

KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DROPLET MINYAK JARAK DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS PEMBAKARAN HOMOGEN

Hendry Y. Nanlohy¹⁾, I.N.G. Wardana²⁾, Nurkholis Hamidi³⁾, Lilis Yuliati⁴⁾

^{1), 2), 3), 4)} Teknik Mesin, Universitas Brawijaya
Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145
Email: hynanlohy@gmail.com

Abstrak. Karakteristik pembakaran droplet minyak jarak pada temperatur ruangan dengan dan tanpa katalis Rh^{3+} telah diteliti. Karakteristik pembakaran diamati melalui penyalaan oil droplet dengan dan tanpa katalis yang dijunction pada sebuah termokopel. Waktu penyalaan dan perilaku pembakaran oil droplets diamati menggunakan CCD camera. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis mampu memperpendek ignition delay time, dan menaikkan temperature laju pembakaran. Hal ini membuktikan bahwa keberadaan katalis mampu merubah dan memperlemah struktur geometri trigliserida, sehingga viskositas menurun dan bahan bakar mudah untuk terbakar. Keberadaan katalis juga mampu menyerap panas lebih cepat dan meningkatkan laju perpindahan panas dari permukaan droplet ke front flame sehingga mempercepat proses pembakaran bahan bakar.

Kata kunci: Droplet, minyak jarak, katalis, karakteristik pembakaran.

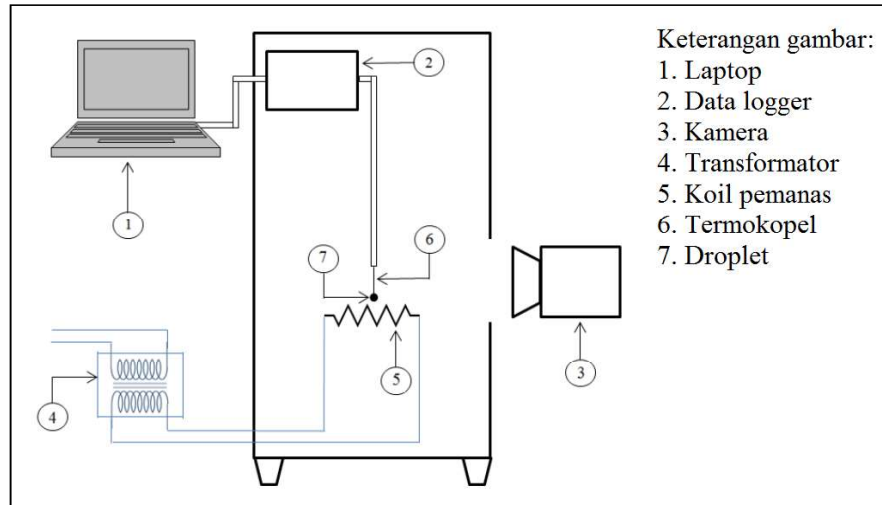
1. Pendahuluan

Minyak jarak adalah salah satu sumber bahan bakar alternative yang telah digunakan. Namun faktor yang harus diperhatikan ketika menggunakan minyak jarak sebagai bahan bakar alternative adalah keberadaan ikatan ganda pada rantai rantai alkylnya. Keberadaan ikatan ganda memberikan dampak yang negative terhadap parameter pembakaran, di mana tiap ikatan ganda dapat mereduksi ignition properties seperti CNs dan yang lainnya dengan jumlah yang signifikan [1]. Oleh karena pengaruh ikatan ganda yang kurang baik terhadap ignition properties dan performance bahan bakar, maka beberapa peneliti menggunakan *liquid qatalyst Rhodium* [2-6] untuk untuk mengurangi dan menghilangkan jumlah ikatan ganda. Akan tetapi dari hasil penelitian dan evaluasi yang komprehensif terhadap senyawa struktur asam lemak termasuk posisi ikatan ganda dan konfigurasi, ditemukan bahwa pengaruh panjang dan posisi ikatan ganda serta konfigurasi memiliki dampak yang sangat kecil terhadap ignition properties bahan bakar minyak nabati [7].

