

## BAB VI

### HASIL DAN PEMBAHASAN

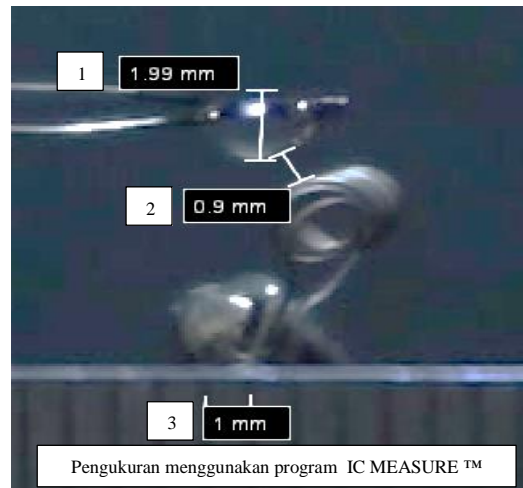
#### 4.1 Pengolahan Data

Data yang diperoleh merupakan karakteristik pembakaran dari biodiesel murni berbahan dasar minyak goreng bekas, Pertamina DEX yang sudah ditambahkan 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, serta 90% biodiesel dari bahan bakar minyak goreng bekas sehingga membentuk sebuah campuran, serta Pertamina DEX murni. Dalam penelitian ini Pertamina DEX murni akan disebut B0, biodiesel murni akan disebut B100, serta B10 – B90 akan mengindikasikan nilai kandungan biodiesel murni di dalam campuran antara Pertamina DEX dan biodiesel berbahan dasar minyak goreng bekas.

Data awal yang didapat dalam penelitian ini adalah rekaman video serta log dari *data logger*. Rekaman video kemudian akan dipecah menjadi gambar dimana <sup>Tidak</sup> video akan menghasilkan 50 gambar, yang akan menampilkan perubahan nyala api setiap 0.02 detik. Dari gambar tersebut akan didapatkan data berupa, visualisasi nyala api, indikasi terjadinya *microexplosion*, ukuran *droplet* dan durasi nyala api yang kemudian akan diolah lagi untuk mendapatkan nilai *burning rate*. Data logger disetting untuk mengambil perubahan suhu setiap 1/50 detik, dari log yang disimpan akan didapatkan data berupa perubahan suhu yang terjadi selama  $\gamma_a$  ses pembakaran, dimana suhu maksimal dari pembakaran tersebut dapat diketahui serta nilai jeda pembakaran dari pembakaran tersebut dapat diperoleh.

##### 4.1.1 Droplet

*Droplet* yang di bentuk dari *syringe* akan menempel pada permukaan *thermocouple*. Dalam pengujian ini *droplet* yang dibentuk dari semua sample memiliki diameter yang hampir seragam yaitu 1.85 mm sampai 1.99 mm dimana rata-rata ukuran *droplet*-nya adalah 1.92 mm. Dengan menggunakan rumus untuk menghitung volume bola maka dapat diperkirakan volume dari rata-rata *droplet* yang dibentuk adalah sebesar 3.94  $\mu\text{l}$ .



Gambar 4.1 Contoh Diameter *Droplet* (1), Jarak Antara *Droplet* Dengan *Coil* (2), dan perbandingan 1 mm pada penggaris (3).

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Dalam penelitian ini terdapat perbedaan dari ukuran *droplet*, dimana *droplet* dari sample Pertamina DEX mengalami penyusutan ukuran dari awal ditetaskan sampai sesaat sebelum terbakar, hal ini disebabkan Pertamina Dex memiliki flash poin yang lebih rendah dari biodiesel hal ini juga berhubungan dengan temperatur penguapannya, dimana Pertamina DEX lebih mudah menguap dibandingkan biodiesel sehingga menyebabkan penguapan saat bahan bakar dipanaskan yang mengakibatkan menyusutnya ukuran *droplet* sesaat sebelum terbakar akibat sebagian dari bahan bakar telah menguap. Sedangkan *droplet* dari sample yang mengandung biodiesel cenderung membesar sesaat sebelum terbakar dibandingkan disaat penetasan awal, hal ini disebabkan biodiesel lebih susah menguap sehingga panas yang diterima *droplet* menyebabkan pemuaiian akibat gas yang tertahan didalam *droplet* dan tidak dapat keluar seperti pada *droplet* Pertamina DEX.

