

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, data yang diambil adalah karakteristik pembakaran biodiesel minyak jarak dengan campuran minyak cengkeh dengan persentase 1%, 2%, 3%, 4% dan biodiesel jarak murni (0%) juga minyak cengkeh (100%) sebagai pembanding. Data yang diambil dalam penelitian ini berbentuk video yang menampilkan proses nyala api dan temperatur yang dihasilkan selama proses pembakaran. Dari data tersebut, dilakukan pengolahan data dan didapatkan karakteristik pembakaran *droplet* berupa *ignition delay*, *burning rate*, temperatur pembakaran dan visualisasi nyala api. *Burning rate* diperoleh dari lama pembakaran (*burning lifetime*) dan diameter *droplet* sesaat sebelum terbakar dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D^2(t) = D_0^2 - K_c \cdot t$$

Keterangan:

D : diameter *droplet* pada waktu tertentu (mm)

D_0 : diameter *droplet* awal (mm)

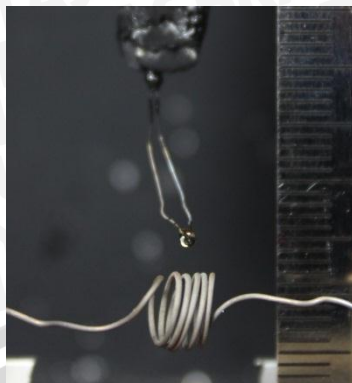
K_c : *burning rate constant* (mm²/s)

t : *burning lifetime* (s)

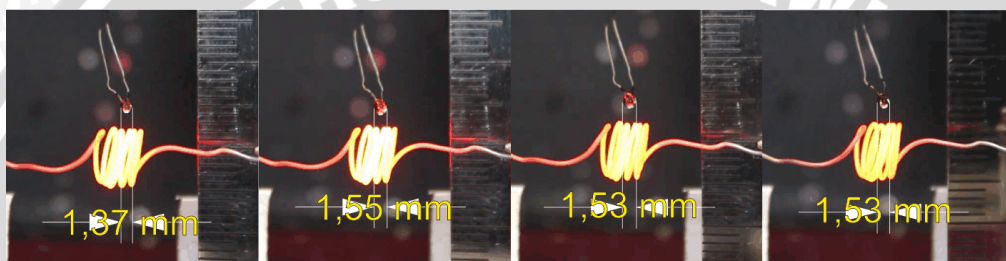
$$K_c = -\left(\frac{D^2 - D_0^2}{t}\right)$$

4.1.1 Dimensi Droplet

Pada pengambilan data dimensi *droplet* bahan bakar biodiesel minyak jarak dengan campuran minyak cengkeh, bahan bakar berbentuk *droplet* diletakan di atas kawat tembaga *thermocouple* menggunakan *microliter syringes*. Volume *droplet* yang terbentuk adalah 1,25µl berdasarkan skala pada microliter syringes. Dimensi *droplet* yang terbentuk berkisar antara 1,3 – 1,8 mm pada ujung *thermocouple*. Pada gambar 4.1 berikut memperlihatkan bentuk *droplet* yang telah terbentuk pada ujung *thermocouple*.



Gambar 4.1 Bentuk *droplet* pada *thermocouple*



Gambar 4.2 Ukuran *droplet* biodiesel minyak jarak dengan penambahan minyak cengkeh sebesar 1%, 2%, 3% dan 4%

4.1.2 Tabel Data

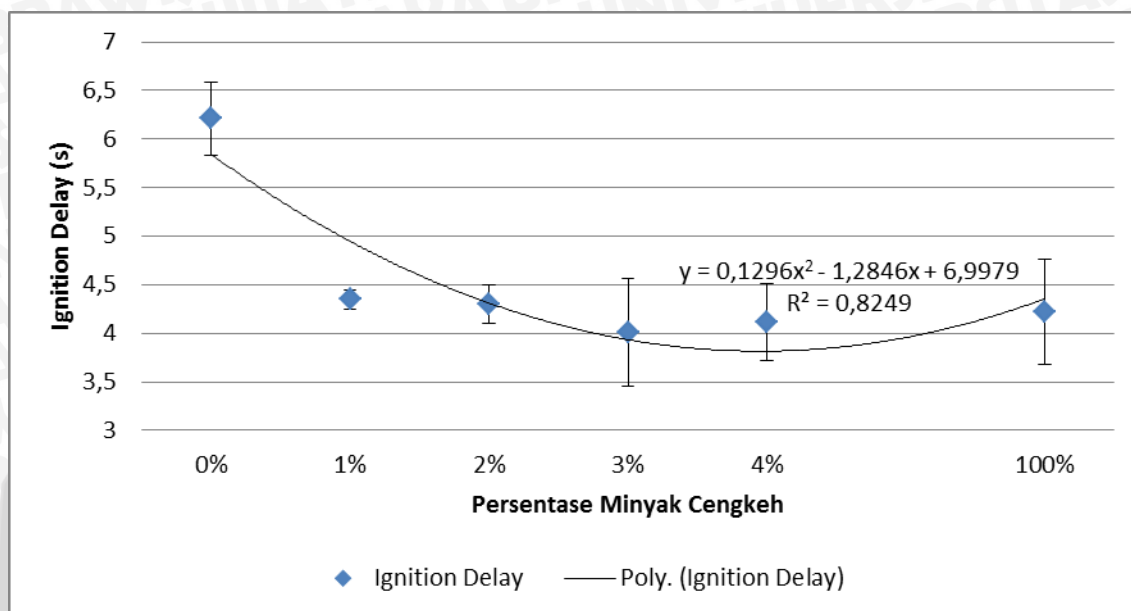
Pada sub bab ini disajikan tabel data hasil penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 4.1 Karakteristik pembakaran *droplet* biodiesel minyak jarak dengan persentase minyak cengkeh

