

## STUDI KARAKTERISTIK SEMPROTAN BAHAN BAKAR CAMPURAN BIODIESEL-MINYAK SOLAR PADA OIL BURNER

Leily Nurul Komariah\*, Afifah Akhwan, Raalyka Dea Pihimyl

\*)Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jln. Raya Palembang – Prabumulih Km.32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) 30662  
Email: leilydiaz@yahoo.com

### Abstrak

Biodiesel merupakan bahan bakar terbarukan yang biodegradable, dan memiliki karakteristik fisik dan kimia yang mirip dengan minyak diesel. Nosel adalah komponen yang terdapat didalam oil burner sebagai pengkabut bahan bakar dengan fase liquid menjadi fase gas ke dalam ruang bakar yang dapat mempengaruhi perilaku pembakaran pada oil burner. Sehingga diambil langkah untuk dilakukan studi eksperimen untuk menguji karakteristik semprotan campuran bahan bakar biodiesel – minyak solar pada oil burner. Variasi minyak biodiesel dicampur minyak solar yang digunakan dalam eksperimen ini yaitu, 0%, 25%, dan 100% biodiesel, dengan variasi tipe nosel solid cone 45°, solid cone 60°, semi-solid cone 80°. Karakteristik yang diuji dari semprotan berupa, profil semprotan, jangkauan vertikal dan horizontal semprotan, serta data sudut semprotan dari masing-masing variasi biodiesel. Dari eksperimen yang dilakukan, dihasilkan bahwa semakin besar persen biodiesel dalam minyak solar, jangkauan horizontal yang dihasilkan semakin pendek, jangkauan vertikal yang dihasilkan semakin panjang, dan sudut semprotan yang dihasilkan semakin besar. Sedangkan, semakin besar tipe nosel (sudut nosel) yang digunakan maka jangkauan horizontalnya semakin pendek.

**Kata kunci:** biodiesel, jangkauan horizontal, jangkauan vertikal, nosel, sudut semprotan

### Abstract

Biodiesel is a newable fuel which is biodegradable, and have a similar physical and chemistry characteristic with diesel fuel. Nozzle is one of the oil burner component with a role for atomization liquid fase to gas fase of fuel inside combustion chamber which in can influence the combustion characteristic. We make step for experimental study about spray characteristics of mixed biodiesel-solar oil in oil burner. The variation of mixed biodiesel-solar oil, such as 0%, 25%, 100% of biodiesel, with nozzle variation as solid cone 45°, solid cone 60°, semi-solid cone 80°. the charactristic for experiment includes, profile spray, vertical and horizontal range of spray, and spray angel from each of fuel blending and various nozzle tipe. From the experiment, we found that an increasing of biodiesel mixture in solar oil produce shorter horizontal range, longer vertical range, and greater spray angel. While that an increasing of nozzle type (nozzle angel) produce shorter range of spray.

**Keyword:** biodiesel, horizontal range, nozzle, spray angle, vertical range

### 1. PENDAHULUAN

Burner adalah suatu alat yang digunakan untuk membakar bahan bakar dan mengubahnya menjadi nyala api Pompa dan injektor (nosel) merupakan komponen - komponen yang terdapat pada burner, yang digunakan untuk menyalurkan fluida ke dalam ruang bakar. Pompa berfungsi sebagai penyalur bahan bakar ke dalam nosel pada tekanan tertentu, sedangkan nosel berfungsi sebagai pengkabut bahan bakar ke dalam ruang bakar berdasarkan tekanan yang diberikan oleh pompa. Prinsip kerja dari burner adalah dengan mengubah bahan bakar cair menjadi bentuk semprotan dengan melewati *nozzle* dan disemprotkan sehingga bertemu dengan udara dan terjadi pembentukan lidah api. Proses yang terjadi adalah, bahanbakar diinjeksikan dari

tangki dengan tekanan tertentu, mengalir pada saluran bahan bakar didalam burner, kemudian melewati *nozzle* yang akan memecah partikel bahan bakar cair menjadi kabut *spray* dan kemudian keluar menuju ruang pembakaran.

