

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian analisa bahan bakar polimer emulsi (*emulsified polymer fuel* disingkat dengan EPF) terdiri atas dua tahapan yaitu tahapan pengujian kestabilan EPF yang meliputi analisa optik dan sentrifugasi dan tahapan karakterisasi EPF yang meliputi *heating value*, densitas, dan viskositas akan diuraikan dalam bab ini. Data hasil penelitian lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran.

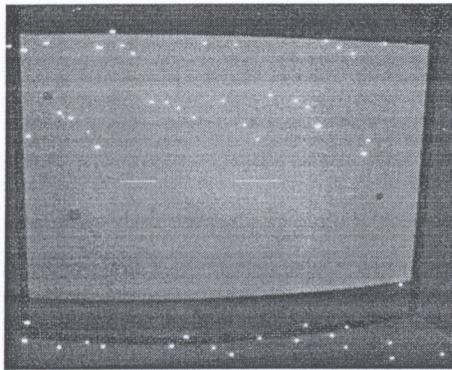
#### 5.1 Tahapan Pengujian Kestabilan *Emulsified Polymer Fuel*

##### 5.1.1 Analisa Optik

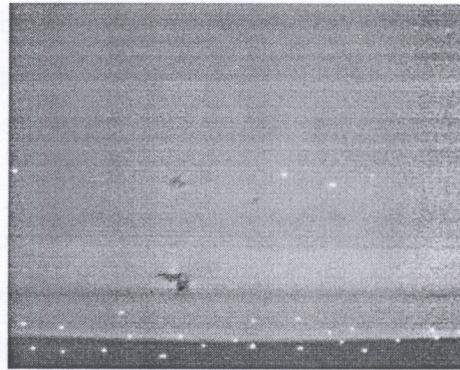
Visualisasi persebaran globulan-globulan pada sampel dapat digunakan sebagai acuan dari kestabilan EPF. Semakin merata persebaran globulan-globulan yang terdapat pada sampel maka EPF yang dihasilkan akan semakin stabil, sebaliknya persebaran globulan-globulan yang tidak merata akan menyebabkan tidak stabilnya EPF yang dihasilkan. Hasil analisa bahan bakar emulsi dengan komposisi PP/HSD 5% menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 5 kali dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa sampel 1 [66,67% (5%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)] dan sampel 4 [76,19% (5%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)] memiliki ukuran partikel yang lebih kecil daripada sampel yang lain. Fakta ini mengindikasikan bahwa penggunaan sedikit surfaktan *sorbitan mono-stearat* HLB:4,6 (surfaktan C) dapat mengurangi ukuran globulan/partikel yang terbentuk. Semakin kecil ukuran partikel yang terbentuk maka semakin mudah EPF tersebut diinjeksikan ke dalam *combustion chamber* [Soloiu dkk, 2004]. Persebaran partikel/globulan pada sampel 5 [76,19% (5%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)] lebih merata dibandingkan dengan sampel lainnya. Fakta ini menunjukkan bahwa

sampel 5 dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel dibandingkan sampel EPF yang lain.



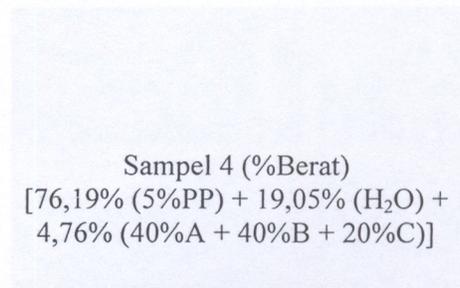
Sampel 1 (%Berat)  
[66,67% (5%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O) +  
4,76% (40%A + 40%B + 20%C)]



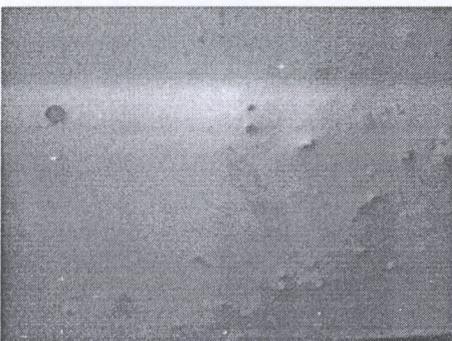
Sampel 2 (%Berat)  
[66,67% (5%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O) +  
4,76% (40%A + 20%B + 40%C)]



