

Pengaruh Penambahan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) pada Proses Pembakaran *Premixed* Uap Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L.*) terhadap Warna dan Temperatur Api

Defmit B. N. Riwu¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. AdiSucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597
Email: defmitriwu@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan Liquefied Petroleum Gas (LPG) terhadap karakteristik pembakaran premixed uap minyak jarak pagar. Karakteristik pembakaran yang diteliti adalah warna api, dan temperatur api. Pada penelitian ini menggunakan variasi komposisi LPG sebanyak 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dari total massa alir uap minyak jarak pagar, sedangkan debit udara divariasikan sebanyak 0 ml/min sampai blow off dengan kelipatan 20 ml/min. Untuk debit minyak jarak yang menguap dijaga konstan sebanyak 0.046 ml/min. Dari hasil penelitian didapatkan pada pembakaran difusi terdapat bagian api dengan warna biru dan warna kuning. Warna kuning menandakan adanya bahan bakar yang terbakar secara difusi dan terjadi pembentukan jelaga, dan pada bagian tengah api berwarna biru. Semakin besar debit udara pada debit bahan bakar yang konstan, bagian api yang berwarna kuning semakin sedikit dan bagian api yang berwarna biru semakin banyak. Pada equivalence ratio tertentu tampak 2 bagian kerucut api. Kerucut api bagian dalam berwarna biru terang merupakan api premixed, sedangkan kerucut api bagian luar berwarna biru tipis merupakan api difusi. Semakin besar prosentase LPG, temperatur api juga akan semakin meningkat. Temperatur paling rendah hingga temperatur paling tinggi berturut-turut berada pada tengah api, tepi api dan ujung api.

Kata kunci: Pembakaran Premixed, Equivalence Ratio, LPG, Minyak Jarak Pagar.

Abstract

This study was conducted to determine the effect of the addition of Liquefied Petroleum Gas (LPG) to the premixed combustion characteristics of Jatropha oil vapor. Combustion characteristics studied were the color of fire and flame temperature. In this study, using a variation of the composition of LPG as much as 0%, 10%, 20%, 30%, and 40% of the total mass flow of steam Jatropha oil, while the air discharge varied from 0 ml/min to blow off with multiples of 20 ml/min. In oil discharge distance is kept constant yawning as much as 0.046 ml/min, from the results, there is a section on the burning diffusion flame in blue and yellow. The yellow color indicates the burning fuel diffusion and the formation of soot, and in the middle of the blue flame. Increasing the flow of air at constant fuel flow, flame yellow part is getting a bit and part blue flame sees more. In particular, equivalence ratio looked two parts of the cone of fire. The cone fire inside bright blue is a premixed flame, while the outer cone of blue flame thins a diffusion flame. If the percentage of LPG increased, fire temperature will also increase. The lowest temperature to highest temperature, respectively are in the middle of the fire, the edge of the fire, and the peak of the fire.

Keywords: Premixed Combustion, Equivalence Ratio, LPG, Jatropha Curcas Oil.

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil merupakan sumber energi terbesar dari kebutuhan energi di dunia. Namun bahan bakar fosil (minyak bumi) sangat terbatas keberadaannya dan memiliki sifat tidak

dapat diperbaharui (*non-renewable*). Sehingga ketersediannya dari waktu ke waktu semakin berkurang. Selain itu, proses pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna juga menyebabkan terjadinya pencemaran udara yang juga dapat merusak lapisan ozon. Rusaknya lapisan ozon dapat menimbulkan

efek rumah kaca yang dapat mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan. Sehingga sangat perlu dilakukan kegiatan konservasi (pencarian), konversi (perubahan), dan pengembangan (diversifikasi) sumber-sumber energi baru yang memiliki sifat dapat diperbaharui (*renewable*), serta tidak menimbulkan pencemaran lingkungan (ramah lingkungan). Contoh energi alternatif tersebut antara lain *fuel cell*, *solar cell*, biodiesel, biogas dan lain sebagainya yang diharapkan dapat menggantikan posisi bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama.

