

PENGARUH PERSENTASE PENAMBAHAN MINYAK CENGKEH TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET* BIODIESEL MINYAK JARAK

Geefry Nindyo Pinandito, Lilis Yuliati, Nurkholis Hamidi

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. Mayjend Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email : geefrypinandito@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian uji pembakaran *droplet* ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pembakaran dari penambahan minyak cengkeh kedalam biodiesel minyak jarak. Metode yang digunakan adalah penambahan minyak cengkeh dengan persentase 1%, 2%, 3% dan 4% kedalam biodiesel minyak jarak. Hasil yang didapatkan penambahan minyak cengkeh adalah menurunkan temperatur pembakaran, *ignition delay*, *burning rate* dan dimensi nyala api. *Micoexplosion* turut terjadi pada pembakaran yang disebabkan oleh perbedaan titik didih antara biodiesel minyak jarak dengan minyak cengkeh.

Kata Kunci : *droplet*, biodiesel, minyak cengkeh, karakteristik pembakaran,

ABSTRACT

Droplet combustion test is intended to determine the burning characteristics of the addition of clove oil into jatropha oil biodiesel. The method is the addition of clove oil with a percentage of 1%, 2%, 3% and 4% jathropa oil into biodiesel. The results obtained addition of clove oil is lower combustion temperature, ignition delay, burning rate and flame dimensions. Micoexplosion co-occur in the combustion caused by the difference between the boiling point of jathropa oil biodiesel and clove oil.

Keywords: droplet, biodiesel, clove oil, combustion characteristics

Pendahuluan

Cadangan mineral Indonesia semakin menipis seiring berjalannya waktu, diperlukan adanya energi alternatif baru yang mudah didapat untuk mempertahankan cadangan energi. Penggunaan *biofuel* minyak nabati sebagai bahan bakar mesin diesel merupakan salah satu alternatif bahan bakar terbarukan. Penggunaan minyak nabati secara terus menerus pada mesin diesel dapat merusak karena viskositas minyak nabati yang terlalu tinggi [1]. Pengubahan minyak nabati menjadi biodiesel merupakan salah satu jalan.

Biodiesel juga memiliki kekurangan, yaitu viskositasnya yang tinggi dibandingkan solar. Dengan viskositas biodiesel yang tinggi menyebabkan sulitnya proses pengabutan bahan bakar [2]. Nilai viskositas biodiesel dapat dibuat lebih rendah lagi dengan ditambahkan katalis atau aditif.

Penambahan minyak esensial kedalam bahan bakar diesel meningkatkan performa mesin diesel dan mengurangi konsumsi bahan bakar [3]. Penambahan

minyak esensial pada bahan bakar meningkatkan efisiensi *thermal* dan menurunkan nilai konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin diesel [4]. Minyak cengkeh digunakan sebagai campuran dalam biodiesel minyak jarak. Kandungan minyak atsiri bunga cengkeh mencapai 21,3% dengan kadar *eugenol* antara 78-95%, dari tangkai atau gagang bunga mencapai 6% dengan kadar *eugenol* antara 89-95%, dan dari daun cengkeh mencapai 2-3% dengan kadar *eugenol* antara 80-85% [5].

Minyak cengkeh memiliki tingkat kelarutan yang tinggi dalam bahan bakar diesel yang menurunkan kekuatan ikatan *Van Der Walls* antar molekul penyusun bahan bakar solar, meningkatkan reaktifitas dan peningkatan efisiensi pembakaran bahan bakar. Adanya dua atom oksigen pada *eugenol* menyediakan oksigen dari minyak cengkeh itu sendiri [6].

