

## Droplet Combustion Characteristics of Methanol-Kemiri Sunan Biodiesel Blends

Nurkholis Hamidi<sup>1\*</sup>, Purnami<sup>2</sup>, Rizal Maulana Fahmi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jalan MT. Haryono No.167 Malang

\*Corresponding author: hamidy@ub.ac.id

**Abstract.** So far, petroleum diesel is the most widely used for industrial and transportation. However, this fuel cannot be renewed and will certainly run out if it is continuously consumed. So, there needs to be an alternative to petroleum diesel fuel substitutes. Biodiesel produced from kemiri sunan seed is particularly attractive since the high potential of this plant to produce the bio oil. This paper describes the results of a fundamental study of the combustion characteristics of single droplet of blended fuel of kemiri sunan biodiesel and metanol. The addition of methanol to kemiri sunan biodiesel is expected to improve the combustion characteristics in general. The fuels were prepared by added the metanol to the biodiesel oil at concentrations of 0%, 10%, 20%, and 30% v/v. The single droplets of blended fuels were suspended using micro-syringe. The droplets were ignited and combusted using electrical heater at ambient pressure of 1 and 5 atm. The ignition and combustion processes of the single droplets were recorded using a camera. The droplet burning rate, ignition delay time, and flame length were determined. It was found that the burning rate and temperature maximum of blended droplets increased with increasing metanol concentration and ambient pressure. However, the ignition delay time of the droplet relatively decrease with increasing metanol concentration.

**Abstrak.** Saat ini, minyak diesel (solar) merupakan bahan bakar yang paling banyak digunakan di industri dan transportasi. Solar sebagai bahan bakar yang tidak dapat diperbarui tentu akan semakin habis jika terus menerus dikonsumsi. Sehingga, perlu ada alternatif bahan bakar pengganti solar. Bahan Bakar Nabati (BBN) yang berpotensi dikembangkan di Indonesia sebagai pengganti solar adalah minyak Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw). Namun minyak kemiri sunan memiliki kelemahan dari hal tingginya viskositas dan lamanya titik nyala api. Salah satu upaya untuk menanggulangi kelemahan tersebut yang dilakukan adalah penambahan methanol sebagai campuran biodiesel. Dengan penambahan metanol pada minyak kemiri sunan diharapkan akan mengubah karakteristik pembakaran secara umum. Penelitian ini menambahkan metanol untuk pembakaran droplet minyak kemiri sunan dengan konsentrasi sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% dan variasi tekanan sebesar 1 atm, 5 atm. Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan metanol pada pembakaran droplet minyak kemiri sunan menurunkan nilai ignition delay, meningkatkan burning rate dan temperatur maksimum pembakaran.

**Keywords:** Minyak kemiri sunan, metanol, *droplet*, *ignition delay*, *burnng rate*

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Energi diprediksi akan menjadi masalah utama di dunia termasuk di Indonesia. Ketergantungan masyarakat yang tinggi terhadap bahan bakar fosil dan keterbatasan akan ketersediaannya menjadi penyebab masalah tersebut. Sehingga, perlu adanya usaha untuk menggali berbagai sumber energi alternative sebagai pengganti bahan bakar fosil tersebut. Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang bisa dimanfaatkan untuk dijadikan minyak nabati sebagai Bahan Bakar Nabati (BBN) pengganti Bahan Bakar Minyak (BBM).