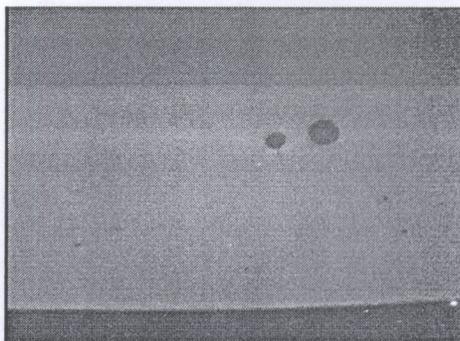
Sampel 3 (%Berat)  
[66,67% (5%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O) +  
4,76% (20%A + 40%B + 40%C)]



Sampel 4 (%Berat)  
[76,19% (5%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) +  
4,76% (40%A + 40%B + 20%C)]



Sampel 5 (%Berat)  
[76,19% (5%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) +  
4,76% (40%A + 20%B + 40%C)]

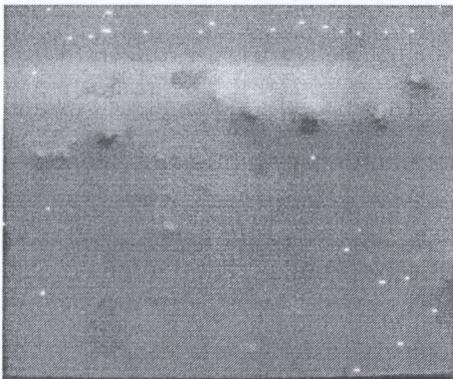


Sampel 6 (%Berat)  
[76,19% (5%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) +  
4,76% (20%A + 40%B + 40%C)]

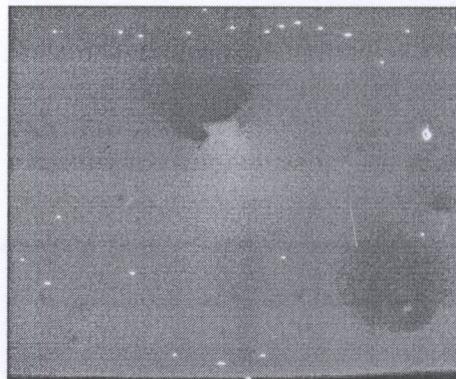
**Gambar 5.1 Hasil Visualisasi Sampel Menggunakan Mikroskop Optik**

Hasil analisa bahan bakar emulsi dengan komposisi PP/HSD 10% menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 5 kali dapat dilihat pada Gambar 5.2. Dari Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa sampel 7 [66,67% (10%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)] dan sampel 10 [76,19% (10%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)] memiliki ukuran partikel yang lebih kecil daripada sampel yang lain. Fakta ini mengindikasikan bahwa penggunaan sedikit surfaktan *sorbitan mono-stearat* HLB:4,6 (surfaktan C) dapat mengurangi ukuran globulan/partikel yang terbentuk. Semakin kecil ukuran partikel yang terbentuk maka semakin mudah EPF tersebut diinjeksikan ke dalam *combution chamber* [Soloiu dkk, 2004].

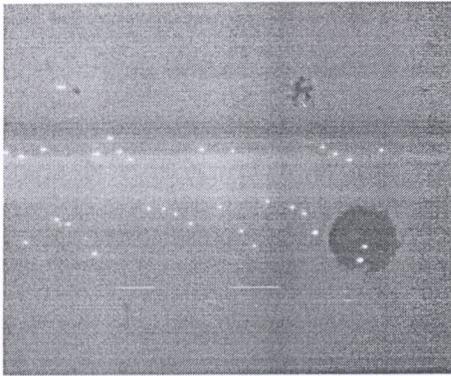
Persebaran partikel/globulan pada sampel 10 [76,19% (10%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)] lebih merata dibandingkan dengan sampel lainnya. Fakta ini menunjukkan bahwa sampel 4 dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel dibandingkan sampel EPF yang lain.