Di lain pihak, mekanisme kerja katalis pada proses pembakaran belum banyak terungkap dan sangat kompleks, meliputi, kompresi udara pembakaran, injeksi bahan bakar, penguapan, pencampuran, pengapian dan reaksi kimia pembakaran yang kompleks antara uap bahan bakar dan udara. Kompleksitas dari proses fisika dan kimia membuat pengaruh katalis dalam pembakaran menjadi sulit diketahui pada level mekanis. Oleh karena itu perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengungkap peran katalis pembakaran homogen berbasis metal dan dampaknya terhadap viskositas dan karakteristik pembakaran minyak jarak.

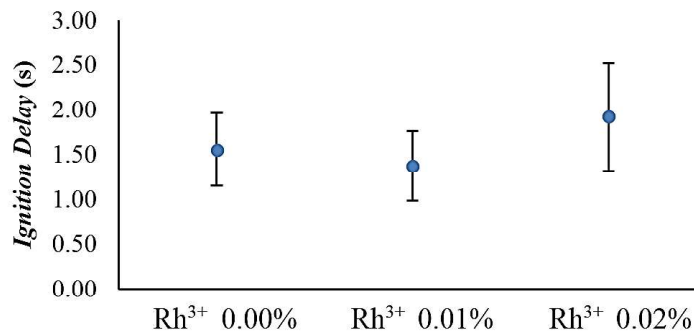
2. Metodologi Penelitian

Katalis yang digunakan adalah Rh^{3+} , dengan persentase volume katalis terhadap minyak jarak adalah 0.00%, 0.01% dan 0.02%. Skema penelitian ditunjukkan pada gambar 1. Droplet minyak jarak dipasangkan pada persimpangan termokopel tipe Pt/Rh 13% wt dengan diameter 0.1 mm. Droplet dinyalakan dengan menggunakan koil pemanas listrik dengan diameter 0,7 mm dan panjang kawat 40 mm yang memiliki resistansi 1.02 Ω . Pemanas listrik dinyalakan oleh power supply DC 6 V. Data temperature diperoleh dari signal termokopel yang dihubungkan dengan *data logger*. Sedangkan data *ignition delay time* diperoleh dari hasil perekaman CCD video camera.



Gambar 1. Skema instalasi penelitian

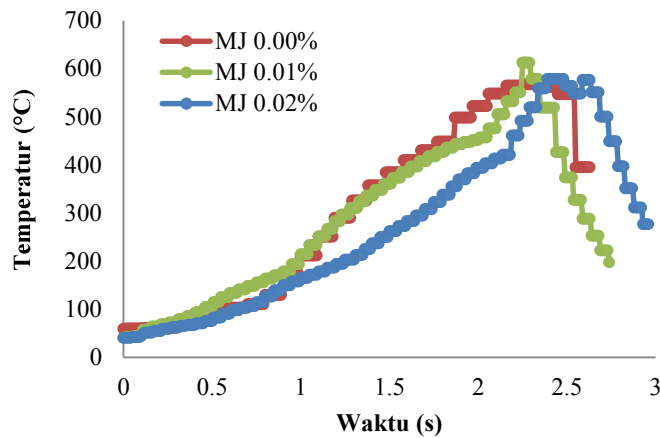
3. Pembahasan



Gambar 2. *Ignition delay time* dengan dan tanpa katalis

Pada gambar 2 terlihat bahwa *ignition delay time* dari Minyak Jarak Rh³⁺ 0.00% 1.56 s, Minyak Jarak Rh³⁺ 0.01% 1.38 s dan Minyak Jarak Rh³⁺ 0.02% yaitu 1.92 s. Kemampuan katalis untuk menyerang ikatan ganda menjadi salah satu faktor yang sangat penting untuk memperpendek *ignition delay time*. Ketika ikatan ganda diserang, maka struktur geometri rantai karbon minyak jarak akan berubah sehingga viskositas bahan bakar akan turun. Dengan turunnya viskositas, maka bahan bakar akan mudah untuk terbakar.