Salah satu tanaman yang sedang dikembangkan oleh pemerintah untuk

menghasilkan minyak nabati adalah kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw). Penggunaan minyak kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) sebagai bahan bakar alternatif termasuk hal baru, karena umunya bahan bakar alternatif dari minyak nabati didapatkan dari jarak pagar (*Jatropha Curcas* L.). Keuntungan dari penggunaan kemiri sunan yaitu dari sisi produktivitas minyak, kemiri sunan lebih baik dari tanaman penghasil minyak nabati lain, seperti jarak pagar dan nyamplung. Produktivitas biji bisa berkisar 50 – 300 kg/ph/thn dengan rendeman minyak kasar sekitar 52% dari kernel dan rendemen biodiesel mencapai 88% dari minyak kasar, sementara sisanya berupa gliserol. Selain itu bentuk

kemiri sunan yang berupa pohon, memudahkan dilakukannya tumpang sari dengan tanaman lain, dapat tumbuh di lahan kritis, dapat meningkatkan kesuburan tanah, serta memiliki umur produksi yang panjang [1]

Meskipun secara komposisi dan karakteristik minyak nabati sangat berpotensi untuk diaplikasikan sebagai bahan bakar pengganti pada mesin diesel, akan tetapi masih banyak kendala yang dihadapi. Salah satu permasalahan minyak nabati yaitu tidak dapat digunakan secara langsung sebagai pengganti bahan bakar solar/diesel, karena viskositasnya yang tinggi. Viskositas bahan bakar yang tinggi dapat mengakibatkan daya atomisasi rendah sehingga dan menyebabkan mesin kehilangan tenaga [2,3]. Viskositas yang tinggi juga dapat menghambat pompa injeksi pada mesin diesel dan tidak mampu menghasilkan pengkabutan (atomization) yang baik ketika minyak kemiri sunan disemprotkan ke dalam ruang bakar, sehingga hasil dari injeksi tidak berwujud kabut yang mudah menguap melainkan tetesan bahan bakar yang sulit terbakar. Ketika bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder mesin diesel, bahan bakar tidak segera menyala. Akan terjadi jeda waktu antara permulaan injeksi dengan menyalanya bahan bakar yang disebut *ignition delay*. Apabila kelambatan penyalaan ini berlebihan, kenaikan tekanan yang tajam akan terjadi pada saat penyalaan. Hal ini berakibat operasi mesin menjadi kasar dan terjadi kehilangan daya, terdengar suara ketukan yang bisa disebut ketukan diesel [4].

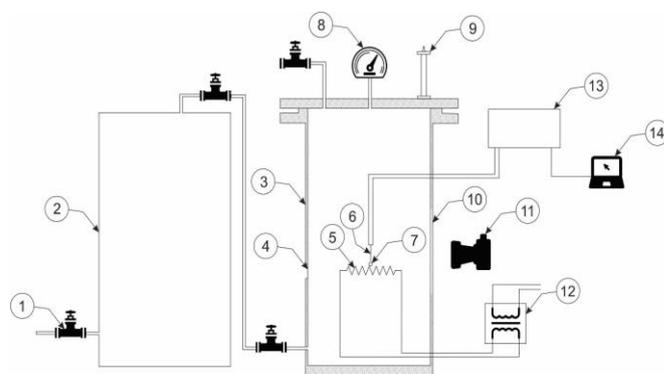
Untuk mengatasi permasalahan tersebut beberapa usaha telah dilakukan melalui proses pencampuran (*blending*) dengan minyak yang berviskositas rendah (seperti solar, metanol dan etanol) maupun dengan proses lanjutan seperti *degumming* untuk menghilangkan getah dan kotoran maupun dengan hidrolisis untuk menghilangkan kandungan gliserol dalam minyak [5, 6]. Usaha lain yang juga dapat dilakukan adalah dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi yang merubah asam lemak menjadi ester yang lebih bagus secara kualitas sebagai bahan bakar. Adanya usaha tersebut (*blending* dan proses awal) pada minyak nabati tentunya akan mempengaruhi sifat minyak yang dapat juga mempengaruhi karakteristik pembakarannya. Sedangkan upaya lain untuk untuk menanggulangi tingginya viskositas antara lain dengan penambahan alkohol. Alkohol yang digunakan dapat berupa metanol, etanol, propanol dan butanol. Penggunaan campuran bahan bakar biodiesel dan alkohol akan membuat sifat-sifat baru dari gabungan bahan bakar tersebut dalam hal viskositas, nilai kalor, angka cetana, flash

point, dan densitas yang akan meningkatkan performa penggunaan biodiesel [7, 8].

