

Karakteristik Fisik Bahan Bakar Alternatif Campuran Minyak Jarak (Cjo)-Minyak Cengkeh

(Physical Properties of Crude *Jatropha Curcas*
Oil-Clove Oil Blend)

ADHES GAMAYEL

ABSTRACT

Crude *jatropha* oil (CJO) is non edible oil that made up of triglycerides. That molecules due to CJO has high viscosity and low evaporation rate. Blending with more viscous and more volatile fuel can reduce it. In this study, CJO was blended with clove oil (CO) in many precentagesi.e. 5%, 10%, 15% and 20%. The basic fuel properties such as viscosity, heating value, and flash point were measured in accordance ASTM D445, ASTM D240, ASTM D93 respectively. The results indicate that the viscosity and the flash point decrease while the heating value increase with an increase of concentration of clove oil. Thoseproperties have been improved because molecular interaction between eugenol and triglyceride makes molecule movement more active than before.

Keywords: Crude *Jatropha* oil, clove oil, fuel blend, properties, molecular interaction.

PENDAHULUAN

Penggunaan minyak nabati dapat mengurangi pemanasan global dan emisi gas buang. Minyak jarak pagar (*Crude Jatropha Oil*) adalah salah satu minyak nabati yang memiliki keunggulan yaitu dapat diperbarui, nilai kalor tinggi, kandungan sulfur rendah, gugus aromatik rendah dan memiliki kemampuan terurai tinggi pada lingkungan (Blin, *et al.* 2013). Menurut Misra, *et al.* (2011) kerugian penggunaan minyak jarak pagar sebagai bahan bakar adalah memiliki viskositas tinggi, penguapan rendah dan tingkat kereaktifan rantai hidrokarbon tak jenuh. Blin, *et al.* (2013) berpendapat bahwa viskositas minyak jarak pagar lebih tinggi daripada solar karena memiliki rantai hidrokarbon panjang dan kandungan trigliserida tak jenuh. Dengan viskositas tinggi, minyak jarak pagar tidak dapat diaplikasikan secara langsung pada mesin diesel karena akan menyebabkan atomisasi bahan bakar rendah, pencampuran tidak sempurna, dan terjadinya deposit karbon pada katup dan injektor (Misra & Murthy,

2011). Salah satu cara untuk memperbaiki kelemahan yang dimiliki minyak jarak adalah dengan mengubahnya menjadi biodiesel dengan proses transesterifikasi. Biaya pembuatan biodiesel sangat mahal sehingga banyak penelitian dilakukan untuk memperbaiki karakteristik minyak jarak (Wardana, 2010)

Berdasar latar belakang diatas, perlu dilakukan penelitian untuk memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh minyak nabati, khususnya minyak jarak pagar. Salah satu cara adalah mencampurkan minyak jarak pagar dengan minyak cengkeh.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Sebelumnya

Bajpai, *et al.* (2009) mencampurkan minyak karanja (KVO) dengan solar pada variasi 5, 10, 15 dan 20%. Minyak karanja mengalami pemanasan awal pada suhu hingga 90 °C dengan tujuan agar viskositas menurun

mendekati viskositas solar. KVO10 memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan campuran yang lain. Efisiensi termal campuran KVO-solar mengalami perubahan terutama saat pembebanan rendah jika dibandingkan dengan solar murni. Hal ini dimungkinkan terjadi karena adanya pembakaran sempurna dan lubrikasi dari minyak karanja. Efisiensi termal campuran KVO-solar menurun jika beroperasi pada pembebanan tinggi. Hal ini dikarenakan viskositas tinggi pada campuran bahan bakar dan menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna. Pada konsumsi bahan bakar, KVO-solar mengalami kenaikan dibandingkan dengan minyak solar. Hal ini disebabkan karena rendahnya nilai kalor yang dimiliki oleh KVO dan campurannya, sehingga kebutuhan bahan bakar selama proses pembakaran menjadi lebih tinggi.