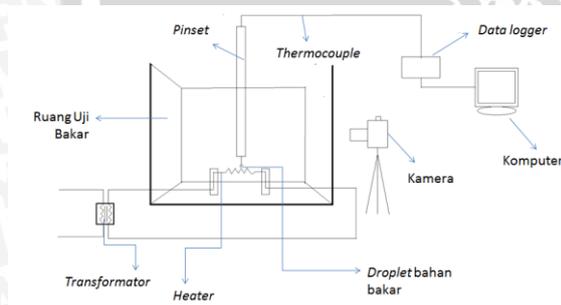
Penambahan minyak cengkeh kedalam solar sebesar 0,2 % memperbaiki viskositas bahan bakar solar, mengurangi

fuel consumption dan mengurangi emisi gas buang. *Eugenol* dan *eugenyl asetat* pada minyak cengkeh menurunkan BSFC bahan bakar solar, CO, HC dan emisi gas buang saat proses pembakaran [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak cengkeh terhadap karakteristik pembakaran (*temperatur nyala api, burning rate, ignition delay* dan visualisasi nyala api) *droplet* campuran minyak cengkeh pada biodiesel minyak jarak.

Metode Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi campuran minyak cengkeh pada biodiesel minyak jarak yaitu 1%, 2%, 3% dan 4%. Variabel terikatnya adalah *temperatur pembakaran, ignition delay, burning rate*, dan visualisasi nyala api yang meliputi tinggi dan lebar api pada proses pembakaran.



Gambar 1. Skema instalasi penelitian

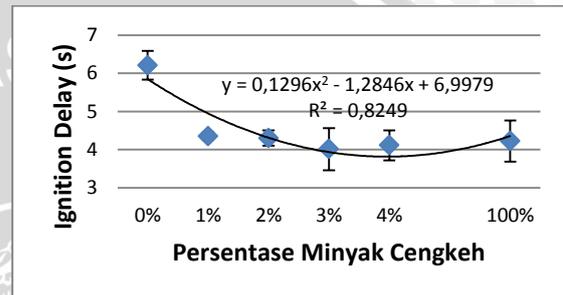
Gambar 1 menunjukkan instalasi peralatan yang digunakan untuk penelitian. Bahan bakar dibentuk menjadi *droplet* dengan volume 1,25 µl menggunakan *microliter syringes*, bahan bakar diletakkan diatas kawat *thermocoupe* yang disanggah oleh pinset. Sesuaikan jarak kamera, pembesaran dan fokus lensa kamera dan ambil gambar *droplet*.

Heater yang berfungsi sebagai pemicu proses pembakaran dinyalakan bersamaan dengan proses merekamnya video dan pengambilan data suhu dengan data logger menggunakan program Wavescan 2.0 di komputer. Saat api mulai menyala heater dimatikan, sedangkan *data logger* dan kamera tetap merekam data.

Saat api mati, kamera dan *data logger* dimatikan dan data disimpan untuk diolah. Prosedur tersebut diulang terus-menerus untuk setiap pengujian.

Hasil dan pembahasan

Penelitian yang dilakukan adalah pengujian karakteristik pembakaran *droplet* biodiesel minyak jarak yang ditambahkan dengan minyak cengkeh dengan persentase penambahan minyak cengkeh sebesar 1%, 2%, 3% dan 4%.

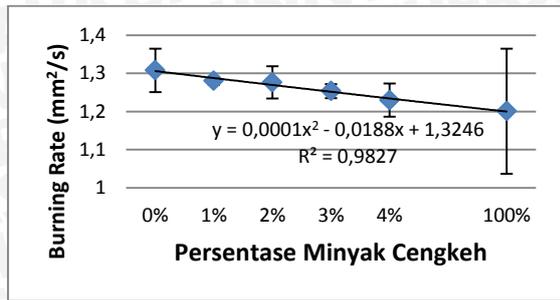


Gambar 2. Grafik pengaruh penambahan minyak cengkeh terhadap *ignition delay* biodiesel minyak jarak

Ignition delay adalah sebuah istilah yang digunakan untuk mengetahui rentang waktu yang dibutuhkan bahan bakar untuk terbakar setelah diberi energi aktivasi, dalam hal ini panas yang dihasilkan heater adalah energi aktivasi bahan bakar. Adapun nilai *ignition delay* yang didapat sebagai berikut : 0% = 6,21 s; 1% = 4,35 s; 2% = 4,3 s; 3% = 4,01 s; 4% = 4,1125 s dan 100% = 4,223 s. Dari grafik 4.1 memperlihatkan bahwa *ignition delay* cenderung menurun seiring penambahan minyak cengkeh pada biodiesel minyak jarak. Hal ini disebabkan oleh ikatan asam lemak yang dimiliki oleh biodiesel minyak jarak sendiri. Pada saat minyak cengkeh ditambahkan kedalam biodiesel minyak jarak, ikatan asam lemak yang terdapat pada biodiesel minyak jarak menjadi terganggu. Ikatan asam lemak yang awalnya berbentuk lurus berubah menjadi melengkung. Ikatan tersebut berubah dikarenakan adanya molekul minyak cengkeh yang menyusup kedalam ikatan asam lemak biodiesel minyak jarak yang