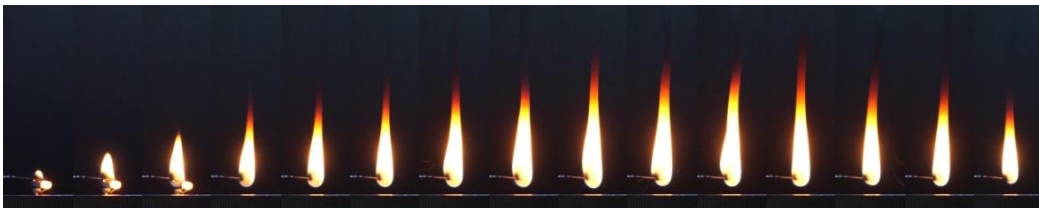
Tabel 4.1 Rata – rata diameter awal *droplet* dan diameter akhir *droplet* pada seluruh variasi pengujian bahan bakar

SAMPEL	<i>DROPLET</i> AWAL	<i>DROPLET</i> SEBELUM TERBAKAR
<b>B0</b>	2.03 mm	1.99 mm
<b>B10</b>	1.82 mm	1.90 mm
<b>B20</b>	1.94 mm	2.02 mm

<b>B30</b>	1.75 mm	1.93 mm
<b>B40</b>	1.99 mm	2.09 mm
<b>B50</b>	1.97 mm	2.01 mm
<b>B60</b>	1.85 mm	2.03 mm
<b>B70</b>	1.706 mm	1.962 mm
<b>B80</b>	1.832 mm	1.914 mm
<b>B90</b>	1.788 mm	1.87 mm
<b>B100</b>	1.792 mm	1.85 mm

#### 4.1.2 Visualisasi Api

(a)



(b)

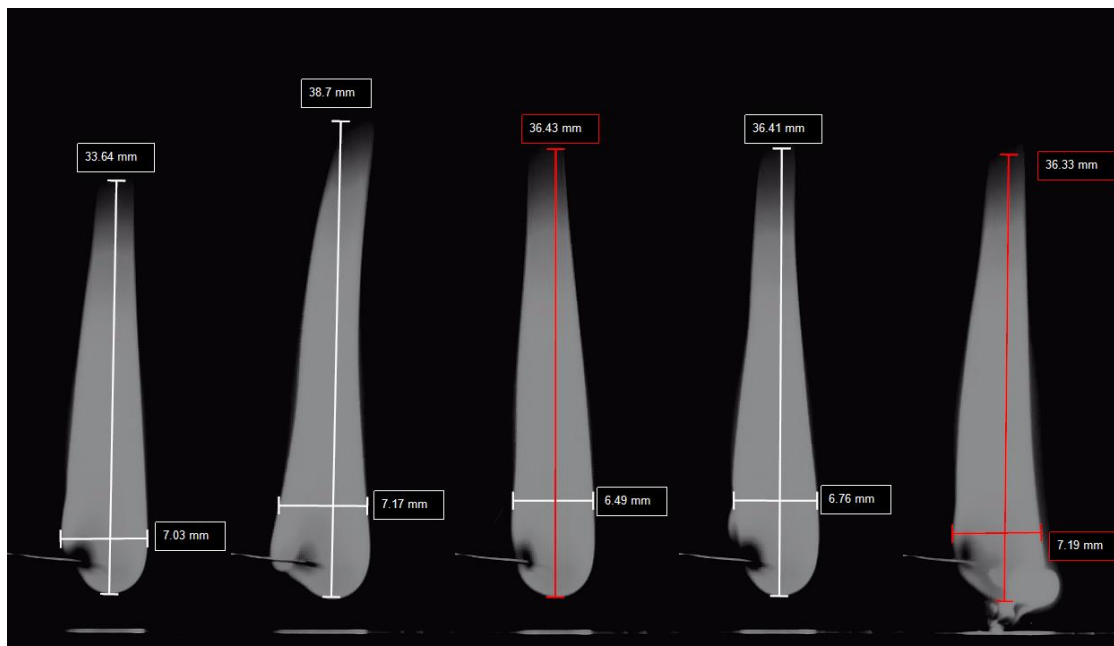


(c)



