

PENGARUH KATALIS DAUN PEPAYA DAN CANGKANG TELUR TERHADAP TINGGI API PEMBAKARAN *DROPLET* BIODIESEL MINYAK KEDELAI

Yusril Ichsan Maulana¹, Ena Marlina², Akhmad Faruq Alhikami³

¹Teknik Mesin, Universitas Islam Malang
email : 22101052004@unisma.ac.id

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

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

ABSTRAK

Menipisnya cadangan bahan bakar fosil serta meningkatnya emisi gas rumah kaca mendorong pengembangan biodiesel sebagai energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Minyak kedelai berpotensi besar sebagai bahan baku biodiesel melalui proses transesterifikasi, namun penggunaan katalis homogen memiliki keterbatasan. Penelitian ini memanfaatkan katalis heterogen berbasis limbah organik, yaitu daun pepaya dan cangkang telur guna meningkatkan keberlanjutan produksi. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh variasi katalis 2wt% dan 6wt% terhadap karakteristik pembakaran biodiesel menggunakan metode *droplet*. Pengujian dilakukan dengan mengamati tinggi nyala api, temperatur puncak dan durasi pembakaran. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi katalis menurunkan tinggi api dari 30,368 mm menjadi 28,136 mm. Waktu pembakaran juga lebih cepat pada 6wt% (0,5833 s) dibandingkan 2wt%. Hal ini membuktikan bahwa penambahan konsentrasi katalis yang tinggi tidak selalu meningkatkan kualitas biodiesel, melainkan dapat menurunkan kandungan energi dan kestabilan nyala api.

Kata kunci: biodiesel, minyak kedelai, karakteristik pembakaran, api, tetesan

ABSTRACT

The depletion of fossil fuel reserves and the increase in greenhouse gas emissions encourage the development of biodiesel as an environmentally friendly and sustainable renewable energy. Soybean oil has great potential as a raw material for biodiesel through the transesterification process, but the use of homogeneous catalysts has limitations. This study utilized heterogeneous catalysts based on organic waste, namely papaya leaves and eggshells to improve production sustainability. The purpose of this study was to evaluate the effect of catalyst variations of 2wt% and 6wt% on the combustion characteristics of biodiesel using the droplet method. Testing was carried out by observing the flame height, peak temperature and combustion duration. The results of this study showed that increasing the catalyst concentration reduced the flame height from 30.368 mm to 28.136 mm. The combustion time was also faster at 6wt% (0.5833 s) compared to 2wt% (0.6513 s). This proves that adding high catalyst concentrations does not always improve the quality of biodiesel, but can reduce the energy content and flame stability.

Keyword: biodiesel, soybean oil, combustion characteristics, flame, droplet

PENDAHULUAN

Cadangan bahan bakar fosil semakin menipis akibat pemakaian yang terus menerus dengan jumlah yang sangat besar, serta menimbulkan emisi gas rumah kaca yang berdampak pada perubahan iklim. Kondisi ini mendorong penelitian untuk mengembangkan sumber energi alternatif terbarukan, ramah lingkungan dan mampu memenuhi kebutuhan energi yang meningkat [1]. Biodiesel menjadi salah satu solusi potensial karena bersifat *biodegradable*, menghasilkan emisi karbon lebih rendah, serta dapat digunakan sebagai campuran atau pengganti solar pada mesin diesel [2].

Biodiesel diproduksi melalui transesterifikasi trigliserida dari minyak alami, baik lemak hewani maupun minyak nabati, dengan menggunakan alkohol rantai pendek seperti metanol dan katalis heterogen [3]. Minyak kedelai merupakan salah satu bahan nabati yang efektif untuk proses transesterifikasi [4]. Penggunaan biodiesel minyak kedelai pada mesin diesel menunjukkan performa yang sebanding dengan diesel murni, baik dari segi torsi, daya, maupun konsumsi bahan bakar [5], sehingga

biodiesel minyak kedelai memiliki potensi sebagai alternatif bahan bakar diesel.

Penggunaan katalis homogen memiliki beberapa kelemahan, seperti meningkatnya kadar air yang menurunkan remendemen, bersifat korosif, serta menghasilkan limbah yang sulit didaur ulang [6]. Untuk mengatasinya, penelitian ini menggunakan katalis heterogen berbasis limbah organik, seperti kombinasi daun pepaya dan cangkang telur yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Katalis heterogen diharapkan mampu meningkatkan efisiensi produksi biodiesel sekaligus mengurangi dampak pada lingkungan [7].

