

# PENGARUH PENAMBAHAN KARBON NANO terhadap KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET* MINYAK *SUN FLOWER*

Eky Andriyan<sup>[1]</sup>, Ena Marlina<sup>[2]</sup>, Nur Robbi<sup>[3]</sup>

<sup>[1], [2], [3]</sup> Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Malang

Jl. MT. Haryono 193 Malang 65144, Indonesia

[ekyandriyan41@gmail.com](mailto:ekyandriyan41@gmail.com)

[ena.marlina@unisma.ac.id](mailto:ena.marlina@unisma.ac.id)

[nurrobby@unisma.ac.id](mailto:nurrobby@unisma.ac.id)

## ABSTRAK

Perkembangan zaman menuntut berbagai aktivitas kehidupan manusia seperti sektor pertanian, industri, transportasi dan yang lainnya, masih mengandalkan mesin pembakaran dalam, sehingga bahan bakar minyak belum dapat digantikan penggunaannya. Pembakaran bahan bakar fosil mempunyai dampak negatif yang menghasilkan polutan terhadap lingkungan, karena mempunyai senyawa berbahaya seperti gas  $\text{CO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ , oksida nitrogen dan partikulat. Untuk mengatasi masalah tersebut sudah dikembangkan biodiesel yang bersumber dari minyak nabati. Salah satu minyak nabati yang bisa diolah menjadi biodiesel adalah biji bunga matahari. Kelebihan dari minyak biji bunga matahari memiliki kandungan asam *linoleat* sehingga *droplet* lebih reaktif untuk terbakar. Pencampuran karbon nano dengan minyak bunga matahari dapat meringankan biaya dibandingkan dengan proses transesterifikasi dan emulsifikasi. Metode tetesan *droplet* digunakan untuk mengetahui karakteristik dari pembakaran *droplet* minyak biji bunga matahari. Pada penelitian ini penambahan karbon nano meningkatkan nilai temperatur *droplet*. Sifat konduktivitas termal yang baik pada karbon nano menjadi faktor utama untuk membantu meningkatkan temperatur *droplet* pada minyak biji bunga matahari. Penambahan karbon nano pada minyak biji bunga matahari menghasilkan terjadinya *microexplosion* yang menyebabkan laju nyala api semakin cepat, hal ini juga berpengaruh pada bentuk nyala api menjadi lebih lebar.

Kata kunci : *minyak biji bunga matahari, karbon nano, biodiesel.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan zaman menuntut berbagai aktivitas kehidupan manusia seperti, sektor pertanian, industri, transportasi, rumah tangga, dan yang lainnya, masih mengandalkan mesin pembakaran dalam, sehingga bahan bakar minyak belum dapat digantikan penggunaannya. Indonesia saat ini masih menggunakan bahan bakar solar dari fosil, hal ini apabila digunakan secara terus menerus akan berpengaruh ketersediaan bahan bakar. Pembakaran bahan bakar fosil mempunyai dampak negatif yang menghasilkan polutan terhadap lingkungan, karena mempunyai senyawa

berbahaya seperti gas  $\text{CO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ , oksida nitrogen dan partikulat <sup>[1]</sup>. Maka diperlukan energi alternatif yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan yaitu biodiesel dari minyak nabati, karena minyak nabati bisa digunakan sebagai pengganti solar yang ramah lingkungan.

Semakin banyak penelitian mengenai bahan bakar dari minyak nabati yang diharapkan bisa mengurangi dan bahkan menggantikan penggunaan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui dan tidak ramah lingkungan. Penggunaan minyak nabati secara langsung pada

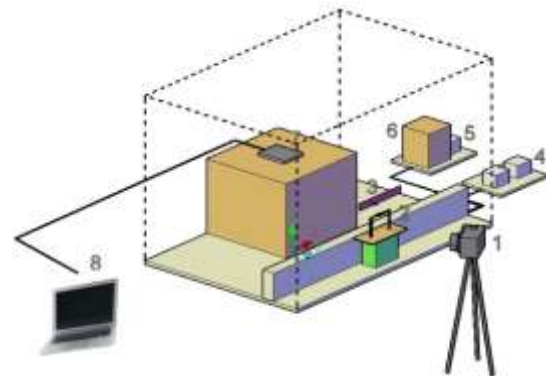
mesin diesel tidak dapat dilakukan karena minyak nabati mempunyai nilai viskositas tinggi. Viskositas yang tinggi mengakibatkan proses atomisasi dan penginjeksian bahan bakar tidak berlangsung dengan baik sehingga menghasilkan pembakaran yang kurang sempurna <sup>[2]</sup>. Oleh karena itu harus ada upaya untuk menurunkan viskositas minyak nabati yaitu dengan mengolahnya menjadi biodiesel. Tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus L*) adalah salah satu minyak nabati yang bisa diolah menjadi biodiesel. Bagian dari tanaman bunga matahari yang dapat dimanfaatkan untuk dijadikan minyak adalah berasal dari biji bunga matahari. Biji bunga matahari memiliki komposisi minyak antara 23-45% <sup>[3]</sup>. Produktivitas dan mutu minyak bunga matahari dipengaruhi banyak faktor, salah satunya ialah ketersediaan air tanah <sup>[4]</sup>.