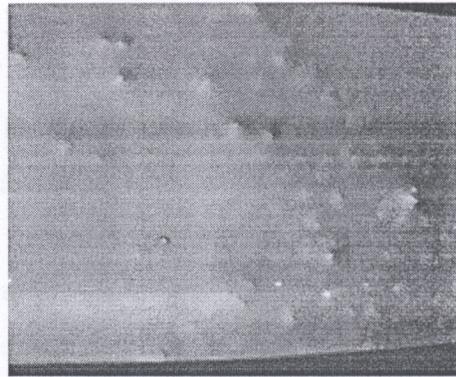
Sampel 7 (%Berat)  
[66,67% (10%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O)  
+ 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)]



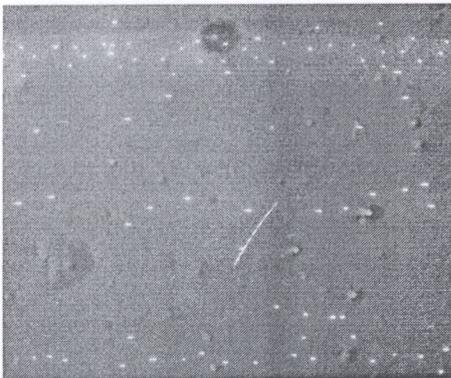
Sampel 8 (%Berat)  
[66,67% (10%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O)  
+ 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)]



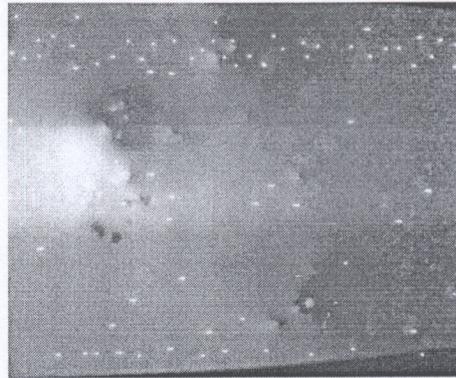
Sampel 9 (%Berat)  
[66,67% (10%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O)  
+ 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)]



Sampel 10 (%Berat)  
[76,19% (10%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O)  
+ 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)]



Sampel 11 (%Berat)  
[76,19% (10%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O)  
+ 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)]



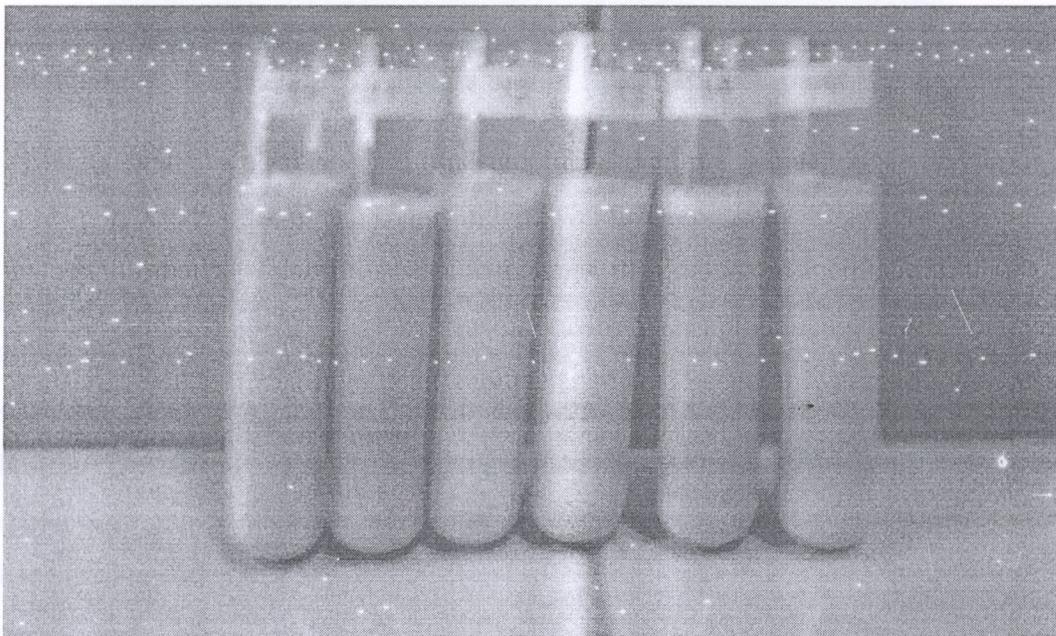
Sampel 12 (%Berat)  
[76,19% (10%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O)  
+ 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)]