Salah satu dari energi alternatif biodiesel yaitu bahan bakar minyak nabati misalnya minyak jarak pagar.

Minyak jarak ini didapatkan dari biji pohon jarak. Contoh produk yang telah dihasilkan dari minyak jarak telah dipakai sebagai bahan bakar alternatif, khususnya untuk mesin diesel. Bahan bakar ini dikenal dengan nama biodiesel, yang merupakan energi alternatif yang memiliki prospek yang menjanjikan untuk dikembangkan. Pengembangan tanaman jarak sebagai bahan baku biodiesel mempunyai potensi yang sangat besar, karena selain menghasilkan minyak dengan produktivitas tinggi, tanaman ini juga mempunyai nilai ekonomis yang rendah karena merupakan tanaman non pangan, dan mampu memproduksi banyak buah sepanjang tahun. Dari hasil penelitian didapati bahwa biodiesel dari *jatropha curcas* tanpa pemurnian sangat cocok sebagai bahan bakar alternatif pengganti diesel. Perbaikan campuran biodiesel *jatropha curcas* diperlukan untuk mendapatkan kinerja yang optimal, karakteristik pembakaran yang baik dan emisi yang rendah (Sahoo et al, 2009). Dalam penelitian di atas dan penelitian-penelitian lainnya, minyak jarak pagar dibakar secara difusi. Untuk memperluas penggunaan minyak jarak pagar sebagai bahan bakar, perlu diselidiki kemungkinan pembakaran minyak jarak secara *premixed*. Pembakaran sendiri merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dan oksidator (oksigen atau udara) (Wardana, 2008:3).

Buffam dan Cox (2008) melakukan penelitian yang berkaitan dengan kecepatan pembakaran, dimana campuran metana – udara

dibakar pada *Bunsen burner* dengan beberapa nilai *equivalence ratio* yang berbeda. Didapatkan semakin besar kecepatan pembakaran *premixed* metana – udara memiliki nilai tertinggi pada keadaan *equivalence ratio* = 1, dimana campuran bahan bakar dengan udara pada kondisi *stoikiometri*. Dharma (2013) meneliti tentang pengaruh variasi *equivalence ratio* terhadap karakteristik pembakaran *premixed* minyak jarak pada *perforated burner*. Didapatkan penambahan massa alir udara yang semakin besar akan menyebabkan difusivitas massa reaktan lebih besar daripada difusivitas panas, sehingga api akan mengalami *lift off* sampai pada akhirnya api akan padam.

Wirawan (2014) meneliti tentang pembakaran *premixed* minyak nabati pada *perforated burner*. Didapatkan bahwa ketika api terisolasi dari udara ambien, dengan peningkatan sedikit saja *equivalence ratio* dari $\Phi=0.355$ sampai $\Phi=0.467$ menyebabkan penurunan secara dramatis S_L *perforated flame* dari 64.08 cm/s menjadi 30.81 cm/s dan *secondary bunsen flame* dari 58.32 cm/s menjadi 17.91 cm/s yang muncul mulai $\Phi=0.355$ dan hilang bersamaan dengan api *perforated*. Di atas $\Phi=0.467$, api menjadi tidak stabil. Oleh karena itu, penulis mencampur uap minyak jarak pagar dan LPG agar terjadi api yang stabil pada pembakaran stoikiometri karena menurut Liao, et al (2005) kecepatan pembakaran LPG mencapai titik maksimum pada $1 \leq \Phi \leq 1.1$.

Kestabilan nyala api merupakan hal yang berperan penting dalam proses pembakaran. Hal yang bisa terjadi apabila tidak adanya kestabilan pada nyala api adalah *lift off* dan *blow off*. *Lift off* terjadi apabila kecepatan perambatan api lebih kecil daripada kecepatan gas reaktan maka api akan bergerak meninggalkan mulut *nozzle*. Apabila hal ini terus terjadi, maka api bisa padam. Hal inilah yang disebut dengan *blow off*.