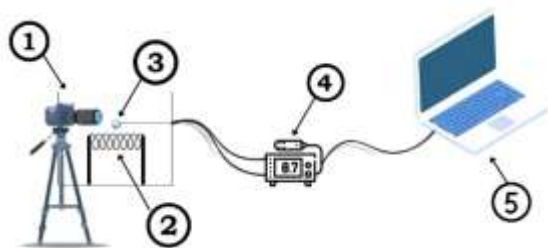
Karakteristik pembakaran biodiesel perlu dianalisis untuk memahami performa bahan bakar dalam mesin. Salah satu metode yang efektif adalah pengujian tetesan tunggal (*droplet*). Metode *single droplet* merupakan metode pengujian karakteristik pembakaran dengan pengamatan secara mikro untuk mengetahui *ignition delay*, tinggi api, laju penguapan dan lama nyala api dalam satu siklus pembakaran [8]. Salah satu aspek terpenting dalam karakteristik pembakaran adalah api yang dihasilkan.

Api yang dihasilkan pada pembakaran bahan bakar solar dengan penambahan campuran biodiesel minyak kedelai menghasilkan tinggi api maksimum yang lebih rendah [8]. Penambahan katalis pada biodiesel akan mempengaruhi laju pembakaran dan bentuk api yang dihasilkan [9].

Penelitian ini menggunakan biodiesel minyak kedelai yang diproduksi menggunakan proses transesterifikasi dengan penambahan konsentrasi katalis daun pepaya dan cangkang telur sebesar 2wt% dan 6wt% terhadap api yang dihasilkan pada pembakaran.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Sampel biodiesel yang berbahan baku minyak kedelai dengan penambahan katalis daun pepaya dan cangkang telur sebesar 2wt% dan 6wt% diuji menggunakan metode *droplet* untuk menganalisis pengaruh penambahan katalis saat proses produksi. Fokus pengamatan ditujukan pada perubahan tinggi nyala api serta suhu maksimum yang terbentuk. Berikut merupakan instalasi penelitian:



Gambar 1. Skema Instalasi Uji *Single Droplet*

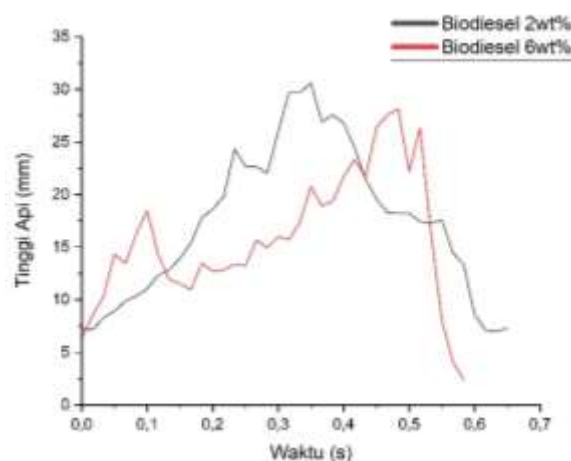
Proses pengamatan dilakukan secara langsung dengan menggunakan kamera (1) sebagai alat untuk merekam pada kecepatan 60 Hz/s untuk menganalisis ukuran nyala api. *Droplet* terletak pada jarak 3 mm dari *heater* (2) dan diletakkan tepat di atas *thermocouple type K* (3) yang sudah terhubung dengan data logger (4) untuk merekam perubahan suhu selama proses pembakaran. Visualisasi dan suhu yang diperoleh kemudian di proses serta dianalisis menggunakan laptop (5).

Video yang telah direkam kemudian dipotong sehingga hanya menyisakan bagian yang menampilkan proses pembakaran pada biodiesel 2wt% dan 6wt%. Selanjutnya, video tersebut akan diproses menggunakan *software FreeStudio* untuk dikonversi menjadi rangkaian gambar per *frame*. Setiap gambar dianalisis dengan *software ImageJ* guna mengukur tinggi nyala api pada tiap *frame*. Pengukuran dilakukan dengan menetapkan skala melalui fitur “*set scale*” berdasarkan perbandingan dengan ukuran acuan yang sudah diketahui.

Data suhu yang terekam oleh data logger *Advantech* tersimpan dalam format Excel, sehingga proses analisis dilakukan menggunakan *software Microsoft Excel*. Rentang suhu yang dianalisis meliputi suhu pada awal munculnya *frame* api hingga *frame* terakhir saat api padam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian *droplet* pada biodiesel 2wt% dan 6wt% mendapatkan data sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Perbandingan Tinggi Api