Sumber energi yang dibutuhkan untuk memecah partikel bahan bakar menjadi *droplet* yang lebih kecil, berasal dari energi yang dihasilkan oleh tekanan yang diberikan pada *nozzle*. Sebagian energi yang dihasilkan oleh tekanan berubah menjadi energi gerak. Energi ini yang akan mengalirkan bahan bakar melewati *tangential slots* didalam *swirl chamber*. Gaya sentrifugal terjadi pada bagian *orifice* pada *nozzle* yang kemudian akan mengeluarkan bahan bakar dari *nozzle* dalam bentuk vapor dengan *droplet* yang kecil.

Burner memiliki beberapa variasi yang dapat digunakan dalam proses atomisasi bahan bakar untuk proses pembakaran. Pada *oil burner atomizing*, bahan bakar diatomisasikan kedalam bentuk semprotan dengan *droplet*, kemudian dimasukkan bersama dengan udara pembakaran keruang bakar untuk kemudian terjadi proses pembakaran. Burner yang digunakan pada industri saat ini memiliki variasi *range kapasitas*, tergantung dengan bahan bakar yang digunakan, baik bahan bakar gas maupun bahan bakar minyak fraksi berat atau fraksi ringan. Untuk semprotan pada ruang terbuka (*ambient atmospheric pressure*), semakin tinggi properti fisik bahan bakar akan menghasilkan penetrasi semprotan yang semakin panjang (lee, 2002).

Keberhasilan pada sebuah proses pemanasan oleh bahan bakar pada sistem pembakaran yaitu dimulai dari tangki dan diakhiri pada ruang pembakaran. Dilihat dari tahapan pembakaran, bahan bakar harus mengalami *vaporized* menjadi *vapor* atau gas sebelum proses pembakaran terjadi kemudian harus bercampur dengan udara (oksigen) sehingga terjadi proses pembakaran. Temperatur pada proses pencampuran ini akan naik diatas *igniton delay*. Suplai udara yang berlangsung secara kontinyu akan menghasilkan pembakaran yang kontinyu.

Fungsi utama *nozzle* pada suatu sistem burner bahan bakar, yaitu:

#### 1. Atomisasi

Proses atomisasi akan mempercepat proses vaporasi dengan mengubah bahan bakar menjadi *droplet* yang sangat kecil hingga mencapai 0.005 – 25.4 mm. Semakin kecil *droplet* yang dihasilkan dari proses atomisasi, maka akan semakin cepat proses ignisi pada proses pembakarannya, sehingga api yang dihasilkan oleh burner akan tetap berada dekat bagian kepala burner sedangkan *droplet* yang lebih besar akan membutuhkan waktu yang lebih lama pada proses ignisi bahan bakar.

#### 2. Matering

*Nozzle* didesain untuk mengalirkan bahan bakar secara terus menerus dari proses atomisasi kedalam ruang pembakaran. Sehingga *nozzle* harus dapat bekerja pada laju alir dengan *range* yang besar sesuai dengan yang dibutuhkan industri. Terdapat enam tipe semprotan *angle* standar yang berbeda yaitu 90°, 80°, 70°, 60°, 45°, dan 30°.

#### 3. Patterning

*Nozzle* dimaksudkan untuk mengalirkan bahan bakar hasil atomisasi kedalam ruang bakar pada semprotan *pattern* yang seragam dan semprotan *angle* yang sesuai dengan spesifikasi dari burner yang digunakan.

Sumber energi yang dibutuhkan untuk memecah partikel bahan bakar menjadi *droplet* yang lebih kecil, berasal dari energi yang dihasilkan oleh tekanan yang diberikan pada *nozzle*. Sebagian energi yang dihasilkan oleh tekanan berubah menjadi energi gerak. Energi ini yang akan mengalirkan bahan bakar melewati *tangential slots* didalam *swirl chamber*. Gaya sentrifugal terjadi pada bagian *orifice* pada *nozzle* yang kemudian akan mengeluarkan bahan bakar dari *nozzle* dalam bentuk vapor dengan *droplet* yang kecil.

*Spray* adalah aliran udara atau gas yang mengandung *droplet*, atau disebut juga sebagai *droplet* yang bergerak dalam aliran udara atau gas. Pada dasarnya, proses pengabutan merupakan proses pencampuran bahan bakar dengan oksigen untuk menghasilkan gas bahan bakar yang sempurna. Sifat fisik cairan yang mempengaruhi *spray (droplet)*, yaitu:

#### 1. Tegangan permukaan

Tegangan permukaan untuk menstabilkan cairan dan mencegah cairan menjadi butiran-butiran yang lebih kecil. Pada proses atomisasi semakin besar tegangan permukaan maka akan cenderung memiliki ukuran *spray* yang lebih besar.