Akan tetapi pada dosis 0.02% terjadi kenaikan *ignition delay time*. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: (1). Persentase volume katalis yang terlalu banyak dapat menghambat laju perpindahan panas dari koil pemanas yang digunakan untuk memanaskan dan menguapkan *droplet* minyak jarak. (2). Katalis mempunyai suhu operasi pada 126.85-226.85 °C [8]. Sehingga dengan penambahan dosis katalis maka temperature kerja katalis akan meningkat sehingga akan menaikkan energi aktivasi dan *ignition delay time* bahan bakar. (3). Penambahan katalis yang berlebihan akan menaikkan nilai *heat of evaporation* minyak jarak. *Heat of evaporation* minyak jarak 210 kJ/kg [9] dan katalis 4564.81 kJ/kg [10]. Sehingga dengan meningkatnya *heat of evaporation*, maka *ignition delay time* meningkat juga. (4). Selain itu, pada dosis 0.02% ukuran droplet (massa) lebih besar sehingga dibutuhkan waktu yang lebih panjang untuk memanaskan, menguapkan sampai terbakarnya bahan bakar.



Gambar 3. Hubungan temperatur vs waktu.

Dari gambar 3 terlihat bahwa proses pembakaran droplet terjadi dalam tiga tahap yaitu proses pemanasan, evaporasi dan pembakaran. Pada proses pemanasan, rata-rata pada setiap minyak membutuhkan waktu 0-1 detik dan bisa dilihat terjadi peningkatan suhu yang konstan. Setelah 1 detik terjadilah evaporasi dan terjadilah pembakaran.

Tahapan evaporasi mengindikasikan bahwa minyak jarak terpecah menjadi 2 komponen yaitu asam lemak dan glycerol. Oleh karena densitas dan viskositas asam lemak lebih rendah dari glycerol, maka asam lemak terbakar lebih dahulu dari glycerol [11]. Pada gambar 3 terlihat juga bahwa terjadi *micro-explosion* yang ditandai dengan peningkatan temperature secara tiba-tiba sehingga terjadi peningkatan dimensi api droplet.



Gambar 4. Fenomena *micro-explosion*. (a) Rh^{3+} 0.00 %, (b) Rh^{3+} 0.01 %, (c) Rh^{3+} 0.02 %

Dari gambar 3 terlihat bahwa besarnya temperatur minyak jarak Rh^{3+} 0.00% 590.92 °C, minyak jarak Rh^{3+} 0.01% 606.70 °C dan minyak jarak Rh^{3+} 0.02% yaitu 578.87 °C. Temperatur pembakaran yang tinggi disebabkan oleh kemampuan katalis untuk mempercepat terjadinya reaksi sehingga tumbukan antar molekul yang bermuatan dan gerakan acak dari atom semakin cepat. Hal ini menyebabkan proses oksidasi yang cepat dan berdampak pada kenaikan temperature pembakaran [11]. Akan tetapi pada minyak jarak Rh^{3+} 0.02% mengalami penurunan nilai temperatur, hal ini disebabkan oleh massa katalis yang terlalu banyak sehingga nilai kalor minyak jarak menjadi menurun. Nilai kalor minyak jarak sebesar 39662.48 kJ/kg [12] dan Rhodium sebesar 5148.14815 kJ/kg [13].