Gambar 4.2 Visualisasi Api (a) B100 (b) B50, dan (c) B100 Setiap 0.2 Detik

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.3 Contoh Perhitungan Dimensi Api Pada Seluruh Sampel Variasi B0

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Proses pengamatan terhadap *droplet* yang dibakar bertujuan untuk melihat karakteristik nyala api, dimana dimensi api dapat diketahui serta ada atau tidaknya *microexplosion* didalam proses pembakaran tersebut. Proses perhitungan dimensi api dimulai dengan menentukan gambar api terbesar pada setiap sampel, lalu gambar tersebut diubah menjadi hitam putih dengan tujuan memberi batasan yang jelas pada dimensi api, kemudian dilakukan perhitungan tinggi dan lebar maksimal dengan aplikasi IC MEASURE™ agar dimensi api dapat diketahui dengan pasti, setelah seluruh dimensi diketahui maka dilakukan perhitungan nilai rata-rata dari dimensi tersebut. Dari penelitian ini beberapa karakteristik pembakaran, yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.2 Rata – rata dari tinggi dan lebar api, serta *microexplosion*

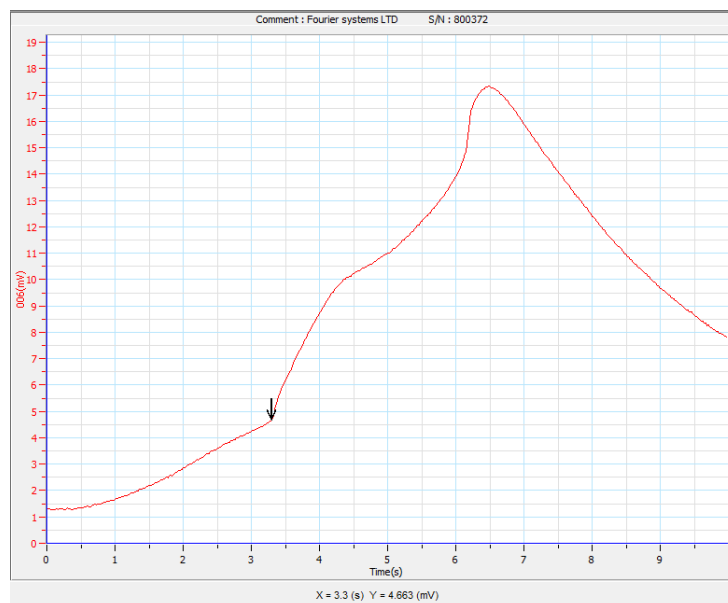
SAMPEL	TINGGI API	LEBAR API	MICROEXPLOSION
B0	36.302	6.91	TIDAK
B10	37.636	7.686	Ya
B20	37.658	7.274	Ya
B30	37.158	6.672	Ya

<b>B40</b>	37.13	6.848	Ya
<b>B50</b>	37.56	6.786	Ya
<b>B60</b>	38.324	7.004	Ya
<b>B70</b>	46.214	7.288	Ya
<b>B80</b>	46.688	7.514	Ya
<b>B90</b>	51.29	7.694	Ya
<b>B100</b>	54.426	8.322	Ya

#### 4.1.3 Jeda pembakaran

Jeda pembakaran adalah waktu yang diperlukan bahan bakar untuk menyala mulai dari saat bahan bakar tersebut menerima panas, dalam penelitian ini jeda pembakaran merupakan waktu yang diperlukan *droplet* untuk terbakar dari waktu pemanas dinyalakan. Dalam penelitian ini nilai rata-rata untuk jeda pembakaran diperoleh dengan cara melihat grafik yang dihasilkan oleh data logger, dimana data logger mulai mengambil data secara otomatis disuhu 40°C dan grafik akan menunjukkan perubahan signifikan disaat api mulai menyala.