METODE PENELITIAN

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu prosentase penambahan LPG sebanyak 0%,

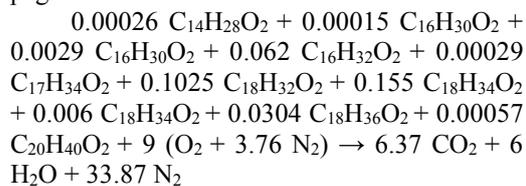
10%, 20%, 30% dan 40%, dari massa alir uap minyak jarak, sedangkan debit udara divariasikan dari 0 ml/min sampai *blow off* dengan kelipatan 20 ml/min. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini yaitu karakteristik pembakaran meliputi temperatur api, warna nyala api dan kestabilan api. Sedangkan yang menjadi variabel terkontrol dalam penelitian ini yaitu debit uap minyak jarak pagar yaitu 0.046 ml/min. Adapun komposisi asam lemak yang terkandung didalam minyak jarak pagar ditunjukkan pada Tabel 1. Sistem instalasi pada pemasangan pompa hidram terdiri atas beberapa bagian penting antara lain, seperti yang terlihat pada Gambar 1 di bawah ini :

Tabel 1. Jenis asam lemak minyak jarak pagar.

Asam Lemak	% (massa)
Asam miristat	0.06
Asam 7-heksadekenoat	0.04
Asam palmitoleat	0.75
Asam palmitat	16.04
Asam heptadekanoat	0.08
Asam linoleat	28.71
Asam oleat	43.8
Asam 7-oktadekenoat	1.7
Asam stearat	8.64
Asam eikosanoat	0.18

Sumber : hasil tes laboratorium UNAIR

Dari tabel komposisi asam lemak diatas, maka didapatkan reaksi pembakaran stoikiometri untuk 100 gram minyak jarak pagar adalah :



$$\text{Berat massa udara} = 9 \times (32 + 3.76 \times 28) = 1235.52 \text{ gram}$$

$$\text{Berat massa bahan bakar} = 100 \text{ gram}$$

Maka AFR stoikiometri minyak jarak pagar adalah,

$$A_{s_i} = \left(\frac{M_u}{M_{b \text{ ha } b}} \right)$$

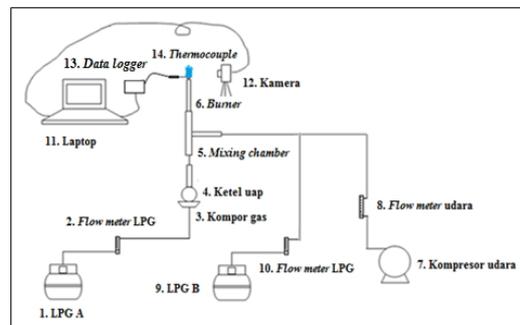
$$= \frac{1235.52}{100}$$

AFR stoikiometri = 12.35 gram udara/gram bahan bakar.

Pengambilan Data

Sebelum proses pengambilan data, maka terlebih dahulu dilakukan pra penelitian, untuk dapat menentukan debit minyak jarak yang menguap. Debit minyak jarak yang menguap digunakan untuk menentukan massa alir uap minyak jarak yang mengalir ke ruang bakar. Selain itu juga dilakukan untuk menentukan densitas minyak jarak pada temperatur penguapan. Densitas minyak jarak ditentukan berdasarkan volum dan massanya pada saat mulai terjadi penguapan. Densitas minyak jarak pagar pada saat menguap adalah 0.71 gr/ml, sedangkan debit udara ditentukan melalui *flow meter* udara.

Instalasi penelitian dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema instalasi penelitian

Untuk memulai penelitian, minyak jarak pagar dimasukkan ke dalam ketel uap secukupnya. Untuk membuat uap minyak jarak pagar digunakan kompor gas sebagai pemanasnya. Setelah uap muncul pada ujung *burner*, kemudian diberikan percikan api atau energi aktivasi. Pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan komposisi LPG B dan debit udara dengan menggunakan *flow meter*. Data yang diambil adalah foto visualisasi api.