Beberapa penelitian telah dilakukan pada pemanfaatan biodiesel pada uji karakteristik mesin diesel. Salah satu rekayasa yang dilakukan adalah penambahan methanol sebagai campuran biodiesel. Pengujian umumnya langsung dilakukan pada mesin diesel untuk melihat pengaruh campuran terhadap performa mesin. Oleh karena itu, pada penelitian ini pengamatan dilakukan untuk memahami pengaruh proses pencampuran metanol pada minyak biodiesel kemiri sunan terhadap karakteristik pembakarannya pada droplet bahan bakar. Informasi terkait dengan karakteristik pembakaran suatu bahan bakar bakar baru merupakan hal yang sangat penting untuk diketahui guna pengembangan maupun penerapannya pada suatu mesin nantinya.

### Metode Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dengan membakar droplet campuran metanol dan minyak biodiesel kemiri sunan pada suatu ruang bakar bertekanan seperti yang terlihat pada gambar 1. Variasi prosentase metanol pada campuran minyak kemiri sunan adalah sebesar 0%, 10 %, 20%, dan 30% v/v. Sedangkan tekanan ambien ruang bakar divariasikan 1 atm 5 atm. Droplet dibentuk menggunakan *micro syringe* dengan diameter sekitar 1,5 mm.



Gambar 1. Skema alat penelitian

#### Keterangan:

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. Air Cock                             | 8. Pressure Gauge           |
| 2. Kompresor                            | 9. Safety Valve             |
| 3. Ruang uji bakar                      | 10. Jendela pelihat droplet |
| 4. Lubang masuk alat<br>pembuat droplet | 11. Kamera                  |
| 5. Heater / elemen<br>pemanas           | 12. Transformator           |
| 6. Thermocouple                         | 13. Data Logger             |
| 7. Droplet                              | 14. Laptop                  |

Penelitian dimulai dengan mencampurkan biodiesel kemiri sunan dan solar secara mekanik berdasarkan persentase volume yang telah

ditentukan sebelumnya. Kemudian campuran tersebut dimasukkan ke microliter syringe, untuk kemudian diteteskan pada thermocouple sehingga terbentuk droplet yang menggantung pada thermocouple. Diameter droplet yang terbentuk rata-rata adalah 1,5 mm. Setelah itu udara bertekanan dialirkan melalui kompresor sesuai dengan tekanan yang telah ditentukan sebelumnya menuju pengering udara (air dryer) sebagai perangkap uap air dari udara jika mengalami pengembunan akibat proses kompresi agar tidak ikut masuk ke dalam ruang uji bakar. Kemudian udara bertekanan dari air dryer dialirkan menuju ruang uji bakar. Lalu heater di nyalakan agar droplet terbakar dan selama proses pembakaran, waktu dan nyala api direkam oleh kamera. Pada penelitian ini pembakaran droplet direkam dengan kamera kecepatan tinggi dengan kecepatan 500 fps sedangkan temperatur droplet diukur dengan menggunakan termokople tipe K. Suhu ruang uji bakar pada awal proses dijaga pada 25-30°C. Hasil yang diukur dalam percobaan ini adalah ignition delay, burning rate, temperatur pembakaran.

### Hasil dan Pembahasan

Hubungan penambahan metanol terhadap ignition delay dapat dilihat pada gambar 2. Dari gambar 2 terlihat bahan bakar tanpa campuran (B100), memiliki waktu ignition time yang paling tinggi dibanding dengan bahan bakar menggunakan campuran. Sedangkan pada campuran B70M30 memiliki ignition time paling rendah dari campuran lain. Hal ini dikarenakan metanol memiliki titik penguapan dan nyala api yang rendah. Sehingga biodiesel yang dicampur dengan etanol menjadi lebih cepat mendidih/menguap dan semakin cepat menuju nyala api (ignition time).