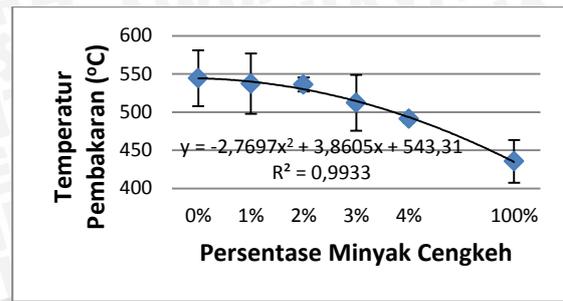
menyebabkan *ignition delay* campuran minyak jarak menurun.



Gambar 3. Grafik pengaruh penambahan minyak cengkeh terhadap *burning rate* biodiesel minyak jarak

Burning rate adalah kecepatan bahan bakar *droplet* untuk habis terbakar. *Burning rate* memiliki satuan mm²/s. Pada grafik terlihat bahwa *burning rate* minyak cengkeh berada dibawah *burning rate* biodiesel minyak jarak murni. Nilai *burning rate* minyak cengkeh adalah 1,2 mm²/s dan nilai *burning rate* biodiesel jarak murni adalah 1,3 mm²/s.

Pada grafik terlihat bahwa setiap penambahan persentase minyak cengkeh terjadi penurunan *burning rate*. Pada penambahan 1% didapatkan *burning rate* senilai 1,28 mm²/s, 2% senilai 1,27 mm²/s, 3% senilai 1,25 mm²/s dan pada 4% senilai 1,22 mm²/s. Hal ini disebabkan biodiesel minyak jarak merupakan salah satu jenis minyak dengan asam lemak tak jenuh yang memiliki ikatan karbon rangkap. Ikatan karbon rangkap identik dengan cetane number yang rendah dan menyebabkan bahan bakar sulit bereaksi dan menyebabkan *burning rate* bahan bakar menurun [8].



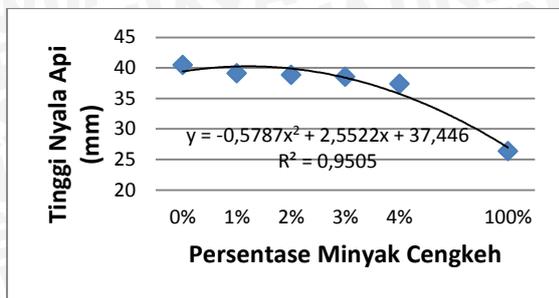
Gambar 4. Grafik pengaruh penambahan minyak cengkeh terhadap temperatur pembakaran biodiesel minyak jarak

Dari grafik terlihat bahwa biodiesel minyak jarak murni memiliki temperatur pembakaran tertinggi sebesar 544,275 °C. Hal ini sesuai dengan heat value biodiesel murni jauh lebih tinggi daripada minyak cengkeh yang bernilai 435,489 °C, sehingga apabila kedua minyak dicampurkan akan didapatkan temperatur pembakaran dibawah temperatur pembakaran biodiesel jarak murni.

Urutan temperatur pembakaran dari temperatur tertinggi hingga terendah yang terjadi adalah campuran biodiesel minyak jarak dengan penambahan 1% minyak cengkeh sebesar 537,25 °C, campuran 2% sebesar 536,25 °C, campuran biodiesel minyak jarak dengan 3% minyak cengkeh sebesar 512,2435°C dan suhu terendah adalah campuran biodiesel minyak jarak dengan 4% minyak cengkeh dengan suhu 491,25°C.