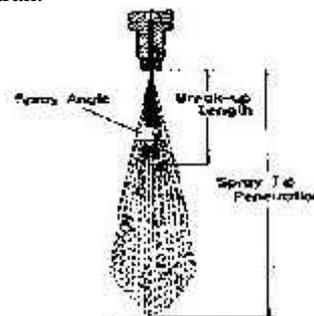
#### 2. Viskositas

Viskositas menyebabkan *fluida* melawan agitasi sehingga cairan akan sulit untuk terpecah menjadi butiran-butiran kecil dan menghasilkan *spray* dengan ukuran rata-rata lebih besar.

#### 3. Densitas

Densitas menyebabkan cairan mempertahankan akselerasi. Densitas cairan yang lebih tinggi cenderung menghasilkan *spray* dengan ukuran rata-rata lebih besar.

Karakteristik dari geometri semprotan (*spray*) bahan bakar sangat penting dalam sistem pembakaran.



**Gambar 1.** Karakteristik Semprotan

(Sumber : <http://en.wikipedia.org/wiki/Flame>)

Proses terbentuknya butiran cairan menjadi fase gas disebut dengan atomisasi (Pardede, 2012). Proses atomisasi bertujuan untuk memperbesar luas permukaan cairan dengan cara memecahkan

butiran cairan dengan diameter besar menjadi butiran dengan diameter lebih kecil.

Zhao et al. (2008) mempelajari pengaruh dari durasi injeksi dan tekanan kembali penetrasi semprot dan semprot sudut kerucut menggunakan unit pompa elektronik. Dinyatakan bahwa semprot penetrasi dan semprot kerucut sudut biodiesel lebih besar daripada minyak solar. Grimaldi dan Postrioti (2000), mempelajari karakteristik penetrasi panjang semprotan dan besar sudut semprotan bahan bakar yang dihasilkan dan sistem injeksi *common-rail* dalam ruang atmosfer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umumnya biodiesel (*rapeseed oil*) ditandai dengan panjang penetrasi dan sudut semprotan yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar petro diesel.

Taskiran dan Ergenemen (2011) melakukan pengujian terhadap karakteristik diesel *spray* dan proses *autoignitation* dengan menggunakan tiga jenis bahan bakar dan empat tipe nosel. Disimpulkan bahwa geometri nosel yang digunakan tidak terlalu berpengaruh pada kondisi awal injeksi dan tip penetrasi yang dihasilkan akan memendek dengan kenaikan tekanan ambient. Seang dan Doo (2014) melakukan penelitian karakteristik semprotan dan pembakaran enam jenis biodiesel yang berbeda dalam ruang konstan menggunakan sistem injeksi *common-rail*. Disimpulkan bahwa tekanan injeksi yang tinggi dapat mempercepat atomisasi bahan bakar dan memperpendek periode *ignition delay*. Dengan demikian karakteristik pembakaran secara keseluruhan akan meningkat.

Sebuah penelitian mengenai karakteristik semprotan biodiesel dan solar dalam ruang tekanan tinggi dilakukan oleh Srichai et al, (2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penetrasi pada ujung semprotan biodiesel lebih lama dibandingkan dengan diesel. Hal ini membuktikan bahwa efek pada pembentukan campuran semprotan lebih kuat dengan meningkatnya densitas dan viskositas dari biodiesel.

Pada umumnya, *burner* di industri menggunakan bahan bakar batubara, gas alam, minyak solar atau biomassa padat seperti cangkang sawit, *woodchips*, dll. Dibandingkan bahan bakar lainnya, jumlah penggunaan bahan bakar minyak solar di sektor industri, komersial dan instistusional jauh lebih sedikit. Hal ini disebabkan semakin menipisnya cadangan minyak bumi harga minyak solar menjadi tinggi maka potensi pemanfaatan bahan bakar alternatif seperti *biofuel* atau bahan bakar nabati semakin besar. Salah satu alternatifnya adalah pemanfaatan biodiesel pada *burner*.

