

Uji Karakteristik Distribusi Butiran Minyak Kelapa Pada Semburan Nosel *Burner* Sederhana

Ari Dwi Agus Sulisty^{1)*}, I Ketut Gede Wirawan²⁾, Ainul Ghurri²⁾

¹⁾Mahasiswa Magister Teknik Mesin Universitas Udayana
Kampus Sudirman Denpasar Bali
Email: ari.dast@yahoo.com

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362

Email: wirawan_ikg@yahoo.com, a.ghurri@gmail.com

Abstrak

Minyak kelapa merupakan salah satu jenis minyak nabati yang dihasilkan dari pohon kelapa yang berpotensi untuk dijadikan sebagai pilihan bahan bakar alternatif kompor bertekanan. Bahan bakar dikatakan baik jika menghasilkan ukuran butiran semburan yang kecil dan halus. Oleh karena itu sebagai langkah awal, telah dilakukan suatu pengujian eksperimental menguji karakteristik distribusi butiran (*droplet*) semburan minyak kelapa yang diuji melalui mekanisme menyerupai nosel *burner* sederhana kompor bertekanan. Minyak kelapa yang diuji dengan variasi tekanan injeksi yaitu 3 - 5 bar dan variasi viskositas yang dihasilkan melalui *preheating* 350°C-390°C. Karakteristik yang di uji adalah jumlah butiran dan ukuran diameter butiran yang terbentuk pada masing-masing pengujian. Dari pengujian yang telah dilakukan maka di dapatkan sebagai berikut, dengan peningkatan tekanan dan penurunan viskositas yang dapat mendeformasikan minyak kelapa menjadikan *droplet* kecil dan berjumlah banyak.

Kata kunci: Minyak kelapa, tekanan injeksi, viskositas, ukuran butir

Abstract

Coconut oil is one type of vegetable oils produced from coconut trees that have the potential to be used as alternative fuel selection pressure stove. The fuel is said to be good if it produces spray of small droplet and smooth. Therefore, as a first step, we conducted a test experimentally test the characteristics of droplet distribution spray of coconut oil were tested through mechanism resemblings a pressure stove simple nozzle burner. Coconut oil is tested with a variety of injection pressure is 3-5 bar and viscosity variations produced by preheating to 350°C - 390°C. Characteristics test in the number of droplets and droplet diameter size formed on each test. From the testing that was done then get the following, with the increase in pressure and a decrease in viscosity resulting in deformed coconut oil into small droplets and numerous

Keywords: *Coconut oil, injection pressure, viscosity, droplet*

1. PENDAHULUAN

Isu krisis energi di seluruh dunia, membuat para peneliti berupaya untuk mencari cara dalam mendapatkan sumber energi baru, termasuk energi terbarukan seperti minyak nabati. Upaya pengembangan bahan bakar nabati (*biofuel*) ini ditunjang Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 [1]. Minyak nabati yang mudah diperoleh sekitar lingkungan kita, salah satunya yaitu minyak kelapa. Ketersediaan minyak kelapa sangat berlimpah, sehingga dapat di aplikasi banyak hal, salah satunya dijadikan bahan baku pembuat bahan bakar alternatif untuk kompor bertekanan [2]. Bahan bakar dikatakan baik jika

semburan bahan bakar tersebut memiliki atomisasi yang baik dengan ditunjukkan oleh ukuran butiran (*droplet*) yang kecil dan halus. Atomisasi adalah proses pembuatan tetesan cairan di dalam fase gas. Tujuan atomisasi adalah meningkatkan luas permukaan cairan dengan cara memecahkan tetesan cairan menjadi banyak tetesan kecil. Proses atomisasi dimulai dengan mendorong cairan melalui sebuah nosel. Terdorongnya cairan dengan bantuan geometri nosel menyebabkan cairan diubah menjadi bongkahan-bongkahan kecil. Bongkahan ini selanjutnya pecah menjadi pecahan yang sangat kecil yang biasanya disebut dengan *droplet* [3]. Tiga tahap proses atomisasi saat cairan keluar melalui nozzle adalah lembaran tipis (*sheet*) akan membentuk ikatan (*ligament*) dan kemudian *ligament* pecah menjadi *droplet* [4].