**Gambar 5.2 Hasil Visualisasi Sampel Menggunakan Mikroskop Optik**

Semakin merata persebaran partikel dalam sampel maka EPF yang terbentuk akan semakin stabil. Sebaliknya, persebaran partikel yang tidak merata akan menyebabkan EPF yang terbentuk menjadi tidak stabil. Partikel-partikel yang kecil akan membentuk partikel yang lebih besar yang disebut dengan globulan akibat adanya ikatan tarik menarik antara larutan PP-minyak solar, surfaktan dan air. Semakin banyak larutan PP-minyak solar dan air yang terikat oleh surfaktan maka globulan yang terbentuk akan semakin besar. Besarnya daya tarik menarik (afinitas) yang dimiliki surfaktan tergantung pada besarnya nilai HLB yang dimiliki oleh surfaktan tersebut [O'Brien, 1998].

#### 4.1.2 Sentrifugasi

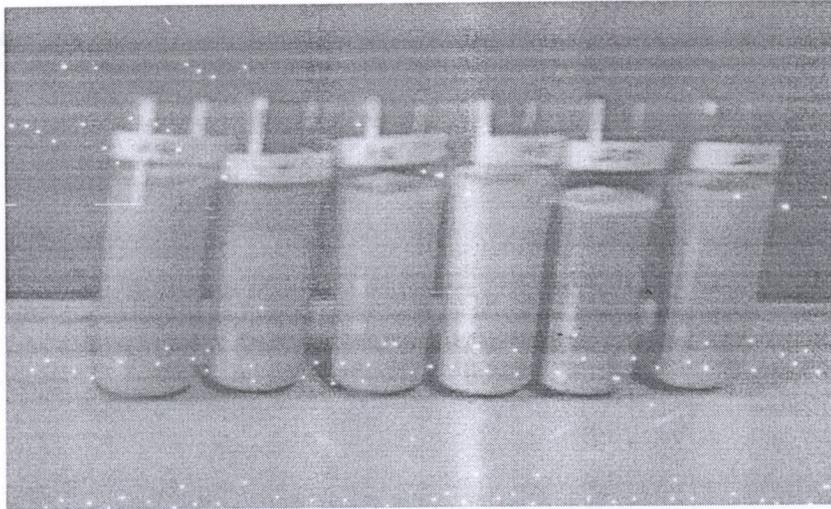
Kestabilan *emulsified polymer fuel* (EPF) dapat ditentukan dengan menggunakan *sentrifuge*. EPF dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan diputar dengan kecepatan tinggi (500 rpm) hingga waktu 1 jam. Bila EPF yang dihasilkan telah stabil maka setelah proses sentrifugasi, EPF tidak akan membentuk lapisan. Artinya, antara partikel air dan minyak mampu terikat dengan baik dan tidak terpisah kembali meskipun telah diputar dengan kecepatan yang tinggi. Hasil sentrifugasi bahan bakar emulsi pada komposisi PP/HSD 5 dan 10% dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4.



**Gambar. 5.3 Hasil Sentrifugasi Bahan Bakar Emulsi pada Komposisi PP/HSD 5%**

Nilai kalori minyak bumi dan polipropilen berturut-turut adalah 40 MJ/kg dan 45 MJ/kg (Hartono (2004) dalam Bahrudin dkk (2005)). Nilai kalori bahan bakar emulsi (EPF) dengan komposisi PP/HSD 5 dan 10% yang dianalisa dengan menggunakan Parr 6200 Calorimeter dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2 berikut.