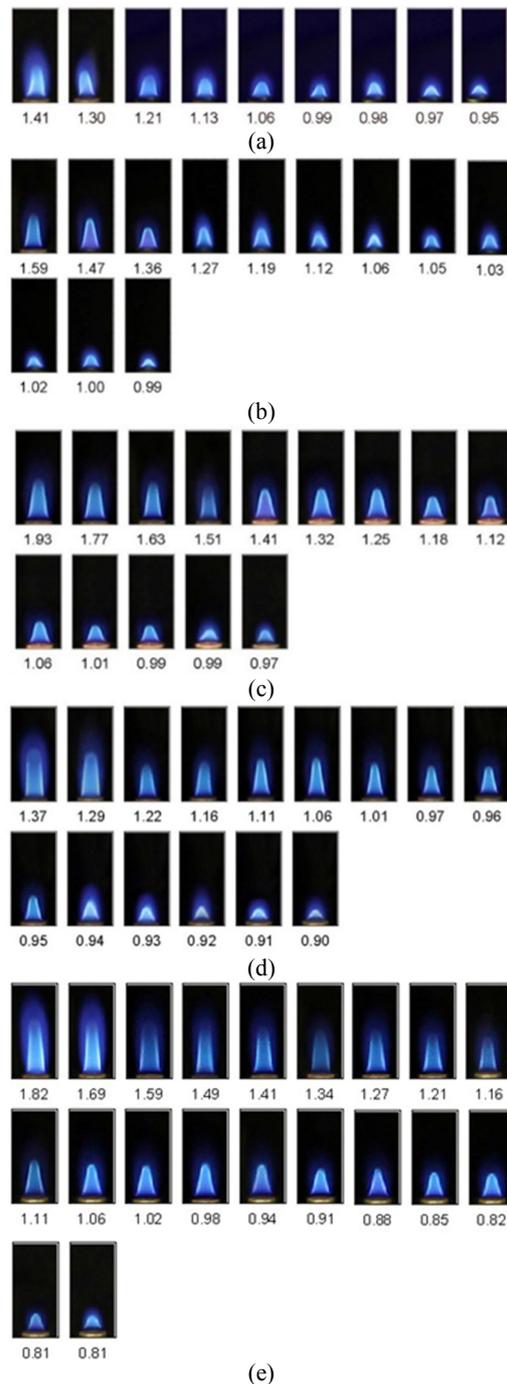
HASIL DAN PEMBAHASAN

Visualisasi api

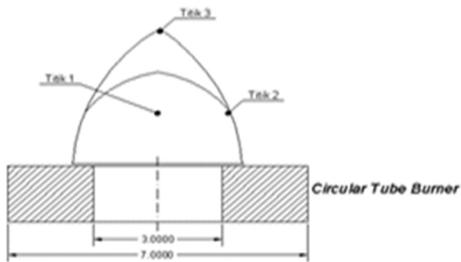
Hasil rekaman visualisasi api laminar dapat membentuk pola nyala api seperti Gambar 2. Dari Gambar 2(a) – 2(e) menunjukkan bahwa pada debit bahan bakar yang konstan, jika debit udara semakin besar maka bagian api yang berwarna kuning semakin sedikit dan bagian api yang berwarna biru semakin banyak. Hal ini dikarenakan kondisi pembakaran semakin mendekati pembakaran stoikiometri ($\Phi=1$) dan bahan bakar hampir terbakar seluruhnya secara premixed. Semakin besar prosentase LPG, bagian api yang berwarna kuning semakin sedikit, api yang berwarna kuning tidak tampak pada nilai equivalence ratio sekitar 1,8 atau lebih kecil. Hal ini dikarenakan LPG telah bercampur dengan uap minyak jarak pagar sehingga pembakarannya dipengaruhi oleh sebagian pembakaran LPG. Terdapat kemungkinan bahwa LPG mempunyai kecepatan berdifusi keudara yang lebih besar daripada minyak jarak, sehingga menghasilkan campuran yang lebih mendekati stoikiometri dan menghasilkan api dengan warna lebih biru. Pada equivalence ratio tertentu tampak 2 bagian kerucut api. Kerucut api bagian dalam berwarna biru terang merupakan api premixed, sedangkan kerucut api bagian luar berwarna biru tipis merupakan api difusi. Kondisi ini menunjukkan terjadinya pembakaran premixed pada mulut burner. Dari Gambar 2 (a) – 2(e) menunjukkan bahwa semakin besar prosentase LPG, maka nyala api akan cenderung semakin stabil pada nilai equivalence ratio yang semakin kecil.