Semburan menghasilkan suatu rentang besar butir, rentang ini dinyatakan sebagai distribusi besar butir. Distribusi besar butir ini tergantung pada jenis nosel yang digunakan. Faktor - faktor yang mempengaruhi ukuran dari *droplet* adalah sifat-sifat cairan, seperti tegangan permukaan, viskositas, dan densitas [5]

Penggunaan minyak kelapa sebagai bahan baku bahan bakar masih mempunyai kelemahan, karena tingkat viskositas dan densitas tinggi yang mengakibatkan minyak kelapa sulit terdeformasi menjadi semburan yang berukuran *droplet* kecil. Hal ini diperlukan energi untuk mendeformasikan minyak kelapa, yaitu tekanan injeksi. Apabila viskositas rendah, maka energi yang diperlukan semakin sedikit untuk mendeformasikan bahan bakar menjadi *droplet* yang kecil. Viskositas minyak dapat menurun apabila temperatur minyak meningkat, diperlukan pemanasan awal (*preheating*) untuk meningkatkan temperatur minyak sehingga viskositas minyak menurun. Setiap kenaikan temperatur 10°C pada temperatur pemanasan awal dari 230°C sampai 260°C terjadi peningkatan temperatur *spray* dari 74°C - 85°C sehingga menurunkan viskositas minyak kelapa dari 8,72 centistokes sampai 7,03 centistokes [6].

Mengacu pada permasalahan di atas, hipotesis yang disampaikan dalam penelitian ini adalah meningkatkan tekanan injeksi dan menurunkan viskositas dapat mengetahui karakteristik distribusi minyak kelapa.

Pengujian karakteristik ukuran *droplet* dilakukan beberapa variasi yaitu variasi viskositas yang diperoleh melalui temperatur *preheating* 350°C , 360°C , 370°C , 380°C dan 390°C , dengan menggunakan tekanan injeksi 3bar, 4 bar, dan 5 bar

2. METODOLOGI

2.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat uji semburan yang terdiri dari beberapa peralatan yaitu kompresor, tabung bahan bakar, *valve*, pipa penyalur dari bahan tembaga, manometer, *coil pipe*, nosel *burner* sederhana, *heater*, *thermocouple*, *data logger*, *camera*, lampu sorot semburan dan layar warna hitam. Bahan penelitian ini menggunakan minyak kelapa murni yang dibuat secara tradisional seperti pada Gambar 1.



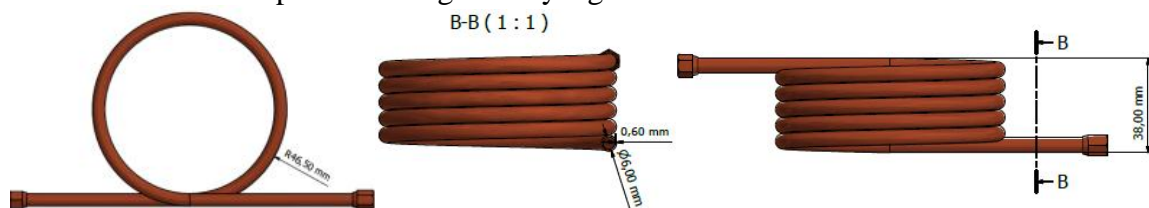
Gambar 1. Minyak kelapa murni

2.2 Proses Pengambilan Data

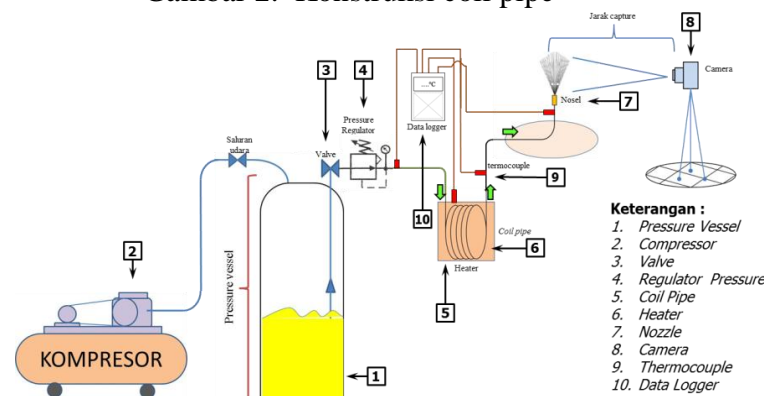
Penelitian ini terdapat dua pengujian, yaitu pengujian viskositas dan pengujian semburan. Pengujian semburan menggunakan alat uji semburan terdapat beberapa batasan meliputi ukuran diameter lubang nosel *burner* sederhana yang digunakan yaitu 0,5 mm dan tebal pipa