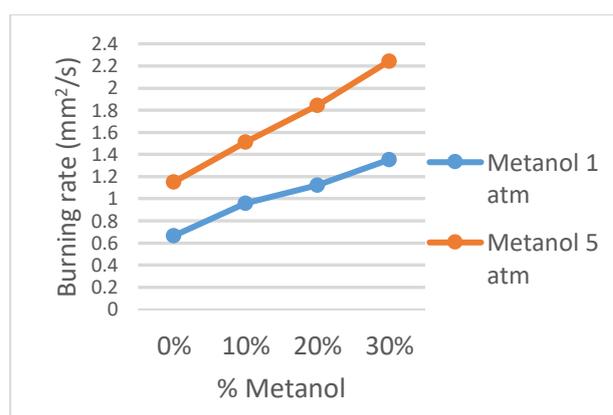
Gambar 2. Pengaruh penambahan metanol terhadap ignition delay

Dapat dilihat pada kandungan B100 memiliki ignition time yang paling tinggi dan pada B70M30 memiliki ignition time paling rendah. Hal

ini terjadi karena metanol memiliki viskositas dan titik nyala api yang lebih rendah dari biodiesel kemiri sunan murni sehingga dengan adanya perbedaan viskositas akan mudah memicu terjadinya microexplosion dan bahan bakar lebih cepat terbakar.

Pada gambar 2 juga terlihat bahwa peningkatan tekanan cenderung menurunkan *ignition delay*. Penurunan *ignition delay* pada tekanan yang lebih tinggi dapat diakibatkan oleh penurunan entalpi penguapan dan peningkatan laju difusi massa bahan bakar pada tekanan tinggi. Sehingga bahan bakar membutuhkan kalor yang lebih sedikit untuk menguap kemudian terbakar pada tekanan ambien ruang bakar yang lebih tinggi. Pada gambar 2 dapat dilihat dengan penambahan tekanan sebesar 5 atm, ignition time pada masing campuran lebih rendah dibanding dengan tekanan 1 atm.

Pengaruh penambahan metanol terhadap *burning rate* bisa dilihat pada gambar 3. *Burning rate* merupakan kecepatan dari suatu pembakaran dimulai dari bahan bakar tersebut mulai terbakar hingga habis. Dari gambar 3 terlihat pada prosentase metanol sebesar 30% memiliki nilai *burning rate* yang paling tinggi dari prosentase lain. Pada biodiesel dengan kandungan etanol sebesar 0% memiliki nilai *burning rate* paling rendah. Hal ini terjadi karena metanol memiliki kalor jenis yang lebih rendah dari biodiesel kemiri sunan yang mengakibatkan dengan penambahan metanol akan mempermudah bahan bakar menyerap dan melepas kalor sehingga bahan bakar lebih cepat habis dan meningkatkan *burning rate*.