Hubungan equivalence ratio terhadap temperatur api pada berbagai prosentase LPG.

Pengukuran temperatur api dilakukan pada 3 titik pengukuran, yaitu pada titik 1 atau bagian tengah api, titik 2 atau pada bagian tepi api dan titik 3 atau bagian ujung api. Seperti terlihat pada Gambar 3.

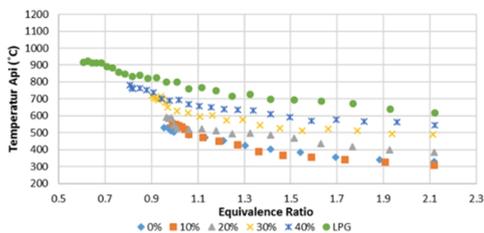


Gambar 2. Visualisasi api pada berbagai prosentase LPG (a) 0%; (b) 10%; (c) 20%; (d) 30% dan (e) 40%.

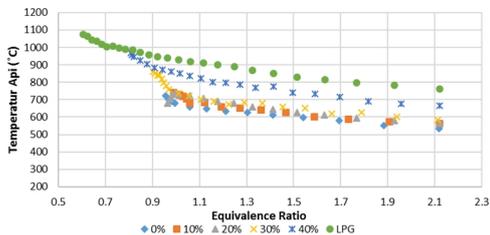


Gambar 3. Skema Titik Pengukuran Temperatur Api

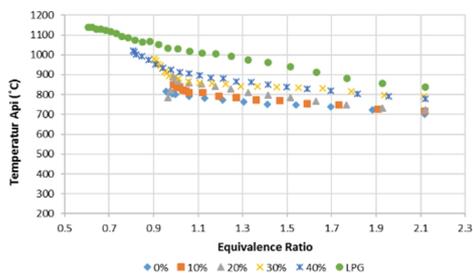
Data hasil pengukuran temperatur dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 4. Hubungan *equivalence ratio* dengan temperatur api dititik 1 untuk berbagai variasi prosentase LPG



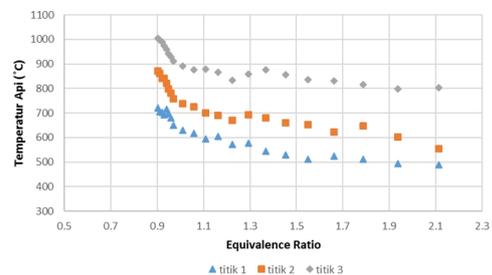
Gambar 5. Hubungan *equivalence ratio* dengan temperatur api dititik 2 pada berbagai variasi prosentase LPG



Gambar 6. Hubungan *equivalence ratio* dengan temperatur api dititik 3 untuk berbagai variasi prosentase LPG

Dari gambar 4 sampai dengan gambar 6 adalah grafik hubungan prosentase LPG terhadap temperatur api pada 3 titik daerah pengukuran temperatur yaitu titik 1, pada bagian tengah api dekat ujung burner, titik 2, bagian tepi api dan titik 3, bagian ujung api. Dari gambar - gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar prosentase LPG maka semakin besar pula temperatur api. Hal ini disebabkan karena semakin besar prosentase LPG maka kalor yang dihasilkan akan semakin besar pula sehingga temperaturnya akan meningkat pula.