Tabel 5.1 Nilai Kalori Emulsified Polymer Fuel pada Komposisi PP/HSD 5%



**Gambar. 5.4 Hasil Sentrifugasi Bahan Bakar Emulsi pada Komposisi PP/HSD 10%**

Dari Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa EPF yang terbentuk memiliki dua lapisan yang terpisah satu sama lain. Lapisan atas berwarna kuning kecoklatan yang merupakan campuran antara larutan PP-minyak solar, air, dan surfaktan sedangkan lapisan bawah berwarna putih yang merupakan endapan butiran plastik PP. Fakta ini mengindikasikan bahwa EPF yang terbentuk merupakan campuran yang tidak stabil sehingga tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel.

## 5.2 Tahapan Karakterisasi *Emulsified Polymer Fuel*

### 5.2.1 *Heating Value*

Nilai kalori minyak bumi dan polipropilen berturut-turut adalah 40 MJ/kg dan 45 MJ/kg [Hannequart (2004) dalam Bahrudin dkk (2005)]. Nilai kalori bahan bakar emulsi (EPF) dengan komposisi PP/HSD 5 dan 10% yang dianalisa dengan menggunakan Parr 6200 Calorimeter dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2 berikut.

Tabel 5.1 Nilai Kalori *Emulsified Polymer Fuel* pada Komposisi PP/HSD 5%

Sampel	Komposisi (%Berat)	Nilai Kalori (MJ/kg)
1	66,67% (5%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	32,00
2	66,67% (5%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	37,29
3	66,67% (5%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	37,66
4	76,19% (5%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	37,85
5	76,19% (5%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	38,40
6	76,19% (5%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	41,26

Dari Tabel 5.1 dan 5.2 dapat dilihat bahwa sampel 6 [76,19% (10%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)] memiliki nilai kalori terbesar (41,57 MJ/kg) di antara sampel yang lain, bahkan melebihi nilai kalori minyak bumi. Nilai kalori dari sampel 1 sampai 6 relatif mengalami kenaikan. Dari fakta ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah larutan PP-minyak solar atau semakin sedikit air yang digunakan maka nilai kalori bahan bakar EPF yang dihasilkan akan semakin besar.

**Tabel 5.2 Nilai Kalori *Emulsified Polymer Fuel* pada Komposisi PP/HSD 10%**

Sampel	Komposisi (%Berat)	Nilai Kalori (MJ/kg)
1	66,67% (10%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	36,37
2	66,67% (10%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	33,55
3	66,67% (10%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	34,90
4	76,19% (10%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	38,04
5	76,19% (10%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	39,86
6	76,19% (10%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	41,57

#### 4.2.2 Densitas

Nilai densitas minyak diesel berkisar antara 840 sampai 920 kg/m<sup>3</sup> [Pertamina, 2006]. Nilai densitas 6 buah sampel EPF yang diteliti dengan menggunakan pignometer dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 berikut.

Dari Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa nilai densitas 6 buah sampel tersebut masuk ke dalam kisaran nilai densitas minyak diesel asal minyak bumi. Hasil ini menunjukkan bahwa berdasarkan densitasnya, *emulsified polymer fuel* yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel. Nilai densitas dari sampel 1 sampai 6 mengalami penurunan. Dari fakta ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah larutan PP-minyak solar atau semakin sedikit air yang digunakan maka densitas bahan bakar EPF yang terbentuk akan semakin kecil.

Tabel 5.3 Nilai Densitas *Emulsified Polymer Fuel* pada Komposisi PP/HSD 5%

Sampel	Komposisi (%Berat)	Nilai Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
1	66,67% (5%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	898
2	66,67% (5%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	895
3	66,67% (5%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	893
4	76,19% (5%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	884
5	76,19% (5%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (5%A + 20%B + 40%C)	880
6	76,19% (5%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	879

Tabel 5.4 Nilai Densitas *Emulsified Polymer Fuel* pada Komposisi PP/HSD 10%

Sampel	Komposisi (%Berat)	Nilai Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
1	66,67% (10%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	912
2	66,67% (10%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	907
3	66,67% (10%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	900
4	76,19% (10%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	895
5	76,19% (10%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	883
6	76,19% (10%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	878