Gambar diatas menunjukkan grafik perbandingan tinggi api pada biodiesel 2wt% dan 6wt%. Tinggi api maksimum yang didapatkan pada 2wt% adalah 30,368 mm sedangkan pada 6wt% sebesar 28,136 mm. Penurunan tinggi api maksimum menandakan bahwa peningkatan konsentrasi katalis berpengaruh terhadap intensitas api yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi penambahan katalis daun pepaya dan cangkang telur akan semakin rendah tinggi api yang dihasilkan. Jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil, hal ini sejalan dengan temuan yang menjelaskan bahwa solar murni (*diesel*) menghasilkan tinggi api yang lebih besar, sedangkan biodiesel cenderung menunjukkan tinggi api yang lebih rendah, sementara campuran keduanya berada diantara keduanya [10]. Perbedaan ini disebabkan oleh kandungan oksigen yang lebih tinggi pada biodiesel, yang memungkinkan pembakaran lebih bersih dengan produksi jelaga lebih sedikit, namun berdampak pada nyala api yang relatif lebih pendek dibandingkan bahan bakar diesel konvensional.

Penambahan katalis pada saat proses produksi juga mempengaruhi laju pembakaran pada 2wt% terbakar habis selama 0,6513 s, sedangkan pada 6wt% terbakar habis selama 0,5833 s. Pertambahan Katalis

meningkatkan kecepatan bahan bakar habis terbakar.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian *droplet* pada 2wt% dan 6wt% untuk mengetahui pengaruh penambahan katalis daun pepaya dan cangkang telur pada proses produksi biodiesel minyak kedelai pada karakteristik pembakaran api adalah:

1. Semakin besar konsentrasi katalis yang ditambahkan, maka tinggi nyala api maksimum yang dihasilkan akan mengalami penurunan.
2. Peningkatan konsentrasi katalis mempercepat laju proses pembakaran sehingga durasi nyala api menjadi lebih singkat.
3. Pertambahan konsentrasi katalis tidak selalu meningkatkan performa biodiesel, sebaliknya dapat menurunkan kemurnian dan nilai kalor biodiesel sehingga energi panas yang dilepaskan berkurang dan kestabilan nyala api menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. W. Pratama, G. Soebaktiyo, and D. Hermawan, "Karakteristik Nyala Api Dan Air Fuel Ratio Minyak Nabati Terhadap Pembakaran Premixed," *V-MAC (Virtual Mech. Eng. Artic.*, vol. 8, no. 1, pp. 20–27, 2023, doi: 10.36526/v-mac.v8i1.2739.
- [2] Y. Zhang, Y. Zhong, S. Lu, Z. Zhang, and D. Tan, "A Comprehensive Review of the Properties, Performance, Combustion, and Emissions of the Diesel Engine Fueled with Different Generations of Biodiesel," *Processes*, vol. 10, no. 6, 2022, doi: 10.3390/pr10061178.
- [3] N. Afiatun, E. Marlina, and Margianto, "Pengaruh Cangkang Telur dan Daun Pepaya Sebagai Katalis Heterogen terhadap Kualitas Biodiesel Minyak Kedelai," vol. 1, pp. 144–148.
- [4] S. T.B, A. F, and L. Z, "EFEK BAHAN BAKAR BIODIESEL DARI MINYAK KEDELAI TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN TEMPERATUR RUANG BAKAR MESIN DIESEL," *Simetris*, vol. 2, 2018.
- [5] I. G *et al.*, "Diesel engine performance and emissions analysis with four different combinations of diesel-soybean biodiesel blends," *J. Clean. Prod.*, p. 492, 2025.
- [6] Z. Arifin, E. Marlina, and A. Raharjo, "Pengaruh Kombinasi Tulang Hewan dan Daun Pepaya sebagai Katalis Heterogen terhadap Kualitas Biodiesel Minyak Kedelai," *J. Tek. Mesin*, vol. 8, 2023.
- [7] S. Agusliana, R. Kalla, and Suryanto, "Pembuatan Biodisel Dengan Penambahan Katalis CaO dari Cangkang Telur," *J. Technol. Process*, vol. 02, no. 02, pp. 90–95, 2022.
- [8] D. H. T. Prasetyo, H. Abdillah, D. Wahyudi, A. Muhammad, and M. A. Baihaqi, "Uji Karakteristik Nyala Api Menggunakan Metode Pembakaran Droplet Pada Bahan Bakar Diesel Dengan Penambahan Biodiesel Kesambi," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 2, 2023, doi: 10.24127/trb.v12i2.2805.
- [9] B. Saha and R. Balasubramanian, "Combustion Characteristics of biodiesel derived from waste cooking oil droplets," *Fuel*, vol. 264, no. 116707, 2020.
- [10] A. Faik, Y. Zhang, M. . Abu Bakar, and T. Yusaf, "Comparative study of combustion characteristics of diesel and biodiesel droplets," *Fuel*, pp. 41–52, 2018, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.02.148>