Dalam pengambilan data berupa temperatur, data logger tidak secara langsung menghasilkan nilai berupa suhu tetapi menghasilkan nilai berupa *voltage*, data ini perlu dirubah dengan membagi nilai *voltage* dengan angka pembagi 0.041, angka ini didapat dari pendekatan nilai dari tabel khusus *thermocouple type K chart*.



Gambar 4.4 Contoh Grafik yang Dihasilkan Data Logger Untuk Variasi B0

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Dari gambar di atas dapat dilihat grafik yang dihasilkan oleh data logger, dimana ada 2 data berupa waktu ( sumbu X ) dan voltage ( sumbu Y). Nilai voltage ini yang kemudian akan di ubah menjadi nilai temperatur, sebagai contoh nilai voltage pada gambar grafik di atas adalah 4.663 mV nilai ini dibagi 0.041 maka menghasilkan nilai  $113.73^{\circ}\text{C}$ .

Dari metode di atas maka didapat nilai *jeda pembakaran* untuk tiap – tiap pengujian sampel bahan bakar sebesar,

Tabel 4.3 Rata – rata dari jeda pembakaran

SAMPEL	JEDA PEMBAKARAN
<b>B0</b>	3.78
<b>B10</b>	4.516
<b>B20</b>	3.232
<b>B30</b>	3.504
<b>B40</b>	3.36
<b>B50</b>	3.716
<b>B60</b>	4.224

<b>B70</b>	3.816
<b>B80</b>	3.632
<b>B90</b>	3.864
<b>B100</b>	4.668

#### 4.1.4 *Burning rate*

*Burning rate* adalah waktu yang diperlukan bahan bakar untuk terbakar sampai habis, hal ini dipengaruhi oleh luas permukaan *droplet* tersebut. Nilai *burning rate* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan  $D^2 = D_0^2 - K_c \cdot t$ , dimana D adalah diameter *droplet* pada waktu tertentu (mm)  $D_0$  adalah ukuran awal *droplet* (mm),  $K_c$  adalah *burning rate constant* (mm<sup>2</sup>/s) dan t adalah *burning lifetime* (s)

Dari persamaan di atas, bila kita ingin mendapat nilai *burning rate* maka rumus yang digunakan adalah,  $K_c = \frac{D_0^2 - D^2}{t}$  dimana  $D^2$  adalah ukuran akhir *droplet*, atau sama dengan 0.

Tabel 4.4 Rata – rata *burning rate*

<b>SAMPEL</b>	<b>BURNING RATE</b>
<b>B0</b>	1.309713
<b>B10</b>	1.200403
<b>B20</b>	1.173132
<b>B30</b>	1.172401
<b>B40</b>	1.1709
<b>B50</b>	1.163521
<b>B60</b>	1.163102
<b>B70</b>	1.125568
<b>B80</b>	1.094204

<b>B90</b>	1.071354
<b>B100</b>	1.06421

#### 4.1.5 Temperatur Maksimal Nyala Api

Untuk mengetahui temperatur nyala api maksimal diawali dengan merekam suhu pembakaran secara menyeluruh dengan menggunakan data logger, setelah suhu di dapat makan akan terlihat temperatur tertinggi setiap pengujian. hasil pengukuran temperatur pada pengujian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 Rata – rata temperatur nyala api

<b>SAMPEL</b>	<b>TEMP MAKSIMAL ( °C )</b>
<b>B0</b>	422.5512
<b>B10</b>	446.6634
<b>B20</b>	483.7171
<b>B30</b>	522.0732
<b>B40</b>	553.522
<b>B50</b>	563.8
<b>B60</b>	569.5415
<b>B70</b>	571.0732
<b>B80</b>	572.922
<b>B90</b>	573.4585
<b>B100</b>	573.9659

#### 4.1.6 Uji Karakteristik Bahan Bakar

Dari pengujian laboratorium motor bakar FT-UB didapatkan karakteristik bahan bakar berupa.