4. Simpulan

Dari hasil penelitian pengaruh penambahan katalis cair Rh^{3+} pada pembakaran *droplet* minyak jarak, maka dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan katalis dengan dosis yang tepat pada minyak jarak memiliki dampak yang positif pada proses pembakaran. Katalis mampu merubah struktur geometri rantai hidrokarbon. Dan faktor ini sangat mempengaruhi karakteristik pembakaran bahan bakar, dan diawali dengan perubahan karakteristik fisik minyak jarak yaitu menurunnya viskositas. Pada dosis volume yang tepat 0.01%, maka *ignition delay time* menjadi lebih singkat dan dapat meningkatkan temperature pembakaran bahan bakar. Hasil penelitian juga mendapatkan bahwa semakin banyak penambahan katalis Rh^{3+} , maka *ignition delay time* semakin lama dan dapat menurunkan temperatur pembakaran.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dari Kementerian RISTEK DIKTI RI, melalui program beasiswa BPPDN sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1]. C.K. Westbrook, W.J. Pitz, S.M. Sarathy, M. Mehl, *Detailed chemical kinetic modeling of the effects of C=C double bonds on the ignition of biodiesel fuels*. Proceedings of the Combustion Institute 34 (2013) 3049–3056
- [2]. A. Bouriazos, K. Mouratidis, N. Psaroudakis, G. Papadogianakis. *Catalytic Conversions in Aqueous Media. Part 2. A Novel and Highly Efficient Biphasic Hydrogenation of Renewable Methyl Esters of Linseed and Sunflower Oils to High Quality Biodiesel Employing Rh/TPPTS Complexes*. Catal. Lett. 121 (2008) 158–164.
- [3]. Achilleas Bouriazos, Sotieris Sotiriou, Constantinos Vangelis, Georgios Papadogianakis. *Catalytic conversions in green aqueous media: Part 4. Selective hydrogenation of polyunsaturated methyl esters of vegetable oils for upgrading biodiesel*. Journal of Organometallic Chemistry 695 (2010) 327–337.
- [4]. Constantinos Vangelis, Achilleas Bouriazos, Sotiris Sotiriou, Markus Samorski, Bernhard Gutsche, Georgios Papadogianakis. *Catalytic conversions in green aqueous media: Highly efficient biphasic hydrogenation of benzene to cyclohexane catalyzed by Rh/TPPTS complexes*. Journal of Catalysis 274 (2010) 21–28
- [5]. Nikolaos Nikolaou, Christos E. Papadopoulos, Anastasia Lazaridou, Asimina Koutsoumba, Achilleas Bouriazos, Georgios Papadogianakis. *Partial hydrogenation of methyl esters of sunflower oil catalyzed by highly active rhodium sulfonated triphenylphosphite complexes*. Catalysis Communications 10 (2009) 451–455.
- [6]. Hugo F. Ramalho, Karlla M.C. di Ferreira, Paula M.A. Machado, Renato S. Oliveira, Luciano P. Silva, Marcos J. Prauchner, Paulo A.Z. Suarez. *Biphasic hydroformylation of soybean biodiesel using a rhodium complex dissolved in ionic liquid*. Industrial Crops and Products 52 (2014) 211–218.
- [7]. Gerhard Knothe. *A comprehensive evaluation of the cetane numbers of fatty acid methyl esters*. Fuel 119 (2014) 6–13.
- [8]. Hagen, Jens, 2006. *Industrial Catalysis – A Practical Approach*. Wiley-vch. Weinheim.
- [9]. *Journal Engineering, Computing and Architecture, Volume 1, Issue 2, 2007 Performance and Emission Analysis of Bio Diesel Operated CI Engine*.
- [10]. Wikipedia, 2016. Rhodium. <https://en.wikipedia.org/wiki/Rhodium>
- [11]. Wardana, I.N.G. 2008. *Bahan Bakar & Teknologi Pembakaran*. Brawijaya University Press. : Malang.
- [12]. Zahran, M.A, 2010, *Climate-Vegetatin: Afro-Asian Mediterranean and Red Sea Coastal Lands*
- [13]. Webelements, 2016, Rhodium, <https://www.webelements.com/rhodium/thermochemistry>