Biodiesel adalah bahan bakar terbarukan, *biodegradable*, dan memiliki karakteristik fisik dan kimia yang mirip dengan minyak diesel. Selain itu, emisi pembakaran yang dihasilkan oleh biodiesel lebih rendah jika dibandingkan dengan solar sehingga biodiesel menjadi fokus dari alternatif penelitian bahan bakar dan aplikasi dalam beberapa tahun terakhir (Dong dan Liu, 2007). Salah satu perbedaan sifat fisik antara minyak solar, biodiesel dan minyak nabati adalah pada viskositas, *cetane number* dan nilai kalor pembakaran. Viskositas bahan bakar sangat penting karena berpengaruh pada atomisasi bahan bakar ketika diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Untuk memperoleh pembakaran sempurna dibutuhkan butiran bahan bakar yang kecil. Bahan bakar dengan viskositas tinggi, seperti minyak nabati, akan menghasilkan butiran yang lebih besar di dalam ruang bakar sehingga pembakaran tidak sempurna. Oksidasi karena tidak sempurnanya pembakaran akan terakumulasi menempel di sekitar katup, ujung injektor dan pada muka piston serta ring. Akumulasi tersebut dapat menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi secara normal atau bahkan berhenti (Kurdi, 2006).

Berdasarkan perbedaan fisik antara biodiesel dengan minyak solar dan berdasarkan fungsi pompa dan injektor atau nosel tersebut, maka penting melakukan penelitian tentang studi karakteristik semprotan bahan bakar campuran biodiesel-minyak solar pada *oil burner*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, menggunakan *oil burner* tipe natural draft *Olympia* size 1 dengan variasi tiga jenis nosel (*Solid Cone* 45° 1.5 GPH, *Solid Cone* 60° 2.5 GPH, dan *Semi solid Cone* 80° 2 GPH) dan tiga jenis bahan bakar (B0, B25, dan B100), seperti pada Gambar 2, Gambar 3 dan rangkaian alat pada penelitian ini terdapat pada Gambar 4 serta diagram alir pada Gambar 5.



Gambar 2. Burner Tipe *Olympia Oil Burner*



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3.** Tipe Nozzle (a) Nozzle Tipe *Solid Cone* 45° 1.5 GPH. (b) Nozzle Tipe *Solid Cone* 60° 2.5 GPH. (c) Nozzle Tipe *Semi solid Cone* 80° 2 GPH

Pada rangkaian alat penelitian, terdapat kain hitam sebagai background / latar untuk sebagai dasar agar gambar yang dihasilkan menjadi lebih jelas. Pada rangkaian alat penelitian juga terdapat mistar api yang terpasang secara horizontal untuk mengukur jangkauan horizontal dan mistar api yang terpasang secara vertikal untuk pengukuran jangkauan semprotan secara vertikal.

Prosedur penelitian:

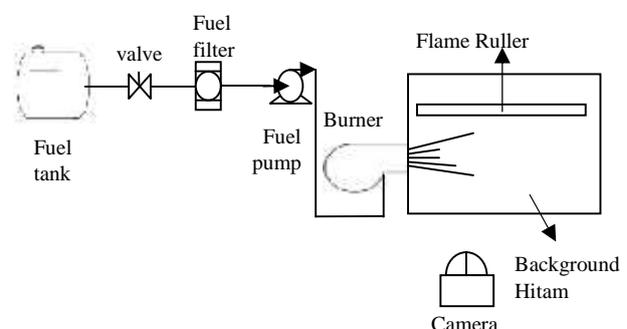
Bahan bakar minyak biodiesel dan minyak solar yang didapatkan dari PT. Sumiasih Oleochemical dilakukan pencampuran (mixing) untuk mendapatkan bahan bakar jenis campuran bahan bakar biodiesel 25% didalam minyak solar. Pencampuran dan pengadukan dilakukan pada wadah dengan cara splash blending, yaitu dengan menggunakan pengaduk digital yang diatur dengan kecepatan 520 rpm, pencampuran dan pengadukan yang dilakukan menghasilkan bahan bakar B25 homogen yang kemudian digunakan dalam variasi bahan baku penelitian. Sedangkan bahan bakar biodiesel 100% dan minyak solar 100% diambil langsung sebagai salah satu bahan baku penelitian.

