukung saya pada proses mencari ilmu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ayazi, M. G. Rasul, M. M. K. Khan, and N. M. S. Hassan, "Experimental investigation of fuel consumption and emissions of diesel engine fueled with

ternary fuel blends of diesel , biodiesel and bioethanol," *Energy Reports*, vol. 9, no. S12, pp. 470–475, 2023, doi: 10.1016/j.egy.2023.12.001.

- [2] M. F. Irma, E. Gusmira, S. Teknologi, U. I. N. Sultan, and T. Saifuddin, "PENINGKATAN EMISI GAS RUMAH KACA DI INDONESIA HIGH TEMPERATURE RISE DUE TO INCREASED GREENHOUSE GAS," vol. II, pp. 26–32, 2024.
- [3] C. Y. Hartato, E. Marlina, and N. Robbi, "DENGAN METODE TRANSESTERIFIKASI," pp. 48–51.
- [4] Z. A. Ozbek and R. Federation, "Cold pressed soybean oil," pp. 575–585, 2020, doi: 10.1016/B978-0-12-818188-1.00051-7.
- [5] S. Oko, A. Kurniawan, and D. Willain, "SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK KEDELAI MELALUI REAKSI TRANSESTERIFIKASI DENGAN KATALIS CaO / NaOH," vol. 13, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [6] S. Pratigto *et al.*, "Karakterisasi Katalis CaO dan Uji Aktivitas pada Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Kedelai," vol. 15, no. 2, pp. 57–64, 2019.
- [7] P. Chalida and E. Putri, "Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit menggunakan Katalis Kalsium Oksida (CaO) menjadi Biodiesel," vol. 16, no. 2, pp. 75–80, 2020.
- [8] M. Zaki, H. Husin, P. N. Alam, and C. M. Rosnelly, "Transesterifikasi Minyak Biji Buta-Buta menjadi Biodiesel pada Katalis Heterogen Kalsium Oksida (CaO) Transesterification of Hura Crepitans Linn Seed Oil into Biodiesel over CaO Heterogeneous Catalyst," vol. 14, no. 1, pp. 36–43, 2019.
- [9] E. Marlina, W. Wijayanti, L. Yuliati, 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.
- [10] F. S. Putra and D. Perdana, "PERILAKU API DAN EMISI PADA PEMBAKARAN DROPLET BIODIESEL DICAMPUR DIETHYL ETHER YANG DIPENGARUHI MEDAN MAGNET FLAMES BEHAVIOR AND EMISSIONS ON DROPLETS COMBUSTION OF BLEND BIODIESEL-DIETHYL ETHER OF AFFECTED BY THE MAGNETIC. vol. 10, no. 1, pp. 81–90, 2025, doi: 10.20527/sjmekinetika.v10i1.329.
- [11] A. S. Haqqi, "Influence of Mixture Composition Between Soybean Oil and Diesel Fuel on Characteristic of Droplets

- Combustion,” 2023.
- [12] A. Rahmandhika, “PENGARUH KATALIS ARANG AKTIF TERHADAP,” pp. 89–95, 2019.