Minyak *sunflower* cocok dijadikan bahan bakar biodiesel karena terdapat asam *linoleat* yang membuat molekul *droplet* lebih reaktif, sehingga *droplet* menggelembung lebih besar dan menghasilkan ledakan kecil atau *microexplosion* <sup>[5]</sup>. Minyak nabati memiliki viskositas yang tinggi, hal ini harus dilakukan proses pencampuran yaitu karbon nano sebagai bio aditif minyak *sun flower*. Karbon nano pada penelitian ini terbuat dari arang tempurung kelapa dengan ukuran kurang dari 74  $\mu\text{m}$  (mesh 200), dibuat menggunakan mesin *shaker ball mill* sebagai proses *high energy milling* (HEM) <sup>[6]</sup>. Metode pada penelitian ini menggunakan satu tetesan *droplet* yang berfungsi untuk mengetahui karakteristik pembakaran minyak biji bunga matahari. Pengujian dengan tetesan *droplet* sangat mungkin dipengaruhi oleh sifat bahan bakar seperti reaktivitas, volatilitas dan struktur molekul <sup>[7]</sup>.

Pada penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan karbon nano terhadap karakteristik

pembakaran *droplet* meliputi temperatur, *burning rate*, tinggi api dan lebar api.

## METODE PENELITIAN



Gambar 1. Skema instalasi penelitian

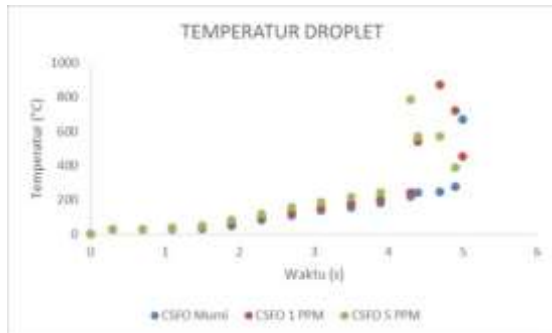
- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| 1. Kamera          | 5. Stop-kontak |
| 2. Heater          | 6. Travo       |
| 3. Thermocouple    | 7. Datalogger  |
| 4. Pemindah heater | 8. Laptop      |

Gambar 1 menunjukkan skema instalasi penelitian sebagai proses untuk mengetahui pengaruh penambahan karbon nano terhadap karakteristik pembakaran *droplet* minyak *sun flower*. Penelitian ini menggunakan tiga variasi persentase campuran yaitu CSFO murni, CSFO 1 PPM, CSFO 5 PPM. Setiap variasi persentase campuran dilakukan pengujian satu tetesan *droplet* dengan ukuran 1 mm pada *thermocouple*, kemudian mengatur jarak antara *thermocouple* dengan *heater* sebesar 3 mm. Pada saat proses pembakaran berlangsung *thermocouple* akan menjadi perantara dari hasil temperatur *droplet*, kemudian disalurkan pada *datalogger* yang terhubung pada laptop.

Karakteristik pembakaran *droplet* yaitu temperatur diperoleh data dari *datalogger* yang ditampilkan pada laptop, kemudian *burning rate*, tinggi api, lebar api diperoleh data dari video yang direkam pada kamera CANON EOS 600D dengan pengaturan 60 fps.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Pengaruh persentase karbon nano terhadap temperatur *droplet* campuran minyak *sun flower* dengan karbon nano.**



Gambar 2. Grafik temperatur terhadap waktu

Gambar 2 menunjukkan variasi persentase minyak *Sun Flower* yang dicampurkan dengan Karbon Nano berpengaruh terhadap temperatur *droplet*, dari hasil penelitian CSFO0 memiliki temperatur awal nyala api 180°C, CSFO1 dengan temperatur 222°C, CSFO5 dengan temperatur 232°C.