Laza & Berecky (2011), meneliti tentang karakteristik minyak nabati yang dicampur dengan alkohol gugus tinggi. Minyak nabati yang digunakan adalah rapeseed dan alkohol gugus tinggi yang dipakai adalah 1-propanol, 2-propanol, isobutanol, 1-butanol, dan 2-butanol. Prosentase alkohol yang diuji adalah sebesar 5, 10, 20% dan dibandingkan dengan rapeseed murni. Pengujian karakteristik yang dilakukan adalah pengukuran densitas, viskositas, aliran dingin (*cold flow*), stabilitas oksidasi, kurva penguapan, titik nyala (*flash point*), nilai kalor dan angka cetane.

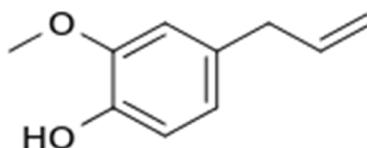
Densitas rapeseed dipengaruhi oleh susunan molekulnya. Kandungan karbon yang tinggi dan adanya ikatan rangkap pada rapeseed menyebabkan densitas menjadi tinggi. Densitas pada campuran rapeseed-alkohol akan menurun apabila prosentase alkohol tinggi. Densitas yang didapat dari campuran rapeseed-alkohol berkisar antara 914-890 kg/m³. Hal ini menunjukkan bahwa campuran rapeseed-alkohol masih belum layak digunakan secara langsung di mesin diesel karena solar memiliki densitas 840 kg/m³. Viskositas dari campuran akan menurun apabila kadar alkohol meningkat. Selain itu, pemanasan adalah cara yang efektif untuk menurunkan viskositas. Pemanasan yang terjadi pada rapeseed menyebabkan partikel lemak menjadi melebur sehingga viskositas menjadi turun. Stabilitas oksidasi pada campuran rapeseed-alkohol tidak dapat diukur, hal ini terjadi karena stabilitas oksidasi

dipengaruhi oleh susunan asam lemak. Disamping itu, metode ini menggunakan suhu 80 °C dimana suhu ini melewati suhu penguapan dari alkohol. Flash point rapeseed-alkohol menjadi turun apabila prosentase alkohol meningkat. Nilai kalor menurun apabila prosentase alkohol meningkat. LHV minyak rapeseed dipengaruhi oleh komposisi asam lemak. Energi menjadi meningkat jika asam lemak bertambah panjang. Karena nilai kalor yang rendah, maka campuran bahan bakar akan menghasilkan energi yang rendah dan meningkatkan konsumsi bahan bakar. Semakin besar prosentase alkohol, maka angka cetane semakin menurun.

1. Minyak Jarak Pagar (*Crude Jatropha Oil*)

Biji jarak pagar mampu menghasilkan minyak dengan kadar 27-40%. Minyak tersebut memiliki komposisi asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Komposisi asam lemak jenuh terbesar berupa asam palmitat dan asam stearat. Komposisi asam lemak tak jenuh yang dimiliki minyak jarak adalah asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat (Meher, *et al.* 2013).

Komposisi rata-rata asam lemak tak jenuh adalah 80% dan menyebabkan minyak jarak pagar memiliki viskositas yang tinggi sehingga tidak layak untuk langsung dikonsumsi oleh mesin diesel (Pradhan, *et al.* 2014). Viskositas yang tinggi dikaitkan dengan massa molar yang tinggi yaitu antara 600-900 g/mol (Ramadhas, *et al.* 2004) sedangkan Minyak jarak memiliki massa molar sebesar 887.7 g/mol (Misra & Murthy, 2011). Dengan massa molar yang tinggi, maka minyak nabati memiliki nilai penguapan yang rendah (No, 2011). Semakin tak jenuh suatu rantai karbon maka angka cetane yang dihasilkan semakin kecil. Semakin panjang rantai hidrokarbon yang terkandung pada minyak nabati seperti asam palmitat, asam stearat, metil palmitoleate, methyl oleat, maka angka cetane semakin tinggi (Knothe, *et al.* 2003). Dengan nilai flash point yang cukup tinggi menunjukkan karakteristik minyak jarak yang tidak mudah menguap dan memungkinkan untuk disimpan pada lingkungan dengan temperatur yang tinggi tanpa adanya potensi kebakaran (Misra & Murthy, 2010).