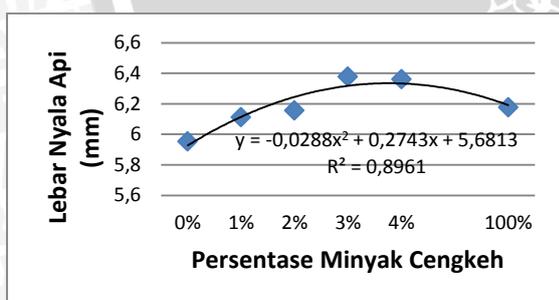
Semakin tinggi persentase penambahan minyak cengkeh, *droplet* bahan bakar semakin mudah menguap, uap bereaksi ke atmosfer dan bereaksi dengan udara. Cepatnya uap bahan bakar *droplet* bereaksi dengan udara menyebabkan *droplet* terbakar dengan cepat dan sempurna tanpa membuat uap menyebar terlalu lebar sehingga membuat temperatur pembakaran merendah. Selain itu perbedaan nilai kalor antara biodiesel minyak jarak dan minyak cengkeh turut menjadi penyebab menurunnya temperatur pembakaran. Nilai kalor biodiesel minyak jarak senilai 10.707 kkal/kg, sedangkan nilai kalor minyak cengkeh senilai 4300 kkal/kg. Dengan adanya campuran

biodiesel minyak jarak dan minyak cengkeh membuat nilai kalor bahan bakar campuran berada diantara kedua nilai tersebut.



Gambar 5. Grafik pengaruh penambahan minyak cengkeh terhadap tinggi nyala api biodiesel minyak jarak

Pengukuran dimensi nyala api dilakukan pada saat api menunjukkan temperatur maksimal. Pada grafik dapat dilihat bahwa tinggi nyala api biodiesel minyak jarak murni lebih tinggi daripada tinggi nyala api minyak cengkeh. Tinggi nyala api biodiesel minyak jarak murni adalah 40,480 mm sedangkan tinggi nyala api minyak cengkeh 26,341 mm. Lebar nyala api biodiesel minyak jarak adalah 5,953 mm dan lebar nyala api minyak cengkeh adalah 6,175 mm.



Gambar 6. Grafik pengaruh penambahan minyak cengkeh terhadap tinggi nyala api biodiesel minyak jarak

Pada pengujian dimensi nyala api, tinggi dan lebar nyala api banyak dipengaruhi banyak faktor eksternal, salah satunya adalah angin yang berhembus pada alat uji. Pada grafik terlihat seluruh campuran bahan bakar biodiesel minyak jarak dengan minyak cengkeh memiliki tinggi nyala api dibawah biodiesel jarak

murni dan diatas minyak cengkeh murni, hal tersebut dikarenakan dengan adanya minyak cengkeh yang merupakan senyawa aromatik membuat bahan bakar mudah menguap dan uap bahan bakar tidak menyebar luas ke udara.

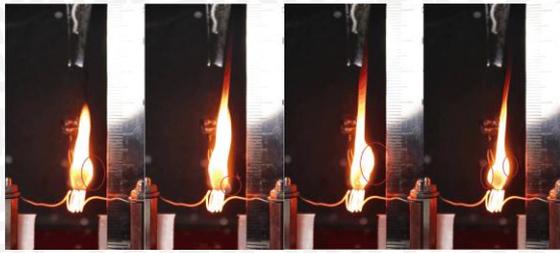
Pada grafik dapat dilihat bahwa tiap penambahan persentase minyak cengkeh terjadi penurunan tinggi nyala api dan meningkatnya lebar nyala api. Hal ini menunjukkan dengan penambahan minyak cengkeh pada biodiesel minyak jarak akan menghasilkan luas nyala api yang lebih besar. Nilai *burning rate* yang turut menurun juga menunjukkan lamanya bahan bakar bereaksi dengan oksigen, sehingga penguapan bahan bakar terjadi lebih lama dan menghasilkan lebar nyala api yang besar.