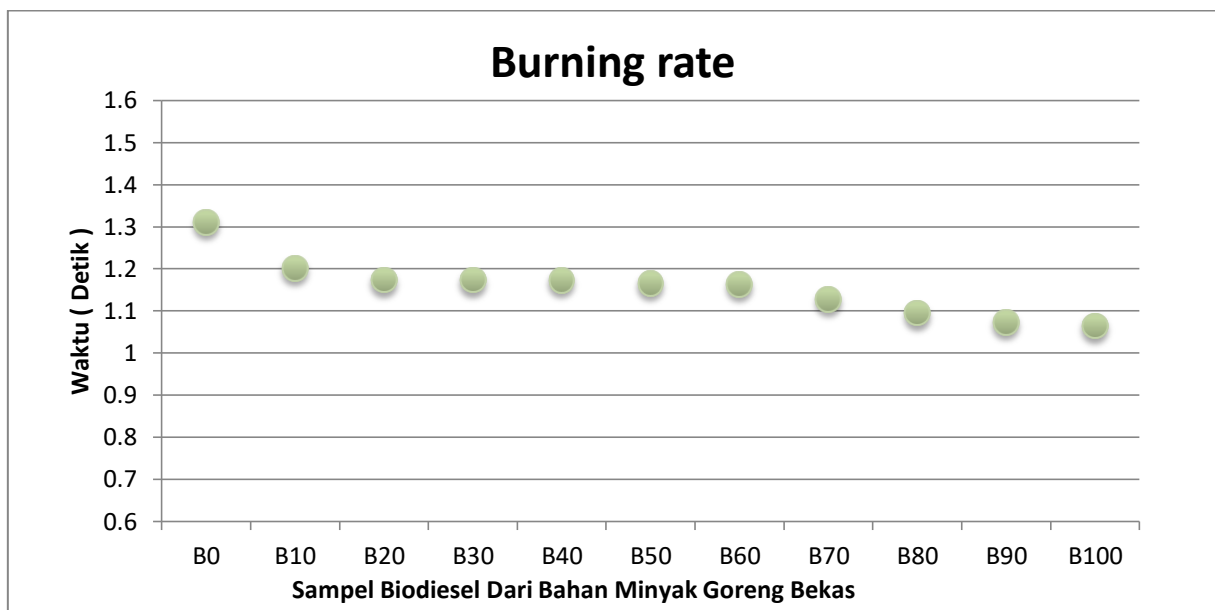
Tabel 4.6 Karakteristik Bahan Bakar

	Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas	Pertamina DEX
Densitas	0.868 gr/ml	0.824 gr/ml
Viskositas	3.8 mm <sup>2</sup> /s	1.6 mm <sup>2</sup> /s
Flash Poin	170 °C	40 °C
Nilai Kalor	9680,924 kal/gr	10567.567 kal/gr