### 5.2.3 Viskositas

Nilai viskositas minyak diesel berkisar antara 1,9 sampai 4,1 cSt [Pertamina, 2006]. Nilai viskositas bahan bakar yang dapat diinjeksikan ke dalam *combution chamber* berkisar antara 1 sampai 30 cSt [Soloiu dkk, 2000]. Nilai viskositas 6 buah sampel EPF yang diteliti dengan menggunakan viscotester dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

Tabel 5.5 Nilai Viskositas *Emulsified Polymer Fuel* pada Komposisi PP/HSD 5%

Sampel	Komposisi (%Berat)	Nilai Viskositas (cSt)
1	66,67% (5%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	55.7
2	66,67% (5%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	78.2
3	66,67% (5%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	67.2
4	76,19% (5%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	45.2
5	76,19% (5%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	56.9
6	76,19% (5%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	56.8

Tabel 5.6 Nilai Viskositas *Emulsified Polymer Fuel* pada Komposisi PP/HSD 10%

Sampel	Komposisi (%Berat)	Nilai Viskositas (cSt)
1	66,67% (10%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	77
2	66,67% (10%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	110
3	66,67% (10%PP) + 28,57% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	89
4	76,19% (10%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)	67
5	76,19% (10%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)	91
6	76,19% (10%PP) + 19,05% (H <sub>2</sub> O) + 4,76% (20%A + 40%B + 40%C)	80

Dari Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa nilai viskositas 6 buah sampel tersebut tidak masuk ke dalam kisaran nilai viskositas minyak diesel asal minyak bumi. Hasil ini menunjukkan bahwa berdasarkan viskositasnya, *emulsified polymer fuel* yang dihasilkan tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel. Nilai viskositas dari sampel 1 sampai 3 lebih tinggi daripada sampel 4 sampai 6. Dari fakta ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah larutan PP-minyak solar atau semakin sedikit air yang digunakan maka viskositas bahan bakar EPF yang terbentuk akan semakin kecil.

Nilai viskositas sampel 2 [66,67% (5%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)] lebih tinggi daripada sampel 1 dan 3 yaitu 78,6 cSt sedangkan nilai viskositas sampel 5 [76,19% (5%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)] lebih tinggi daripada sampel 4 dan 6 yaitu 91 cSt. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan sedikit surfaktan *sorbitan mono-oleat* HLB:4,3 (surfaktan B) dapat meningkatkan tingginya nilai viskositas. Nilai

viskositas terendah diperoleh sampel 1 [66,67% (5%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)] yaitu 56.9 cSt dan sampel 4 [76,19% (5%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)] yaitu 67 cSt. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan sedikit surfaktan *sorbitan mono-stearat* HLB:4,6 (surfaktan C) dapat menurunkan nilai viskositas.

Dari Tabel 5.6 dapat dilihat bahwa nilai viskositas 6 buah sampel tersebut tidak masuk ke dalam kisaran nilai viskositas minyak diesel asal minyak bumi. Hasil ini menunjukkan bahwa berdasarkan viskositasnya, *emulsified polymer fuel* yang dihasilkan tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel. Nilai viskositas dari sampel 1 sampai 3 lebih tinggi daripada sampel 4 sampai 6. Dari fakta ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah larutan PP-minyak solar atau semakin sedikit air yang digunakan maka viskositas bahan bakar EPF yang terbentuk akan semakin kecil.

Nilai viskositas sampel 2 [66,67% (10%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)] lebih tinggi daripada sampel 1 dan 3 yaitu 110 cSt sedangkan nilai viskositas sampel 5 [76,19% (10%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 20%B + 40%C)] lebih tinggi daripada sampel 4 dan 6 yaitu 91 cSt. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan sedikit surfaktan *sorbitan mono-oleat* HLB:4,3 (surfaktan B) dapat meningkatkan tingginya nilai viskositas. Nilai viskositas terendah diperoleh sampel 1 [66,67% (10%PP) + 28,57% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)] yaitu 77 cSt dan sampel 4 [76,19% (10%PP) + 19,05% (H<sub>2</sub>O) + 4,76% (40%A + 40%B + 20%C)] yaitu 67 cSt. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan sedikit surfaktan *sorbitan mono-stearat* HLB:4,6 (surfaktan C) dapat menurunkan nilai viskositas.