Bahan bakar disemprotkan melalui nosel injektor dengan tekanan 0.45 MPa selama 10

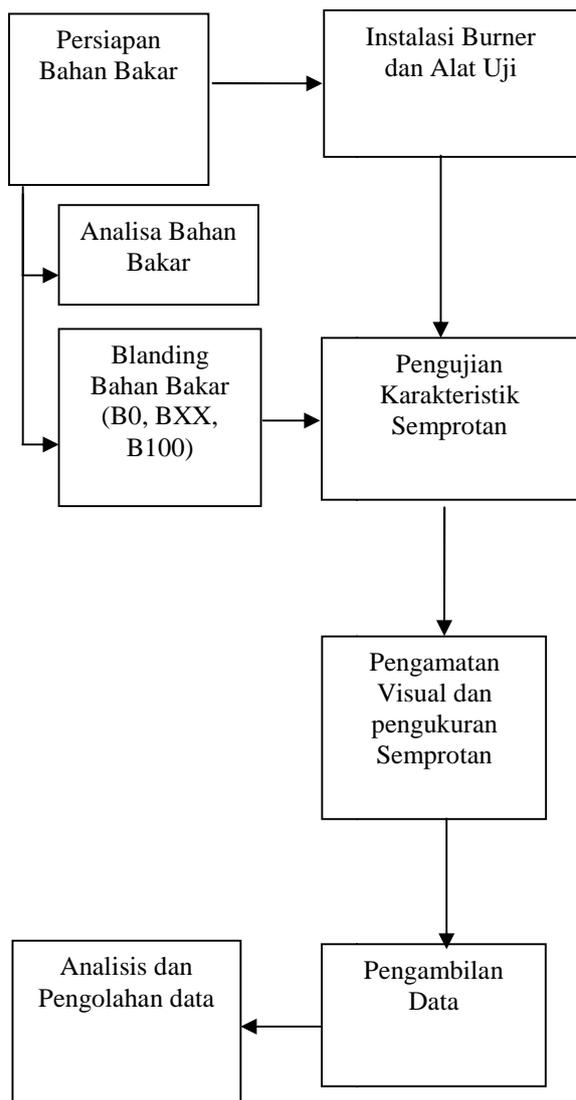
detik ke ruangan terbuka. Pengujian penyemprotan ini menggunakan bahan bakar, yaitu biodiesel 25% dan solar 75% (B25), biodiesel 100% (B100), dan minyak solar dan menggunakan tiga jenis tipe nosel (*Solid Cone* 45° 1.5 GPH, *Solid Cone* 60° 2.5 GPH, dan *Semi solid Cone* 80° 2 GPH). Pengujian dilakukan secara bergantian dimulai dari minyak solar, B25, dan B100 menggunakan nosel 45° kemudian dilanjutkan dengan nosel 60°, dan terakhir dengan menggunakan nosel 80°. Variabel tetap pada pengujian ini adalah laju alir, tekanan injeksi (0.45 MPa), dan tekanan ambient (tekanan atmosfer, 1 atm). Sedangkan variabel yang berubah pada penelitian ini adalah bahan bakar dan nosel yang digunakan.

Pengamatan :

Pengamatan semprotan secara visual dilakukan menggunakan kamera DSLR dengan menggunakan *high speed* 1/100 s dengan *multiple shoot*. Kamera ini digunakan agar semprotan yang dihasilkan gambar yang lebih akurat. Gambar yang dihasilkan oleh kamera kemudian dilakukan seleksi untuk memilih gambar profil semprotan yang terbaik kemudian dilakukan pengamatan secara visual. Setelah melakukan pengamatan secara visual dilakukan pengukuran dimensi *spray* yang meliputi jangkauan *spray* arah horizontal dan jangkauan *spray* arah vertikal. Pengukuran ini dilakukan dengan membaca angka pada mistar yang terdapat pada rangkaian sebagai kalibrasi yang kemudian gambar yang dihasilkan dimasukkan kedalam program imageJ, pada program ini, ukuran yang dihasilkan oleh kamera sebagai satuan pixel, diubah menjadi kedalam satuan cm. Pengukuran terhadap sudut *spray* yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan *software* ImageJ (*software* yang biasa beredar dipasaran) dan keluar hasil dalam satuan derajat.



**Gambar 4.** Rangkaian Alat Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Profil Semprotan (visual) Bahan Bakar BXX pada Burner dengan Berbagai Tipe Nozzle

Semprotan bahan bakar BXX pada burner diambil ketika burner dinyalakan selama 10 detik.

Pada Tabel 1 dapat dilihat tampakkan visul profil semprotan campuran bahan bakar pada variasi tipe nosel (*Solid Cone* 45° 1.5 GPH, *Solid Cone* 60° 2.5 GPH, dan *Semi solid Cone* 80° 2 GPH) dan komposisi campuran bahan bakar biodiesel-minyak solar (B0, B25, B100).