penyalur tembaga sebesar 0,6 mm. Penelitian ini tersedia pipa penyalur berbentuk *coil* dengan diameter 93 mm yang berfungsi sebagai area pemanasan awal (*preheating*) seperti gambar 2. Alat pemanas awal menggunakan *heater* dengan kemampuan temperature sampai 450°C. *Setup* alat uji semburan dapat dilihat pada gambar 3.

Minyak kelapa di masukan ke dalam tabung dan untuk menyalurkan minyak dari tabung melalui pipa penyalur sampai nosel diberikan tekanan injeksi 3 sampai 5 bar menggunakan kompresor. Pengujian pada tekanan yang berbeda diberikan temperatur *preheating* dimulai dari 350°C, 360°C, 370°C, 380°C dan 390°C untuk mengetahui variasi viskositasnya. Temperatur *preheating* diukur dengan alat ukur termometer dan termokopel yang terpasang alat uji semburan tersebut. Apabila minyak telah mencapai variasi temperatur *preheating* diukur viskositas minyak dengan viscometer. Perubahan dari setiap tekanan injeksi dan viskositas yang terukur menghasilkan suatu data berupa semburan minyak kelapa yang keluar dari ujung nosel. Semburan tersebut sebagai data mentah berupa video yang direkam oleh kamera Casio Exillim EX-ZR 1500 dan Canon DSLR EOS 60D. Data video dilakukan *imageprocessing* dengan beberapa software, yaitu *videopad* untuk mengetahui waktu semburan, *freestudio* untuk merubah format video semburan menjadi format gambar, dan *Image J* untuk mengukur ukuran butir semburan pada format gambar yang telah tersedia.



Gambar 2. Konstruksi coil pipe



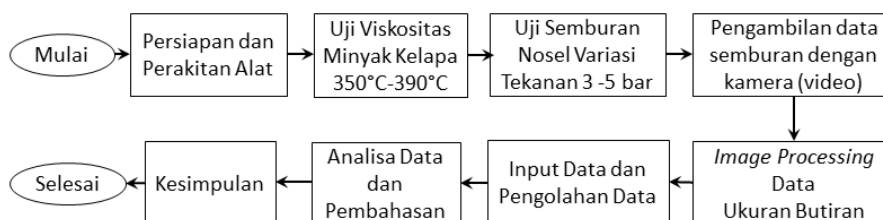
Gambar 3. Set up peralatan penelitian

2.3 Analisa Data

Untuk mengetahui nilai ukuran diameter rata-rata dari semburan yang terjadi ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Sauter Mean Diameter* (SMD) berikut [7] :

$$SMD = 10^{-3} \left[\frac{\sqrt{(\sigma \rho_L)}}{\rho_a v_a} \right] \left(1 + \frac{1}{AFR} \right)^{0,5} + 6 \times 10^{-5} \left[\frac{\mu_L}{\sigma \rho_a} \right]^{0,425} \left(1 + \frac{1}{AFR} \right)^{0,5}$$