GAMBAR1. Struktur molekul eugenol
(Wikipedia, 2015)

TABEL 1. Perbandingan Properties Solar dan Minyak cengkeh (Mbarawa, 2010)

Properties	Solar	Minyak cengkeh
Densitas	840	1034
Viskositas	2.2 – 5.3	4.1
Flash Point	53	104

2. Minyak Cengkeh

Minyak cengkeh didapatkan dari proses destilasi dari bagian batang, bunga dan daun cengkeh (Mbarawa, 2010). Minyak cengkeh memiliki 3 komposisi terbesar yaitu eugenol, β -caryophyllene dan eugenyl acetate (Alexandru, et al, 2013). Eugenol adalah senyawa fenol atau *phenylpropanoid* dengan ukuran struktur yang besar dan memiliki dua atom oksigen. (Zabot, et al. 2014; Kadarohman, et al. 2012). Struktur eugenol dapat dilihat pada gambar 1.

β -caryophyllene adalah senyawa sesquiterpenes yang mengandung hidrokarbon tak jenuh (Zabot, et al. 2014). Kadarohman, et al. (2012) menyatakan bahwa reaksi kimia senyawa terpena dan eugenol menghasilkan berat molekul yang ringan dengan penguapan yang tinggi. Senyawa terpena menjadikan pencampuran minyak cengkeh dan solar lebih sempurna, mempercepat reaksi pembakaran dan ignition delay yang lebih pendek. Minyak cengkeh memiliki viskositas yang sama dengan viskositas solar, tetapi memiliki densitas dan flash point lebih besar dari solar. Hal ini terlihat pada penelitian yang dilakukan Mbarawa (2010) seperti pada tabel1.

pengujian karakteristik fisik seperti viskositas, nilai kalor dan flash point.

Pengukuran viskositas bahan bakar menggunakan viskometer merk Leybold Didactic dengan standar pengukuran ASTM D445 dan variasi temperatur pemanasan 27, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 °C.

Nilai kalor diukur menggunakan Bomb Kalorimeter dengan standar ASTM D240. *Flash point* adalah karakteristik fisik bahan bakar yang menunjukkan mudah terbakar atau tidak. Pengujian dilakukan menggunakan Pensky Marten Close Cup (PMCC) dengan standar ASTM D93.

Data yang didapatkan dari pengujian properties dimasukkan dalam tabel dan ditampilkan dalam grafik menggunakan program excel. Untuk viskositas, dibuat grafik hubungan viskositas dan temperatur. Pada nilai kalor dan *flash point*, dibuat grafik hubungan dengan prosentase campuran minyak jarak-minyak cengkeh. Grafik yang telah didapat kemudian dibahas secara molekular mengenai pengaruh campuran minyak terhadap karakteristik fisik.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini variabel bebas yang dipakai adalah prosentase minyak cengkeh yang dicampurkan ke minyak jarak yaitu 5, 10, 15, 20% yang kemudian dilakukan

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Viskositas

Gambar 2. dibawah ini menampilkan hubungan temperatur pemanasan dan

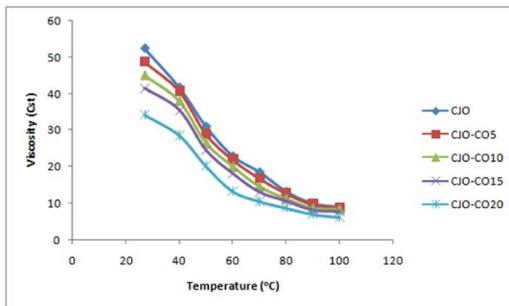
viskositas dari campuran minyak jarak dan minyak cengkeh.

Penambahan minyak cengkeh hingga 20% menghasilkan viskositas paling rendah diantara yang lain. Adanya delokalisasi elektron pada senyawa aromatis menyebabkan molekul trigliserida menjadi lebih aktif dalam bergerak. Selain itu, penambahan temperatur menyebabkan molekul campuran bahan bakar bergerak lebih aktif sehingga mampu turun secara signifikan pada suhu 100 °C. Hal ini membuktikan bahwa minyak nabati dapat diaplikasikan kepada mesin stasioneri jika dilakukan proses pemanasan terlebih dahulu. Ilustrasi pergerakan molekul akibat adanya pemanasan dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.