Tabel 1. Profil Semprotan (visual) Bahan Bakar BXX pada Burner dengan Berbagai Tipe Nozzle

	45°	60°	80°
B000			
B025			
B100			

Tabel 1 diketahui bahwa panjang penetrasi yang dihasilkan pada bahan bakar B0 lebih pendek dan kecil dibandingkan dengan profil semprotan yang dihasilkan oleh bahan bakar B25, dan B100, hal ini dapat terjadi karena sifat fisik yang dimiliki yaitu viskositas, bahwa semakin tinggi nilai viskositas yang dimiliki oleh suatu bahan bakar, maka profil semprotan yang dihasilkan akan semakin besar, karena semakin tinggi nilai viskositas bahan bakar, maka akan semakin sulit bahan bakar tersebut terdeformasi oleh udara menjadi droplet.

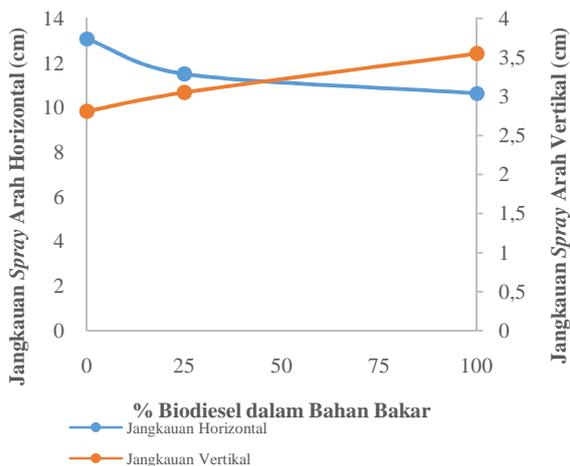
Tabel 1 juga menjelaskan bahwa dengan mengganti tipe nosel burner pada bahan bakar yang sama, akan menghasilkan profil yang berbeda. Semakin besar sudut (*spray angle*) yang dipilih dari nosel maka, akan menghasilkan profil semprotan yang lebih lebar dan putih. Hal ini dapat terjadi karena semakin kecil lubang *nozzle* yang digunakan pada tahapan pengkabutan bahan bakar maka laju alir akan meningkat dan bahan bakar memiliki energi yang cukup untuk siap mendorong udara didepan lubang *nozzle*, sehingga *nozzle* dengan diameter yang lebih kecil menghasilkan jangkauan semprotan yang lebih panjang, dan *nozzle* dengan lubang yang lebih besar akan menghasilkan sudut jangkauan yang lebih besar. tahapan pengkabutan oleh biodiesel dengan lubang *nozzle* terbesar, menghasilkan sudut terbesar (ozgur, 2010). Nilai viskositas bahan bakar yang tinggi, mengakibatkan bahan bakar yang terpecah menjadi *droplet* tidak seragam. Karena udara yang berkontak dengan bahan bakar hanya mampu menjadikan *droplet* terpecah menjadi ukuran yang lebih besar pada bagian luar dari semprotan bahan bakar.

Table 1, gambar profi lsemprotan biodiesel 100% dan dengan nosel dengan sudut 80° menunjukkan bahwa tahapan pengkabutan oleh biodiesel dengan lubang yang besar,

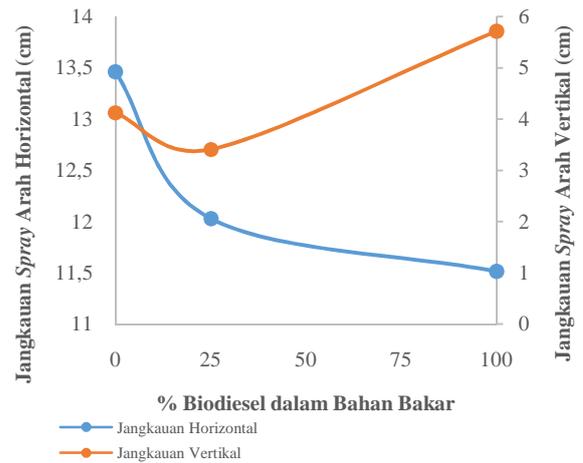
menghasilkan sudut terbesar. Nilai viskositas bahan bakar yang tinggi, mengakibatkan bahan bakar yang terpecah menjadi droplet tidak seragam. Karena udara yang berkontak dengan bahan bakar hanya mampu menjadikan droplet terpecah menjadi ukuran yang lebih besar pada bagian luar dari semprotan bahan bakar.