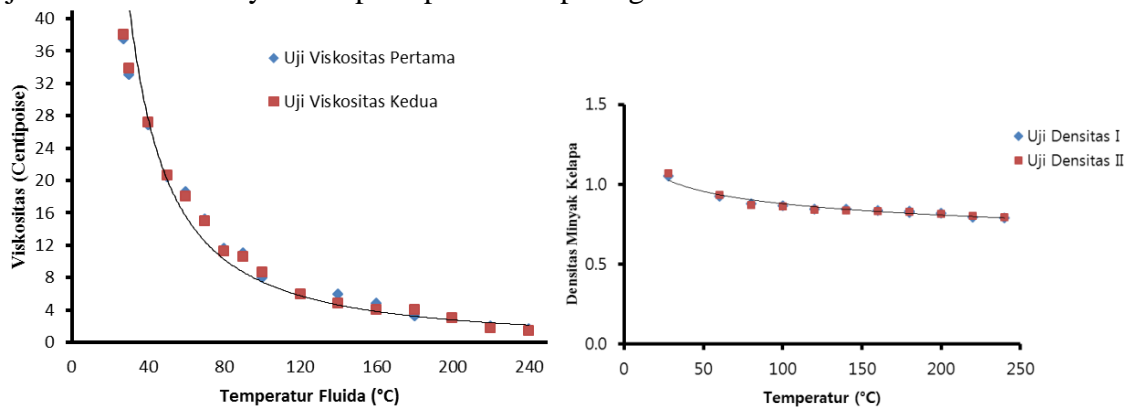
2.4 Diagram Alir



Gambar 4. Diagram alir penelitian yang akan dilakukan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan suatu data dari pengujian viskositas dan pengujian semburan. Pengujian viskositas mendapatkan suatu data yang berupa angka-angka viskositas saat *preheating*. *Preheating* juga dapat mempengaruhi tingkat densitas minyak kelapa. Hasil pengujian viskositas minyak kelapa dapat dilihat pada gambar 5 dan tabel 1.

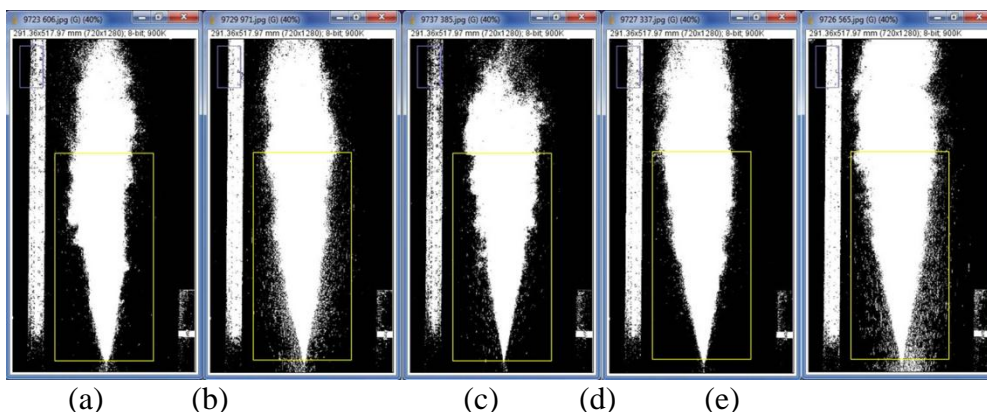


Gambar 5. Grafik pengujian viskositas dan densitas minyak kelapa

Tabel 1
Pengujian viskositas minyak kelapa

Temperatur Heater(°C)	Temperatur Fluida (°C)	Viskositas (Centipoise)	Densitas (gram /cm)
350°	160°	4.8	0.838
360°	180°	3.2	0.831
370°	200°	3	0.825
380°	220°	2	0.821
390°	240°	1.6	0.795

Pengujian semburan menghasilkan data mentah berupa format video, kemudian dilakukan *image processing* menjadi format gambar kumpulan ukuran butir minyak kelapa. *Image Processing* yang dilakukan salah satunya menggunakan software *Image J* untuk mengukur ukuran butiran yang dihasilkan dari semburan nosel, sehingga dapat mengetahui karakteristik ukuran butiran minyak kelapa. Hasil olah dengan *software Image* akan dapat mengetahui berapa banyak jumlah butiran yang terdapat pada setiap semburan, diameter butirannya, luas area semburan, dan persentase jumlah dari tiap butiran dengan diameter tertentu. Gambar 6 merupakan sampel data yang telah di olah menggunakan software *Image J*.



Gambar 6. Pengukuran distribusi butiran pada semburan saat tekanan injeksi 5 bar dengan viskositas dalam centipoise (a) 4.8 ; (b) 3, 2 ; (c) 3 ; (d) 2 ; (e) 1,6