Gambar 3. Pengaruh penambahan metanol terhadap *burning rate*

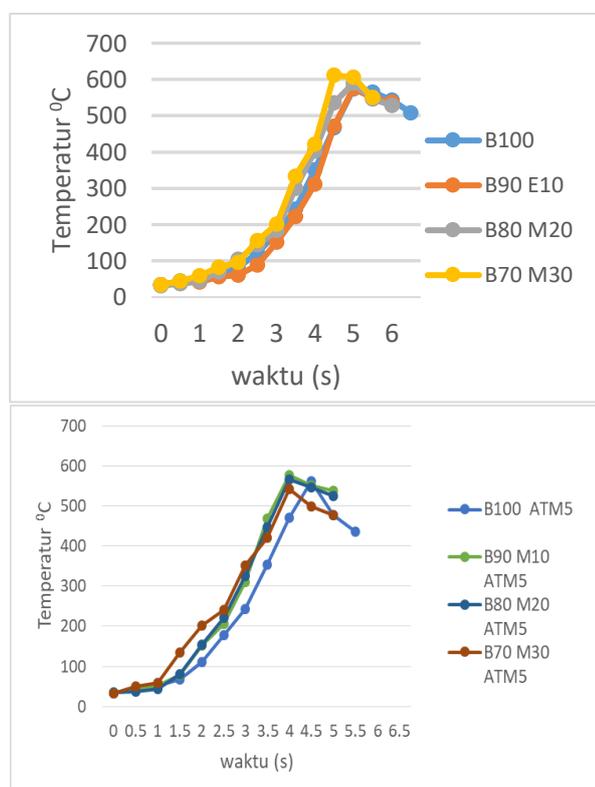
Pada penambahan tekanan 5 atm terlihat *burning rate* lebih tinggi dibandingkan dengan biodiesel campuran pada tekanan 1 atm. Hal ini disebabkan penambahan tekanan memicu

terjadinya *microexplosion* sehingga bahan bakar lebih cepat habis.

Penambahan prosentase metanol akan mempengaruhi temperatur maksimum pada bahan bakar. Secara umum seiring dengan penambahan etanol maka temperatur maksimum dari biodiesel minyak kemiri sunan akan mengalami peningkatan. Penambahan variasi tekanan ruang bakar akan meningkatkan temperatur pembakaran.

Pengaruh penambahan metanol terhadap temperatur pembakaran dapat dilihat pada gambar 4.

Pada gambar 4 terlihat bahwa pada kandungan B70M30 memiliki temperatur paling tinggi sedangkan pada biodiesel murni B100 memiliki temperatur yg lebih rendah. Metanol memiliki temperatur penguapan yang rendah dan penyerapan kalor yang tinggi dibanding biodiesel yang mengakibatkan semakin tingginya nilai metanol, nilai temperaturnya akan meningkat.



Gambar 4. Pengaruh penambahan terhadap temperatur pembakaran

## Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penambahan metanol pada pembakaran droplet minyak kemiri sunan berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran. Semakin besar penambahan metanol meningkatkan nilai burning rate dan temperatur maksimum, dan mampu juga menurunkan nilai ignition delay. Di sisi lain penambahan tekanan ambien ruang bakar

pada pembakaran droplet minyak kemiri sunan akan meningkatkan *burning rate* serta menurunkan nilai ignition delay.

## Referensi

- [1] Pranowo. 2015. Potensi Pengembangan Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) di Lahan Terdegradasi .Sukabumi: Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar.
- [2] Rodriguez RP, Sierens R, Verhelst S., 2011, Ignition delay in a palm oil and rapeseed oil biodiesel fuelled engine and predictive correlations for the ignition delay period. *Fuel*; 90(2):766–72.,
- [3] Sumangat, Hidayat.2008. Karakteristik Metil Ester Minyak Jarak Pagar Hasil Proses Transesterifikasi Satu dan Dua Tahap. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- [4] Aziz.2010. Uji *Performance* Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- [5] Xu, G. and Wu. 2003. The Investigation of Blending Properties of Biodiesel and Diesel Fuel. *Journal of Jiangsu Polytechnic University*. 15: 16-18.
- [6] Rastlavicius, L. & Zilvinas B.. 2010. Effect of ethanol addition to straight vegetable oil on performance and emission characteristics of compression ignition engine. *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences* Vol.7
- [7] Arsad.2015. Karakteristik Pembakaran Difusi Campuran Biodiesel Minyak Jarak Pagar (*Jathropa Curcas L.*) – Etanol/metanol pada *Mini Glass Tube*.Malang: Universitas Brawijaya.
- [8] Wardana.2009. Pengembangan Teknologi Pembakaran Minyak Nabati dan Teknologi Reformer Untuk Mengubahnya Menjadi Hidrogen. Malang: Universitas Brawijaya.