Nilai temperatur *droplet* yang ada pada grafik dihitung dari awal penyalaan *heater* sampai proses pembakaran *droplet* berakhir. Berdasarkan grafik temperatur *droplet* menunjukkan bahwa dengan penambahan Karbon Nano membantu menyempurnakan pembakaran minyak *sun flower*. Grafik diatas menunjukkan temperatur maksimum paling tinggi pada saat proses pembakaran yaitu CSFO1 dengan temperatur 871°C, CSFO5 dengan temperatur 786°C, CSFO0 dengan temperatur 667°C.

Penambahan karbon nano pada minyak *sun flower* sangat berpengaruh terhadap temperatur *droplet*. Grafik diatas menunjukkan temperatur awal nyala pada CSFO1 lebih rendah dari pada CSFO5 karena terjadi proses penguapan, semakin tinggi proses penguapan maka temperatur awal nyala semakin rendah. Pada

temperatur maksimal CSFO1 memiliki temperatur lebih tinggi dari pada CSFO5, dikarenakan CSFO1 antara karbon nano dan minyak *sun flower* lebih dapat bercampur dengan sempurna sehingga pada saat pembakaran memiliki hasil temperatur maksimal, mengingat bahwa sifat karbon nano yaitu dapat menghantarkan panas yang baik. Jadi dengan penambahan karbon nano akan membantu meningkatkan temperatur *droplet* dari minyak *sun flower*, hal ini bagus karena pembakaran pada bahan bakar akan lebih baik apabila mempunyai nilai temperatur yang semakin tinggi.

**Pengaruh persentase karbon nano terhadap *burning rate* campuran minyak *sun flower* dengan karbon nano.**



Gambar 3. Grafik *burning rate* terhadap waktu

*Burning rate* dihitung mulai dari awal nyala api dari pengujian *droplet* sampai proses pembakaran berakhir. Gambar 3 menunjukkan karakteristik pembakaran *burning rate* pada minyak *sun flower* campuran karbon nano dengan hasil maksimum yaitu CSFO0 mempunyai nilai *burning rate* 4.15 mm/s<sup>2</sup>, CSFO1 mempunyai nilai 5.60 mm/s<sup>2</sup>, dan CSFO5 mempunyai nilai 3.77 mm/s<sup>2</sup>. Adanya penambahan karbon nano akan meningkatkan nilai *burning rate* karena didalam minyak *sunflower* terdapat asam *linoleat* yang membuat molekul *droplet* lebih reaktif, sehingga *droplet* menggelembung lebih besar dan

menghasilkan ledakan kecil atau *microexplosion*<sup>[5]</sup>. Hal ini membantu mempercepat proses pembakaran droplet minyak *sun flower*.

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa kandungan karbon nano berpengaruh terhadap laju pembakaran droplet, terlihat pada CSFO5 laju pembakaran lebih cepat karena sifat karbon nano berpengaruh pada evaporasi dan pada grafik juga menunjukkan bahwa laju pembakaran tertinggi ditunjukkan oleh CSFO1 dikarenakan sifat karbon nano menyebabkan terjadinya *microexplosion* sehingga daya ledak api tinggi.



Gambar 4. Terjadinya *microexplosion*

*Microexplosion* disebabkan karena pengaruh perbedaan titik didih antara campuran karbon nano dengan minyak *sun flower*. Terjadinya *microexplosion* menghasilkan laju nyala api semakin cepat sehingga minyak uji bakar mudah cepat terbakar dan memiliki waktu kecepatan pembakaran yang singkat. Hal ini baik untuk digunakan pada bahan bakar biodiesel, karena dengan penambahan karbon nano pada minyak *sun flower* menghasilkan minyak lebih reaktif untuk terbakar.

#### Pengaruh persentase karbon nano terhadap tinggi api campuran minyak *sun flower* dengan karbon nano



Gambar 5. Grafik tinggi api terhadap waktu

Gambar 5 menunjukkan variasi persentase minyak *sun flower* yang dicampurkan dengan karbon nano berpengaruh terhadap dimensi nyala tinggi api, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karbon nano mempunyai tinggi api yang lebih pendek dari pada minyak *sun flower* yang tidak dicampuri oleh karbon nano. Grafik diatas menunjukkan tinggi api maksimum yaitu pada variasi campuran CSFO0, sedangkan pada variasi campuran CSFO1 dan CSFO5 mempunyai tinggi api yang lebih pendek dan melebar. Hasil penelitian menunjukkan dimensi nyala tinggi api maksimum dari ketiga variasi campuran sebagai berikut, CSFO0 mempunyai tinggi api maksimum 3.2 mm, CSFO1 dengan tinggi api 2.8 mm, CSFO5 dengan tinggi api 2.3 mm.