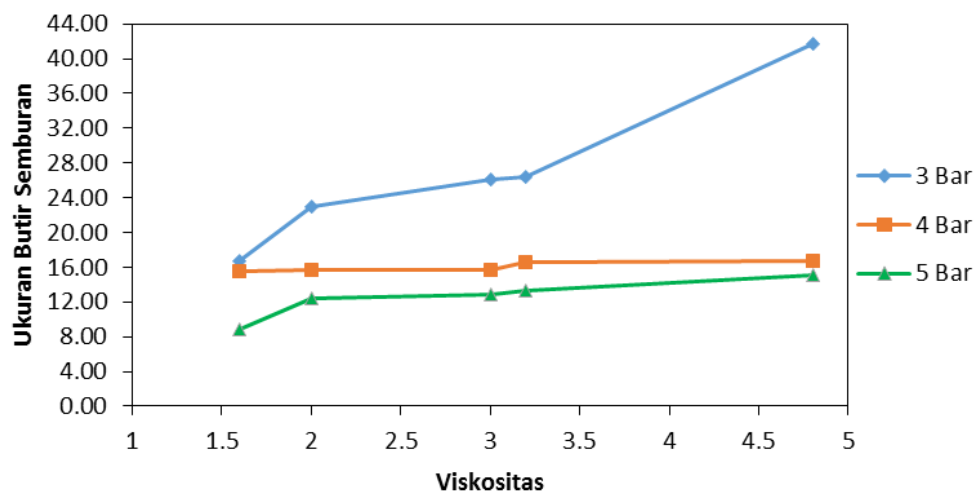
Tabel 2 berikut merupakan sampel hasil keseluruhan karakteristik distribusi butiran minyak kelapa pada semburan nosel yang tertera dibawah ini.

Tabel 2
 Data karakteristik ukuran butiran minyak kelapa

Tekanan Injeksi	Viskositas	Slice	Count Skew	Total Area	Average Size (µm)	% Area	Mean (µm)
3 Bar	4.8	9741	790	69	1153.795	41.73	255
	3.2	9731	458	90	1200.428	26.44	255
	3	9725	576	126	1976.36	26.07	255
	2	9730	702	136	2412.524	22.96	255
	1.6	9735	117	154	2911.402	16.72	255
Total			575	Average size	26.78		
4 Bar	4.8	9728	470	156	2993.61	16.67	255
	3.2	9736	394	208	3249.497	16.58	255
	3	9734	266	224	3756.051	15.69	255
	2	9732	471	226	3951.29	15.62	255
	1.6	9739	984	235	4071.88	15.47	255
Total			1049	Average size	16.00		
5 Bar	4.8	9723	606	237	4270.849	15.09	255
	3.2	9729	971	241	4410.089	13.34	255
	3	9737	385	266	5142.542	12.88	255
	2	9727	337	283	6125.933	12.42	255
	1.6	9726	565	468	6241.338	8.83	255
Total			1495	Average size	12.51		

Keterangan tabel :

- Slice* : gambar potongan *spray*
- count skew* : jumlah butiran yang terukur
- total area* : total area butiran yang diukur
- average size* : ukuran rata-rata diameter butiran
- % area* : luas area terukur dalam persen
- mean* : diameter rata-rata



Gambar 7. Grafik pengaruh variasi tekanan injeksi dan viskositas terhadap ukuran butir

Tabel 2 menjelaskan hasil pengolahan data menggunakan *software Image* yang diambil sampel dari *rectangle* gambar 6. Tabel 2 menjelaskan bahwa jumlah total butiran yang terukur pada tekanan injeksi 3 bar dengan keseluruhan variasi viskositas adalah 575 butir dengan

ukuran rata-rata butiran sebesar 26,78 μm . Sedangkan pada tekanan injeksi 4 bar menunjukkan dari *rectangle* jumlah total butiran yang terukur untuk keseluruhan variasi viskositas adalah 1049 butir dengan diameter rata-rata butiran 16 μm . Tekanan injeksi 5 bar dengan perlakuan yang sama, menghasilkan jumlah total butiran 1495 butir dengan diameter rata-rata butiran sebesar 12,51 μm . Hal ini menunjukkan bahwa jumlah butiran semburan akan semakin berkurang seiring dengan turunnya tekanan injeksi dan naiknya viskositas

Gambar 7 menggambarkan ada pengaruh variasi tekanan injeksi dan viskositas minyak kelapa terhadap ukuran butir semburan minyak kelapa. Pada gambar grafik tersebut dapat dikatakan bahwa tekanan injeksi berbanding terbalik terhadap ukuran butir semburan. Semakin besar nilai tekanan, maka ukuran butir semburan lebih kecil. Penurunan ukuran butir semburan terbesar terdapat pada tekanan injeksi 3 bar, sedangkan pada tekanan injeksi 4 dan 5 bar juga mengalami sedikit penurunan ukuran butir semburan.