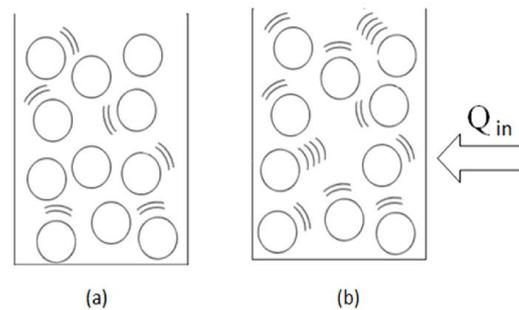
Pada suhu normal (27°C) viskositas campuran masih jauh dari standar SNI biodiesel sehingga campuran ini masih belum layak dipakai pada mesin diesel. Hal ini akan mengganggu sistem distribusi atomisasi, maka pencampuran bahan bakar dan udara menjadi tidak sempurna. Akibatnya, terjadi *knocking* yang lebih sering pada sistem bahan bakar. Jika dipaksakan, maka umur mesin akan lebih pendek.

Nilai Kalor

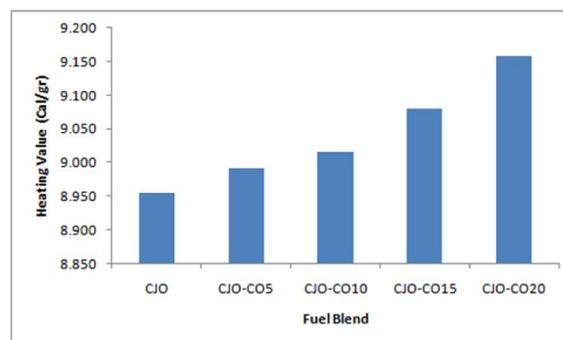
Grafik hubungan nilai kalor dan komposisi campuran dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



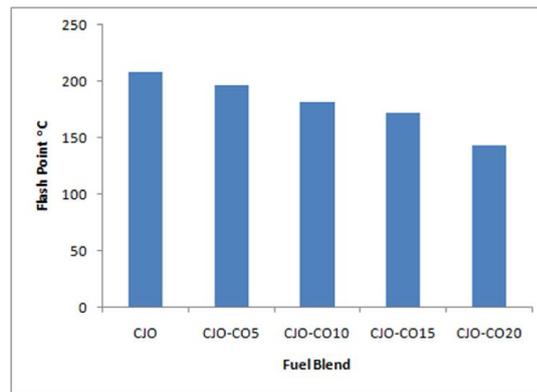
GAMBAR 2. Hubungan viskositas dan temperatur pada campuran minyak jarak-minyak cengkeh



GAMBAR 3. Pergerakan molekul saat (a) suhu ruang, (b) kenaikan suhu



GAMBAR 4. Grafik nilai kalor pada campuran minyak jarak-minyak cengkeh



GAMBAR 5. *Flash Point* dari campuran minyak jarak-minyak cengkeh

Nilai kalor yang dimiliki bahan bakar campuran minyak cengkeh 20% adalah paling tinggi diantara yang lain. Hal ini dikarenakan adanya molekul eugenol, molekul yang mengandung gugus hidroksil sehingga menyebabkan nilai kalor yang dimiliki oleh minyak cengkeh menjadi tinggi. Nilai kalor minyak jarak tinggi akibat kehadiran molekul oksigen pada gugus karbonilnya, sehingga saat ditambahkan minyak cengkeh, maka nilai kalor akan lebih tinggi lagi.

Flash Point

Pengujian *flash point* dimulai dari adanya pemanasan hingga bahan bakar menguap dan dilakukan penyalaan. Saat uap bereaksi dengan penyalaan, maka suhu tersebut dinamakan suhu *flash point*. *Flash point* juga dapat didefinisikan sebagai mudah tidaknya suatu bahan bakar menguap. Misra & Murthy (2010) menyatakan bahwa *flash point* digunakan sebagai ukuran aman tidaknya dalam proses distribusi dan penyimpanan bahan bakar.

Dengan semakin bertambahnya prosentase minyak cengkeh (gambar 5), maka *flash point* mengalami penurunan. Kehadiran senyawa aromatis pada molekul trigiserida menyebabkan ikatan antar molekul menjadi lemah, sehingga saat terjadi proses penguapan, molekul dengan mudah mencapai permukaan campuran bahan bakar dan berubah fase dari cairan menjadi uap dan kemudian terbakar. Semakin rendah suhu *flash point*, maka semakin mudah menguap bahan bakar yang diuji. Oleh karena itu, penambahan minyak

cengkeh menyebabkan minyak jarak menjadi lebih mudah terbakar.