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya, 2017

## 4.2 Analisa Serta Pembahasan

### 4.2.1 Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap *Burning rate*

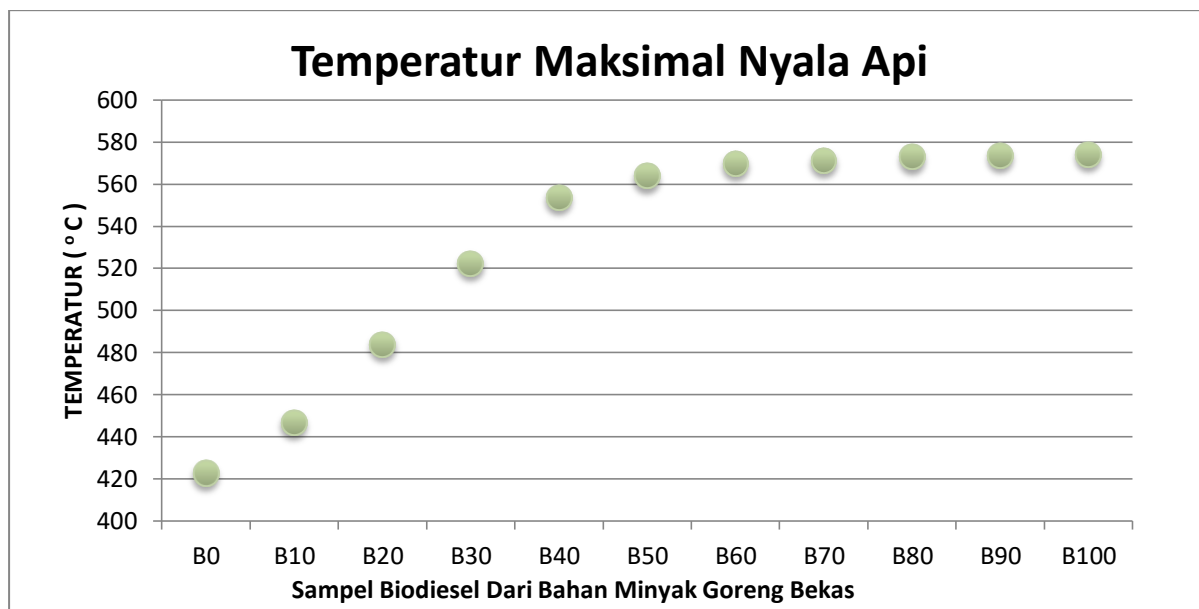


Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap *Burning rate*

Pada grafik di atas dapat dilihat semakin tinggi kandungan biodiesel dalam sebuah *droplet* maka semakin rendah juga nilai *burning rate* dari *droplet* tersebut, hal ini disebabkan karena nilai flash poin yang dimiliki biodiesel jauh lebih tinggi dibandingkan pada Pertamina DEX, dimana flash poin biodiesel pada pengujian ini adalah 175°C sedangkan flash poin yang dimiliki oleh Pertamina DEX adalah 40°C, hal ini merupakan

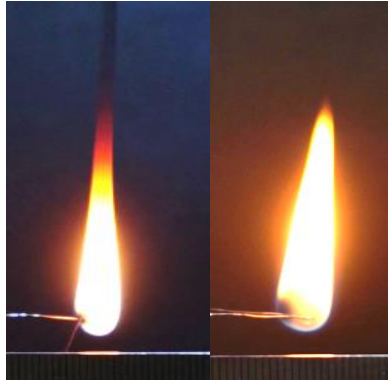
penyebab utama turunnya nilai *burning rate* seiring naiknya kandungan biodiesel dalam sebuah *droplet*. hasil pengujian ini sesuai dengan dasar teori yang ada.

#### 4.2.2 Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap Temperatur Maksimal Api



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap Temperatur Maksimal Api

Dari grafik diatas dapat dilihat semakin tinggi kandungan biodiesel dalam *droplet*, maka semakin tinggi juga temperatur maksimal pembakaran *droplet* tersebut. Secara teori salah satu karakteristik bahan bakar yang berpengaruh terhadap temperatur maksimal pembakaran adalah nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar tersebut. Dari hasil pengujian lab, biodiesel yang di buat dari bahan dasar minyak goreng bekas ini memiliki nilai kalor sebesar 9.680 kal/gr sedangkan Pertamina DEX yang digunakan memiliki nilai kalor sebesar 10.567 kal/gr, hal ini seakan tidak sejalan dengan dasar teori yang digunakan.