### 3.2. Dimensi Spray

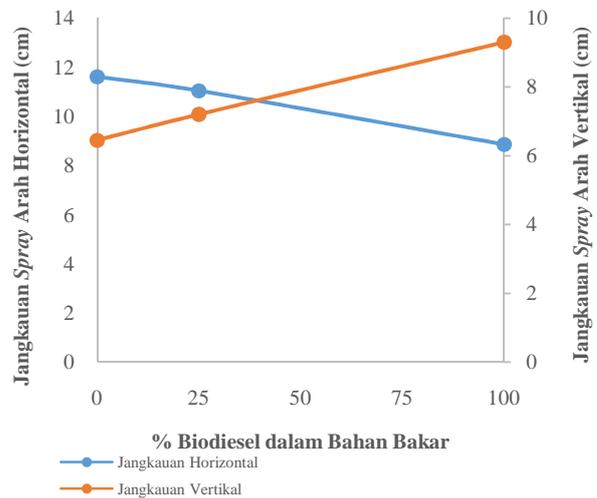
Setelah pengambilan profil semprotan dilakukan pengukuran dimensi *spray*. Pengukuran *spray* ini meliputi pengukuran jangkauan *spray* arah horizontal dan pengukuran jangkauan *spray* arah vertikal. Pengukuran jangkauan *spray* arah horizontal dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jangkauan *spray* ke arah sumbu horizontal, seperti pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa kecenderungan perubahan bahan bakar yang digunakan terhadap jangkauan *spray* arah horizontal menurun pada saat penggunaan nosel yang sama dan tekanan injeksi yang konstan (0.45 MPa). Hal ini disebabkan karena viskositas bahan bakar yang digunakan semakin tinggi. Ketika bahan bakar yang memiliki viskositas tinggi dengan menggunakan nosel yang sama dan tekanan injeksi konstan (0.45) MPa menghasilkan jangkauan *spray* arah horizontal yang pendek karena viskositas B100 akan melawan agitasi dan sulit untuk diubah menjadi *spray* sehingga ukuran *spray* yang keluar rata-rata lebih besar dengan jangkauan *spray* yang pendek (pardede, 2015).



**Gambar 6.** Jangkauan *Spray* (Dimensi *Spray*) BXX pada Burner dengan Menggunakan Nosel 45°



**Gambar 7.** Jangkauan *Spray* (Dimensi *Spray*) BXX pada Burner dengan Menggunakan Nosel 60°



**Gambar 8.** Jangkauan *Spray* (Dimensi *Spray*) BXX pada Burner dengan Menggunakan Nosel 80°

Begitu pula pengukuran jangkauan *spray* arah vertikal dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jangkauan *spray* ke arah sumbu vertikal. Pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin banyak persentase biodiesel didalam minyak solar maka jangkauan vertikal yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena densitas yang tinggi pada B100 mempertahankan akselerasi sehingga *spray* yang dihasilkan berukuran lebih besar dengan jangkauan vertikal yang lebih besar pula.

Jika dilihat dari variasi bahan bakar yang digunakan dengan satu jenis tipe nosel, dari Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 disimpulkan bahwa seiring dengan penambahan persentase biodiesel didalam bahan bakarmaka jangkauan *spray* arah horizontal yang dihasilkan semakin

pendek dan jangkauan *spray* arah vertikal semakin besar.

### 3.3. Sudut Spray

Salah satu parameter penting untuk menentukan kualitas dari semprotan adalah sudut *spray* karena sudut *spray* merupakan pengembangan semprotan ke arah radial dan akan mempengaruhi tingkat pencampuran dari udara dan bahan bakar pada *outlet* nosel.

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran *Spray* dengan Penggunaan BXX pada Burner dengan Menggunakan Tiga Tipe *Nozzle*

Tipe <i>Nozzle</i>	BXX	Sudut <i>Spray</i> (°)
45°	B000	41.4
	B025	44.1
	B100	42.1
60	B000	56.2
	B025	58.7
	B100	60.2
80°	B000	74.7
	B025	80.1
	B100	78.3

Pada Tabel 2 dapat dilihat untuk setiap penggunaan variasi nosel dengan setiap variasi biodiesel pada tekanan injeksi yang sama (0.45 MPa) tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata. Sudut terkecil diperoleh pada saat menggunakan bahan bakar B100 karena viskositas yang dimiliki oleh B100 lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas B0, hal ini menunjukkan bahwa pada saat viskositas yang lebih tinggi bahan bakar akan sulit untuk terdispersi menjadi bentuk *droplet* (*spray*).