CSFO5 mempunyai tinggi api paling rendah karena dipengaruhi oleh adanya *mikroexplosion* pada saat droplet terbakar. Terjadinya *microexplosion* tidak hanya mempengaruhi *burning rate* tetapi juga berpengaruh pada dimensi nyala api pada proses pembakaran droplet, hal ini menandakan bahwa dengan pencampuran karbon nano kedalam minyak *sun flower* lebih baik karena terjadinya *microexplosion* yang diakibatkan oleh perbedaan titik didih antara minyak *sun flower* dengan karbon nano, sehingga menyebabkan nyala api tidak beraturan karena terjadinya ledakan kecil pada saat proses pembakaran dan dimensi nyala api lebih dominan melebar. *Microexplosion* sangat membantu proses pembakaran droplet, karena meningkatkan laju nyala api sehingga membantu menyempurnakan proses pembakaran minyak *sun flower* yang dicampur dengan karbon nano.

## Pengaruh persentase karbon nano terhadap lebar api campuran minyak matahari dengan karbon nano



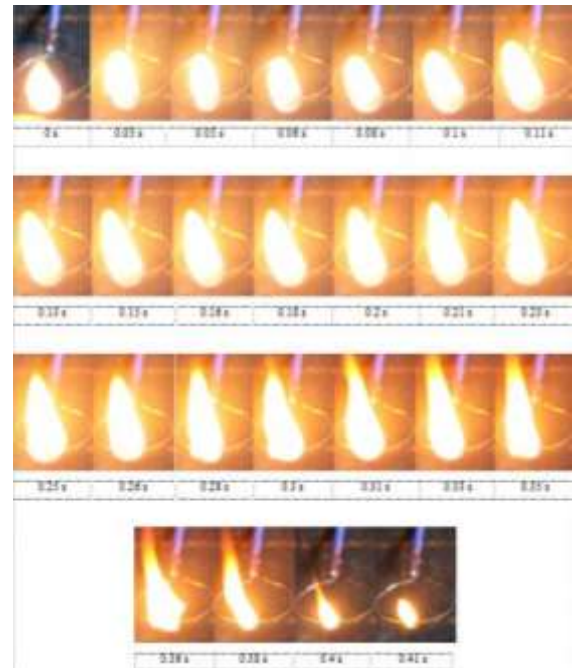
Gambar 6. Grafik lebar api terhadap waktu

Gambar 6 menunjukkan hasil lebar api variasi campuran minyak *Sun Flower* dengan Karbon Nano sebagai berikut, CSFO0 mempunyai lebar api maksimum 1.5 mm, CSFO1 mempunyai lebar api maksimum 2.7 mm, dan CSFO5 mempunyai lebar api maksimum 2 mm.

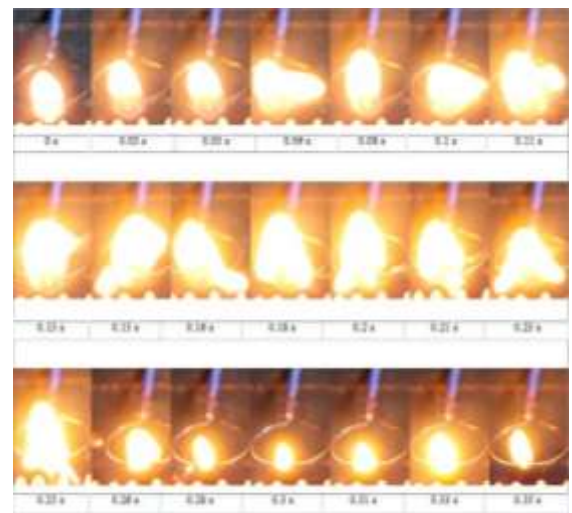
Data diatas menunjukkan bahwa CSFO0 memiliki perubahan grafik lebar api paling stabil dari pada variasi campuran lain, karena pada CSFO0 tidak memiliki kandungan Karbon Nano. Sehingga hasil dari dimensi nyala api pada CSFO0 mempunyai lebar api paling pendek dan nyala api dominan tinggi. Namun pada CSFO1 dan CSFO5 nyala api lebih melebar, hal ini dipengaruhi karena proses penguapan pada pembakaran lebih lambat dan mengingat sifat karbon nano yaitu semi konduktor yang menghasilkan suatu *microexplosion* pada minyak *sun flower* sehingga nyala api menjadi melebar.