Pada gambar grafik tersebut juga didapatkan temperatur paling rendah berada pada tengah api (Gambar 4). Hal ini karena tengah api merupakan daerah zona pemanasan awal sehingga temperaturnya lebih rendah daripada tepi api dan ujung api, dalam hal ini tepi api adalah zona reaksi dan ujung api merupakan daerah dimana bahan bakar terbakar seluruhnya sehingga temperaturnya paling tinggi. Sedangkan hubungan *equivalence ratio* terhadap temperatur api ditunjukkan pada Gambar 7. berikut ini.



Gambar 7. Hubungan *equivalence ratio* dengan temperatur api untuk prosentase LPG 30%.

Gambar 7 adalah grafik hubungan antara *equivalence ratio* terhadap temperatur api pada prosentase LPG 30% dimana sumbu x menyatakan *equivalence ratio* dan sumbu y menyatakan temperatur api. Dari Gambar 7 terlihat bahwa semakin besar *equivalence ratio* maka semakin menurun temperatur apinya. Hal ini dikarenakan semakin banyak udara hingga mendekati stoikiometri maka semakin banyak bahan bakar yang terbakar sehingga menghasilkan kalor yang tinggi menyebabkan

temperatur pun meningkat.

Dari Gambar 7 juga didapatkan bahwa temperatur api pada tepi api, tengah api dan ujung api memiliki nilai temperatur yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa pada tengah api adalah daerah zona pemanasan awal sehingga temperaturnya lebih rendah daripada zona reaksi dan dalam hal ini zona reaksi yaitu tepi api. Ujung api adalah daerah dimana bahan bakar telah terbakar seluruhnya sehingga temperaturnya paling tinggi.

KESIMPULAN

Dari penelitian tentang Pengaruh penambahan LPG (*Liquified Petroleum Gas*) pada proses Pembakaran *Premixed* Uap Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L.*) terhadap warna dan temperatur api, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Pada proses pembakaran difusi terdapat bagian api dengan warna biru dan warna kuning yang menunjukkan terjadinya pembentukan jelaga.
- Semakin besar debit udara pada debit bahan bakar yang konstan, maka bagian api yang berwarna kuning akan semakin sedikit dan bagian api yang berwarna biru semakin banyak.
- Semakin besar *equivalence ratio* maka temperatur api semakin rendah. Temperatur

api paling rendah hingga temperatur api paling tinggi berturut turut berada pada daerah tengah api, daerah tepi api dan daerah ujung api.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dharma, Anggara. 2013. Pengaruh Variasi Equivalent Ratio Terhadap Karakteristik Api Pembakaran Premixed Minyak Jarak Pada Burner. Universitas Brawijaya : Malang.
- [2] Julie Buffam, Kevin Cox. 2008. Measure of Laminar Burning Velocity of Methane – Air Mixture Using a Slot and Bunsen Burner. Worcester Polytechnic Institute.
- [3] S.Y. Liao, D.M. Jiang, Q. Cheng, J.Gao, Z.H. Huang, Y.Hu.2005. Correlations for Laminar Burning Velocities of Liquified Petroleum Gas-Air Mixtures. Vol. 46 Hal. 3175-3184
- [4] Sahoo P.K., Das L.M. 2009. Combustion Analysis of *Jatropha*, *Karanja*, and *Polanga* Based Biodiesel as Fuel in a Diesel Engine, Fuel. Vol. 88 Hal. 994-999
- [5] Turns, Stephen R., 1996, An Introduction to Combustion, New York : McGraw-Hill, Inc.
- [6] Wardana, ING. 2008. Bahan bakar dan Teknologi Pembakaran. PT. Danar Wijaya Brawijaya University Press, Malang.