Jika ditinjau dari bahan bakar yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa kecenderungan penambahan persentase biodiesel pada solar akan mengakibatkan sudut semprotannya menjadi lebih besar dibandingkan dengan minyak solar murni itu sendiri. Kekentalan minyak biodiesel yang relatif lebih besar memiliki hambatan yang besar pada semprotannya sehingga semprotannya cenderung melebar daripada memanjang (Pinto dkk, 2015)

Kekentalan minyak biodiesel yang relatif lebih besar memiliki hambatan yang besar pada semprotannya sehingga semprotannya akan cenderung melebar daripada memanjang (Pinto dkk, 2015).

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar nilai viskositas bahan bakar, mengakibatkan proses deformasi dengan udara menjadi tidak sempurna, sehingga jangkauan horizontal yang dihasilkan semakin pendek, jangkauan vertikal yang dihasilkan semakin panjang, dan sudut semprotan yang dihasilkan semakin besar.
2. Semakin besar tipe nosel (sudut nosel) yang digunakan pada burner, akan menghasilkan jangkauan horizontal yang lebih pendek.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azzopardi, B. J. 1991. *Atomization Fundamentals*. Department of Chemical.
- Anonim. 2000. *DELAVAN (A Total Look At Oil Burner Nozzle)*. South Carolina: BFGoodrich.
- Baumgarten, C. 2006. *Mixture Formation in Internal Combustion Engines*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Dong, Y.Q., dan Liu, Y.X. 2007. *Present Situation And Future Of Biodiesel*. Modern Veicle. Power, Vol. 4, 1–9.
- Grimaldi, C, dan Postrioti, L. 2000. *Experimental comparison between conventional and bio-derived fuels sprays from a common rail injection system*. SAE Paper 2000-01-1252.
- Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- Irvan, dkk. *Pengaruh Viskositas Bahan Bakar Mesin Diesel Terhadap Karakteristik Spray Pada Twin Fluid Atomizer*.
- Kamimoto, T., dan Kobayashi H. 1991. *Combustion Processes In Diesel Engines*. Prog. Energy Combust. Sci., vol.17, 163-189.
- Kurdi, Ojo. 2010. *Uji Performa Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar Yang Diproduksi Secara Enzimatis Pada Mesin Disel*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Lee, S.W, dkk. 2002. *Effect Of Diesel Fuel Characteristics On Spray And Combustion In A Diesel Engine*.
- Li, Liguang. 2007. *Experimental Study Of The Spray Characteristics Of Biodiesel Based On Inedible Oil*. Biothecnology Advance, Vol. 27, 616–624.
- Pan, J.F., dkk. 2013. *Spray And Combustion Visualization Of Biodiesel In A Direct Injection Diesel Engine*. Thermal Science. Vol.17, No.1, 279–289.

- Pardede, Mada Hunter. 2012. *Uji Karakteristik Minyak Nyamplung dan Aplikasinya Pada Kompor Tekan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pinto, Agapito, dkk. 2015. *Uji Karakteristik Penyemprotan Bahan Bkaar Biodiesel Pada Nozel Mesin Diesel Dengan Sistem Injeksi Langsung*. Jurnal Logic, Vol.15, No.1.
- Seang, W.L., dan Doo,Sung Baik. 2014. *Experimental Study on Spray and Combustion Characteristics of Biodiesel Blends*. International Journal of Bio-Science and Bio-Technology, Vol. 6, No. 2, 91-98.
- Srichai, P. 2014. *Spray Visualization Of Biodiesel And Diesel In A High Pressure Chamber*. Advanced Materials Research, Vol. 931-932, 1043–1047.
- Taskiran, Ozgur oguz dan Ergeneman, Metin. 2011. *Experimental Study on Diesel Spray Characteristics and Autoignition Process*. Jurnal of Combution, Vol. 2011.
- Zhao, XW, dkk. 2008. *Experimental Study On Spray Characteristics Of Biodiesel Oil*. Chin Intern Combust Engine, Vol.1, 16–9.