Secara keseluruhan, karakteristik fisik dari campuran minyak jarak-minyak cengkeh masih jauh dari SNI Biodiesel. Tetapi hasil ini dapat dijadikan bahan keilmuan mengenai pertimbangan pencampuran bahan bakar berbasis minyak nabati (*biofuel*) jika ditinjau dari sisi molekulernya.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari pembahasan diatas adalah penambahan minyak cengkeh dapat memperbaiki karakteristik fisik minyak jarak antara lain :

- Viskositas semakin menurun dengan bertambahnya prosentase minyak cengkeh dan kenaikan temperatur pemanasan.
- Nilai kalor campuran bahan bakar menjadi naik dengan bertambahnya prosentase minyak cengkeh. Hal ini karena adanya gugus hidroksil dan kandungan oksigen pada campuran bahan bakar
- Flash point* campuran bahan bakar menjadi turun karena adanya penambahan minyak cengkeh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DP2M DITJEN DIKTI melalui Program Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2016 atas pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexandru, L., Cravotto, G., Giordana, L., Binello, A., & Chemat, F. (2013). Ultrasound-assisted extraction of clove buds using batch- and flow-reactors: A comparative study on a pilot scale. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 167-172.
- Bajpai, S., Sahoo, P. K., & Das, L. M. (2009). Feasibility of blending karanja vegetable oil in petro-diesel and utilization in a direct injection diesel engine. *Fuel*, 705-711.
- Blin, J., Brunschwig, C., Chapuis, A., Changotade, O., Sidibe, S., Noumi, E., et al. (2013). Characteristics of vegetable oils for use as fuel in stationary diesel engines—Towards specifications for a standard in West Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 580-597
- Kadarohman, A., Hernani, Rohman, I., Kusriani, R., & Astuti, R. (2012). Combustion characteristics of diesel fuel on one cylinder diesel engine using clove oil, eugenol, and eugenyl acetate as fuel bio-additives. *Fuel*, 73-79.
- Knothe, G., Matheaus, A. C., & Ryan, T. W. (2003). Cetane numbers of branched and straight-chain fatty esters determined in an ignition quality tester. *Fuel*, 971-975.
- Laza, T., & Bereczky, A. (2011). Basic fuel properties of rapeseed oil-higher alcohols blends. *Fuel*, 803-810.
- Mbarawa, M. (2010). Performance, emission and economic assessment of clove stem oil–diesel blended fuels as alternative fuels for diesel engines. *Renewable Energy*, 871-882.
- Meher, L. C., Churamani, C. P., Arif, M. D., Ahmed, Z., & Naik, S. N. (2013). *Jatropha curcas* as a renewable source for bio-fuels—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 397-407.
- Misra, R. D., & Murthy, M. S. (2010). Straight vegetable oils usage in a compression ignition engine—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 3005-3013.
- Misra, R., & Murthy, M. (2011). *Jatropha*—The future fuel of India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1350-1359.
- No, S.-Y. (2011). Inedible vegetable oils and their derivatives for alternative diesel fuels in CI engine : A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 131-149.
- Pradhan, P., Raheman, H., & Padhee, D. (2014). Combustion and performance of a diesel engine with preheated *Jatropha curcas* oil using waste heat from exhaust gas. *Fuel*, 527-533.
- Ramadhas, A. S., Jayaraj, S., & Muraleedharan, C. (2004). Use of vegetable oils as I.C. engine fuels—A review. *Renewable Energy*, 727-742.
- Wardana, I. (2010). Combustion characteristics of *jatropha* oil droplet at various oil temperatures. *Fuel*, 659-664.
- Wikipedia*. Dipetik September 10, 2016, dari Wikipedia:
<http://id.wikipedia.org/wiki/Eugenol>
- Zabot, G. L., Moraes, M. N., Petenate, A. J., & Meireles, M. A. (2014). Influence of the bed geometry on the kinetics of the extraction of of clove bud oil with supercritical CO₂. *The Journal of Supercritical Fluids*, 56-66.

PENULIS

Adhes Gamayel

Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi
Teknologi Jakarta.

Email : adhes.gamayel@gmail.com