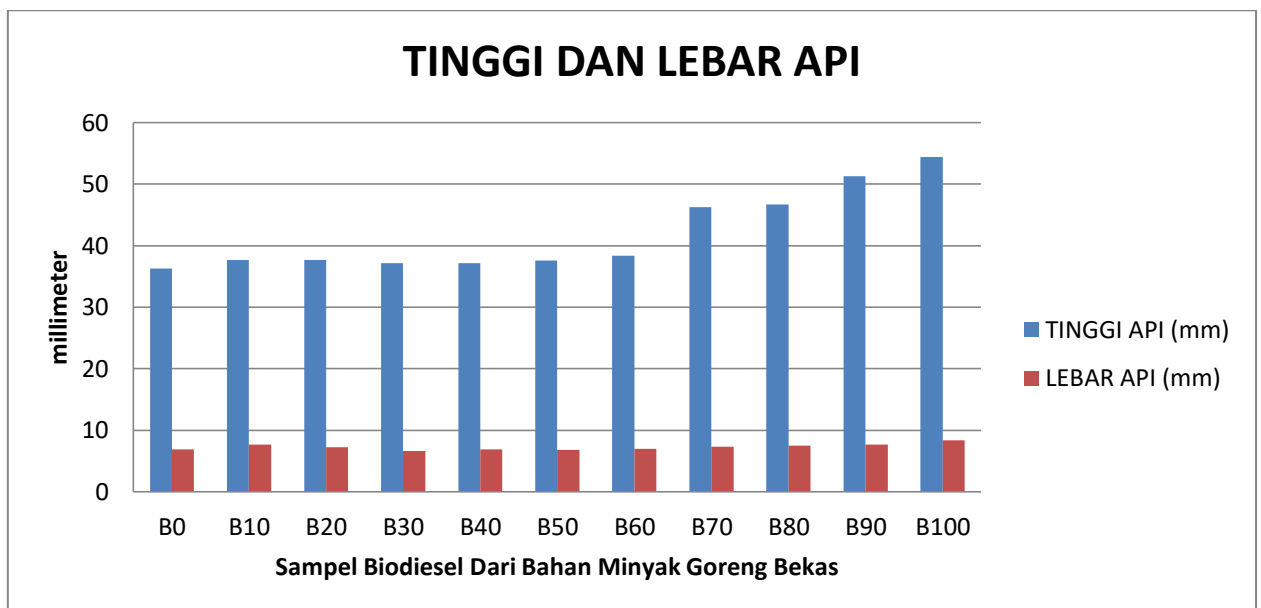


Gambar 4.7 Api Pertamina DEX Murni ( B0 ) dan Api Biodiesel Murni ( B100 )

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar di atas adalah contoh api dari Pertamina DEX murni (kiri) dan api dari biodiesel murni (kanan). Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa *droplet* dari pembakaran Pertamina DEX menghasilkan asap berwarna hitam, sedangkan dari pembakaran biodiesel murni tidak terlihat asap hitam. Dalam reaksi pembakaran solar, asap hitam mengindikasikan pembakaran yang tidak sempurna, dimana sebagian bahan bakar tidak terbakar sehingga menghasilkan asap hitam. Hal ini yang menjadi penyebab turunnya suhu pembakaran, sehingga grafik yang dihasilkan tidak sesuai dasar teori yang ada.

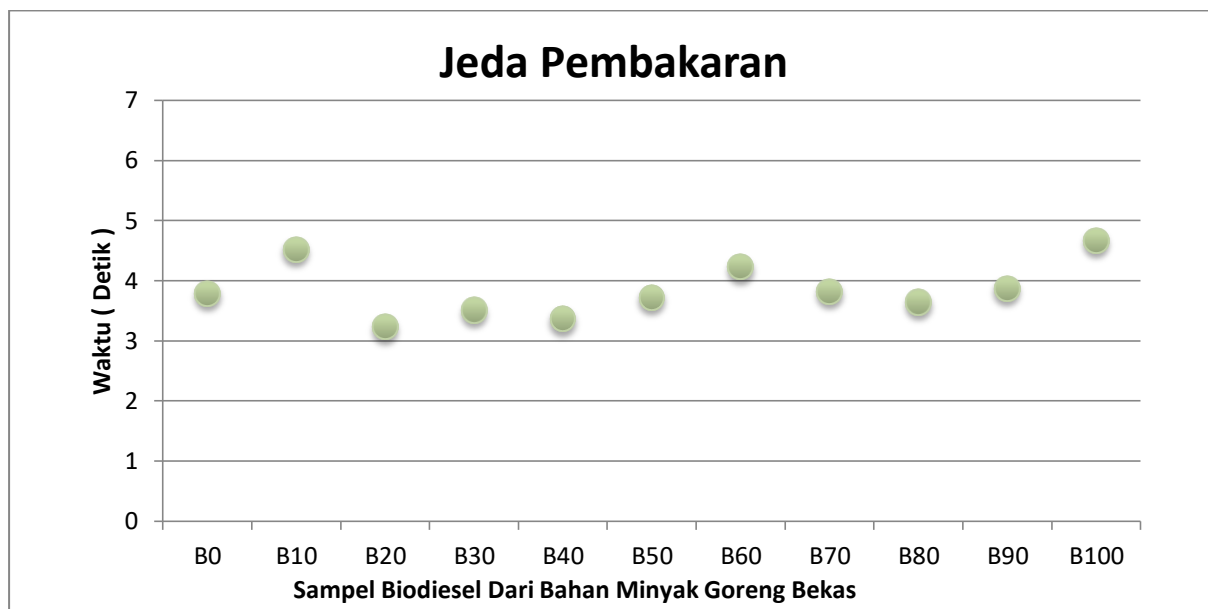
#### 4.2.3 Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap Dimensi Api



Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap Dimensi Api

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin tinggi kandungan biodiesel dalam *droplet* menyebabkan semakin tinggi juga tinggi api yang dihasilkan, sedangkan untuk lebar api tidak mengalami perubahan yang signifikan. Menurut dasar teori hal ini berhubungan dengan nilai *burning rate*, dimana proses pembakaran yang terjadi dengan cepat akan menghasilkan ukuran api yang lebih kecil dibandingkan dengan reaksi pembakaran yang berlangsung lambat. Hal ini disebabkan *droplet* perlu berubah fase menjadi uap sebelum akhirnya terbakar, dimana semakin lama perubahan fase terjadi semakin tinggi juga api yang dihasilkan.

#### 4.2.4 Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap Jeda pembakaran



Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap Jeda pembakaran

Dari grafik diatas dapat dilihat secara umum jeda pembakaran yang dihasilkan memiliki kecendrungan rata, hal ini mengindikasikan bahwa biodiesel yang dibuat dari hasil transesterifikasi minyak goreng bekas memiliki nilai jeda pembakaran yang hampir setara dengan Pertamina DEX hal ini menyimpulkan bahwa biodeisel yang dibuat memiliki kualitas yang tidak kalah dari Pertamina DEX

#### 4.2.5 Pengaruh Penambahan Biodiesel Terhadap *Microexplosion*

(a)



(b)



Gambar 4.10 *Microexplosion* Pada Pembakaran a. *droplet* B50 b. *droplet* B100

Sumber : Dokumetasi Pribadi

*Microexplosion* merupakan sebuah fenomena ledakan yang berasal dari dalam *droplet*, hal ini diakibatkan adanya perbedaan titik didih antara zat yang terkandung di dalam *droplet*. Dalam penelitian ini *microexplosion* terjadi disemua reaksi pembakaran *droplet* kecuali pada Pertamina DEX murni, hal ini mengindikasikan biodiesel yang menjadi pemicu terjadinya *microexplosion*.

*Microexplosion* dalam penelitian ini disebabkan karena masih tersisanya kandungan air di dalam biodiesel, dimana air memiliki suhu didih sebesar  $100^{\circ}\text{C}$ , lebih rendah dari flash poin biodiesel yaitu  $175^{\circ}\text{C}$ . Dalam pembuatannya, biodiesel memerlukan proses pencucian, ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mencuci biodiesel, namun metode yang paling mudah serta yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode pencucian dengan menggunakan air. Hal ini yang menyebabkan biodiesel yang di hasilkan masih memiliki kandungan air sehingga menyebabkan *microexplosion*.

*Microexplosion* dalam proses pembakaran dapat mempercepat laju pembakaran, hal ini disebabkan ledakan yang dihasilkan membuat *droplet* terpecah, hal ini secara langsung dapat meningkatkan luas penampang dari bahan bakar, sehingga penyerapan oksigen dapat berlangsung dengan lebih baik. Tetapi kandungan air dalam bahan bakar dapat menurunkan suhu dari pembakaran, hal ini dapat menyebabkan performa mesin diesel menurun.