Sementara nilai teoritis ukuran diameter rata-rata dari semburan yang terjadi ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Sauter Mean Diameter* (SMD) berikut :

$$\text{SMD} = 10^{-3} \left[\frac{\sqrt{(0.068 \times 1053)}}{1.2 \times 103.55} \right] \left(1 + \frac{1}{15} \right)^{0.5} + 6 \times 10^{-5} \left[\frac{(5,724 \times 10^{-6})^2}{0.068 \times 1.2} \right]^{0.425} \left(1 + \frac{1}{15} \right)^{0.5}$$

$$\text{SMD} = 9.67 \mu\text{m}$$

Nilai ini lebih kecil daripada nilai yang didapat dari hasil pengujian yang diameter rata-ratanya berkisar pada nilai 8.83 – 15.09 μm .

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan mengenai uji karakteristik distribusi butiran minyak kelapa pada semburan nosel burner sederhana dapat disimpulkan bahwa viskositas dan tekanan injeksi berpengaruh terhadap distribusi butiran minyak kelapa.

Karakteristik distribusi butiran semburan pada minyak kelapa yang berupa jumlah butiran dan ukuran diameter butiran. Pengujian tekanan injeksi 5 bar dengan keseluruhan variasi viskositas, jumlah butiran semburannya menghasilkan sebanyak 1495 butir. Pengujian tersebut menghasilkan butiran terbanyak dibandingkan tekanan injeksi 4 bar dan 3 bar, yaitu 1049 butir dan 575 butir. Tekanan 5 bar dengan viskositas 1,6 centipoise memiliki ukuran diameter butiran paling kecil yaitu 8,83 μm . Sedangkan dengan tekanan yang sama, pada viskositas 3 centipoise dan 4,8 centipoise berturut-turut menghasilkan ukuran diameter butiran yang besar, yaitu 12,88 μm dan 15,09 μm .

Penelitian ini distribusi butiran merupakan variabel terikat atau sebagai dampak. Peningkatan tekanan injeksi merupakan energi yang dapat mendeformasikan minyak kelapa menjadi ukuran butir semburan (*droplet*) lebih kecil dan semakin banyak jumlah *droplet*. *Droplet* yang berukuran kecil dan berjumlah banyak, memiliki kemampuan untuk melawan tekanan lingkungan (1 atm) lebih kecil yang menyebabkan momentum semburan semakin kecil sehingga meneruskan *droplet* nya ke arah menyamping atau sudut semburan membesar. Sebaliknya apabila viskositas minyak tinggi perlu energi lebih besar untuk mendeformasi, akibatnya ukuran *droplet* lebih besar dan jumlah lebih sedikit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada tim penelitian yaitu I Komang Juniarta, I Komang Kantun, I Gusti Ngurah Bagus Yoga Junaya, dan Thegar Arya Putra Adi, yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusmaningrum, N, *Bahan Bakar Nabati Sebagai Salah Satu Alternatif Untuk Mendukung Penggunaan Bahan Bakar "Ramah Lingkungan"*. www.pu.go.id, diakses Senin 11 Juli 2016.
- [2] Wirawan, I. K. G., Et all, 2015, *Pengaruh Temperatur Pemanasan Awal Tipe Straight Pada Minyak Kelapa Terhadap Sudut Semprot Nosel*, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV), Banjarmasin.
- [3] Pardede, M. H., 2012, *Uji Karakteristik Minyak Nyamplung dan Aplikasinya Pada Kompor Tekanan*, Bogor Agricultural University.
- [4] Somerkallio, M., 2011, *Spray Application Of Strength Chemicals*, Tempere University of Technology.
- [5] Graco, 1995, *Atomization*, Graco Inc. Minneapolis, USA.
- [6] Angaitkar, J. N., 2013, *Temperature dependent Dynamic (Absolute) scosity of Oil*, International Journal of Engineering and Innovative Technology.
- [7] Viriato, S., Et all, 1996. *Spray Characterization: numerical prediction of Sauter mean diameter and droplet size distribution*. Departamento de Engenharia Mecanica, Instituto Superior Tecnico, Universidade Tecnico de Lisboa, Portugal.