## Visualisasi nyala tinggi dan lebar api

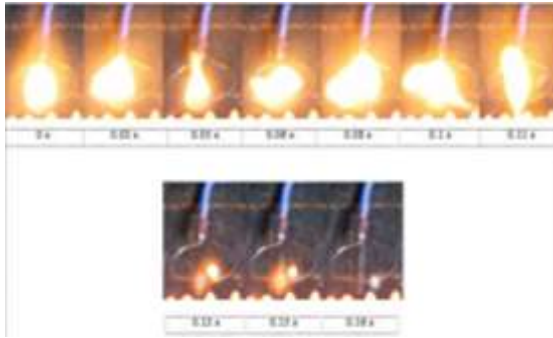
### Visualisasi nyala api minyak CSFO murni



### Visualisasi nyala api minyak CSFO 1 PPM



## Visualisasi nyala api minyak CSFO 5 PPM



Gambar 7. Gambar visualisasi api

Gambar 7 menunjukkan pengaruh campuran karbon nano dengan minyak *sun flower* terhadap kecepatan waktu pembakaran, dari ketiga variasi campuran didapatkan data sebagai berikut, CSFO0 memiliki kecepatan waktu 0 s – 0.41 s, CSFO1 memiliki kecepatan waktu 0 s – 0.35 s, CSFO5 memiliki kecepatan waktu 0 s – 0.16 s. Data tersebut menunjukkan bahwa pencampuran karbon nano kedalam minyak *sun flower* berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran *droplet*, dimana temperatur semakin meningkat, nyala api lebih melebar, *burning rate* meningkat karena adanya *microexplosion* yang diakibatkan oleh perbedaan titik didih antara minyak *sun flower* dengan karbon nano. Sehingga menghasilkan ledakan kecil yang membantu mempercepat waktu pembakaran *droplet*, hal tersebut sangat baik karena membantu menyempurnakan proses pembakaran minyak *sun flower* campuran karbon nano.

### KESIMPULAN

1. Karakteristik pembakaran pada minyak *sun flower* mengalami perubahan pada nilai temperatur yang meningkat, laju nyala api semakin cepat. Hal ini karena sifat dari karbon nano berpengaruh pada proses evaporasi dan terjadinya *microexplosion*.

2. Temperatur maksimum paling tinggi pada minyak *sun flower* terjadi pada variasi campuran 1 PPM, karena antara minyak *sun flower* dan karbon nano 1 PPM lebih dapat bercampur dengan sempurna sehingga pada saat pembakaran memiliki hasil temperatur maksimal, mengingat bahwa sifat karbon nano yaitu dapat menghantarkan panas yang baik, jadi dengan penambahan karbon nano akan membantu meningkatkan temperatur *droplet* dari minyak *sun flower*.
3. *Burning rate* atau kecepatan nyala api paling tinggi terjadi pada variasi campuran 5 PPM, terlihat pada CSFO5 laju pembakaran lebih cepat karena sifat karbon nano berpengaruh pada evaporasi dan pada grafik juga menunjukkan bahwa laju pembakaran tertinggi ditunjukkan oleh CSFO1 dikarenakan sifat karbon nano menyebabkan terjadinya *microexplosion* sehingga daya ledak api tinggi.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Nicoletti, N. Arcuri, G. Nicoletti, and R. Bruno, "A technical and environmental comparison between hydrogen and some fossil fuels," *Energy Convers. Manag.*, vol. 89, pp. 205–213, 2015, doi: 10.1016/j.enconman.2014.09.057.
- [2] T. H. S and R. Yusuf, "Preparasi Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit," *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 6, no. 2, 2010, doi: 10.7454/mst.v6i2.64.
- [3] D. G. Katja, "Kualitas Minyak Bunga Matahari Komersial dan Minyak Hasil Ekstraksi Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)," *J. Ilm. Sains*, vol. 12, no. 1, p. 59, 2012, doi: 10.35799/jis.12.1.2012.403.
- [4] "Pengaruh Cekaman Kekeringan Pada 10 Aksesori Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) The Effect Of Drought Stress On 10 Sunflower (

- Helianthus annuus L.) Accessions Fanny Arinta Kumalasari \*) , Arifin Noor S \*\*) dan Lita Soetopo \*\*)."
- [5] 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.
- [6] I. G. Ketut Puja, I. N. G. Wardana, Y. S. Irawan, and M. A. Choiron, "The role of Carica papaya latex and aluminum oxide on the formation of carbon nanofibre made of coconut shell," *Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol.*, vol. 9, no. 3, 2018, doi: 10.1088/2043-6254/aad1a9.
- [7] E. Marlina, I. N. G. Wardana, L. Yuliati, and W. Wijayanti, "The effect of fatty acid polarity on the combustion characteristics of vegetable oils droplets," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 494, no. 1, pp. 0–7, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/494/1/012036.