Microexplosion

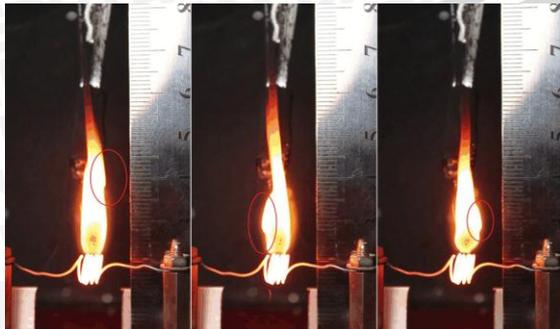
Microexplosion adalah sebuah fenomena dalam proses pembakaran yaitu terjadinya ledakan berskala kecil pada saat droplet bahan bakar terbakar. Dalam kasus ini, fenomena ini terjadi akibat perbedaan titik didih antara bahan bakar yaitu biodiesel minyak jarak dengan minyak cengkeh yang merupakan campurannya. Selain itu, faktor lain yang dapat menyebabkan *microexplosion* antar lain adanya udara yang masuk kedalam bahan bakar dan perbedaan karakteristik penguapan kedua minyak.



Gambar 7. Fenomena *microexplosion* pada biodiesen minyak jarak dengan 1% minyak cengkeh



Gambar 8. Fenomena *microexplosion* pada biodieselen minyak jarak dengan 2% minyak cengkeh



Gambar 9. Fenomena *microexplosion* pada biodieselen minyak jarak dengan 3% minyak cengkeh



Gambar 10. Fenomena *microexplosion* pada biodieselen minyak jarak dengan 4% minyak cengkeh

KESIMPULAN

1. Penambahan minyak cengkeh pada biodiesel minyak jarak sebanyak 3% menurunkan *ignition delay* bahan bakar paling rendah yaitu selama 4,01 detik
2. Nilai *burning rate* menurun seiring dengan penambahan persentase minyak cengkeh, hal ini disebabkan oleh nilai *burning rate* yang lebih rendah dibandingkan biodiesel minyak jarak murni.
3. Tinggi nyala api mengalami penurunan, tetapi lebar nyala api mengalami peningkatan, yang berarti bertambahnya luasan nyala api. Hal ini

dikarenakan tingginya waktu reaksi bahan bakar untuk teroksidasi sehingga uap bahan bakar justru menyebar ke lingkungan

4. Temperatur pembakaran mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya persentase penambahan minyak cengkeh yang disebabkan oleh lebih rendahnya nilai kalor minyak cengkeh dibandingkan biodiesel minyak jarak.
5. *Microexplosion* terjadi saat pembakaran yang disebabkan oleh perbedaan titik didih bahan bakar dengan minyak cengkeh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali, Y., Hanna, M.A., Leviticus, L. I. 1995. *Emissions and power characteristics of diesel engines on methyl soyate and diesel fuel blends*. ELSEVIER. Biosource Technology Vol.52 : 185-19
- [2] Sudargana. 2007. Pengukuran viskositas dan nilai kalor bio-diesel minyak bawang dengan variasi temperatur dan kadar minyak bawang. ROTASI. Volume 9 Nomor 3 Juli.
- [3] Butkus, A., et al. 2007. *The influence of turpentine additive on the ecological parameters of diesel engines*. Transport. Vol 22, Issue 2
- [4] Forson, F.K., 2004. *Performance of jatropa oil blends in a diesel engine*. Renewable energy: Elsevier
- [5] Hadi, S. 2012. Pengambilan Minyak Atsiri Bunga Cengkeh (*Clove Oil*) menggunakan Pelarut n-Heksana dan Benzena. Jurnal Bahan Alam Terbarukan, 1.2.
- [6] Kadarohman, A., Muchalal, M. 2003. *Kinetika Reaksi Isomerisasi Eugenol*.
- [7] Kadarohman, A., Rohman, I., Kusriani, R., & Astuti, R. M. 2012. *Combustion characteristics of diesel fuel on one*

cylinder diesel engine using clove oil, eugenol, and eugenyl acetate as fuel bio-additives. Fuel, 98, 73-79.

[8] Westbrook, C. K., Pitz, W. J., Sarathy, S. M., & Mehl, M. 2013. *Detailed chemical kinetic modeling of the effects of C C double bonds on the ignition of biodiesel fuels*. Proceedings of the Combustion Institute, 34(2),