Persentase Minyak Cengkeh	Karakteristik Pembakaran				
	<i>Ignition Delay</i> (s)	<i>Burning Rate</i> (mm ² /s)	Tinggi Api (mm)	Lebar Api (mm)	Temperatur Pembakaran (°C)
0%	6,21	1,307	40,48	5,95	544,27
1%	4,35	1,280	39,07	6,11	537,25
2%	4,3	1,276	38,84	6,15	536,25
3%	4,01	1,253	38,49	6,37	512,24
4%	4,1125	1,229	37,39	6,36	491,25
100%	4,223	1,200	26,341	6,17	435,49

4.2 Analisa dan Pembahasan

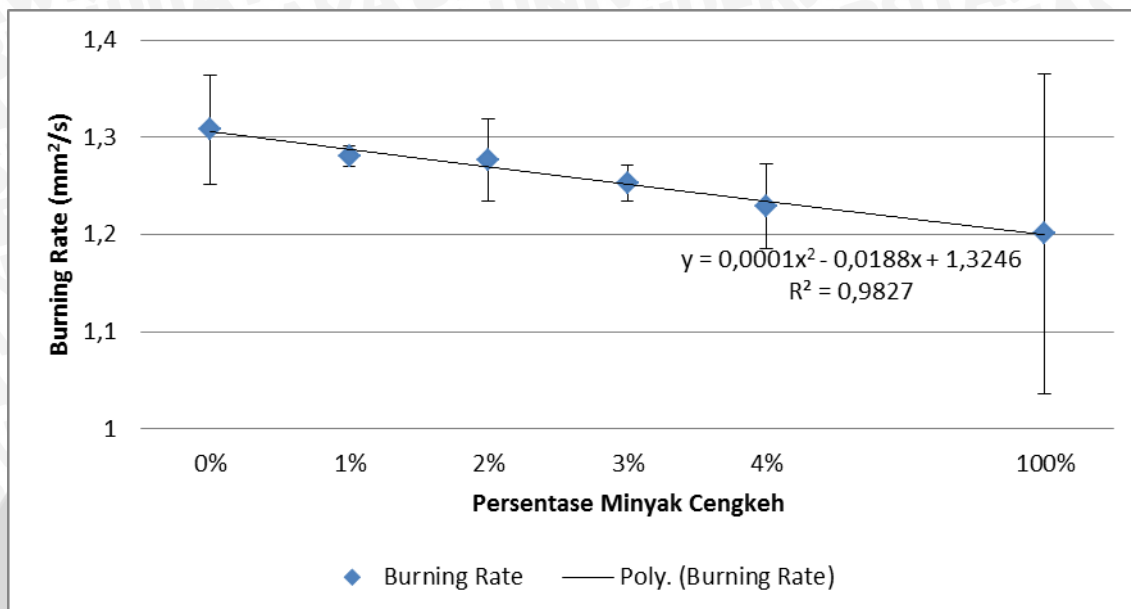
4.2.1 Pengaruh Campuran Minyak Cengkeh terhadap *Ignition delay* Biodiesel Minyak Jarak



Grafik 4.1 Hubungan *ignition delay* biodiesel minyak jarak dengan persentase minyak cengkeh

Ignition delay adalah sebuah istilah yang digunakan untuk mengetahui rentang waktu yang dibutuhkan bahan bakar untuk terbakar setelah diberi energi aktivasi, dalam hal ini panas yang dihasilkan heater adalah energi aktivasi bahan bakar. Adapun nilai *ignition delay* yang didapat sebagai berikut : 0% = 6,21 s; 1% = 4,35 s; 2% = 4,3 s; 3% = 4,01 s; 4% = 4,1125 s dan 100% = 4,223 s. Dari grafik 4.1 memperlihatkan bahwa *ignition delay* cenderung menurun seiring penambahan minyak cengkeh pada biodiesel minyak jarak. Hal ini disebabkan oleh ikatan asam lemak yang dimiliki oleh biodiesel minyak jarak sendiri. Pada saat minyak cengkeh ditambahkan kedalam biodiesel minyak jarak, ikatan asam lemak yang terdapat pada biodiesel minyak jarak menjadi terganggu. Ikatan asam lemak yang awalnya berbentuk lurus berubah menjadi melengkung. Ikatan tersebut berubah dikarenakan adanya molekul minyak cengkeh yang menyusup kedalam ikatan asam lemak biodiesel minyak jarak yang menyebabkan *ignition delay* campuran minyak jarak menurun.

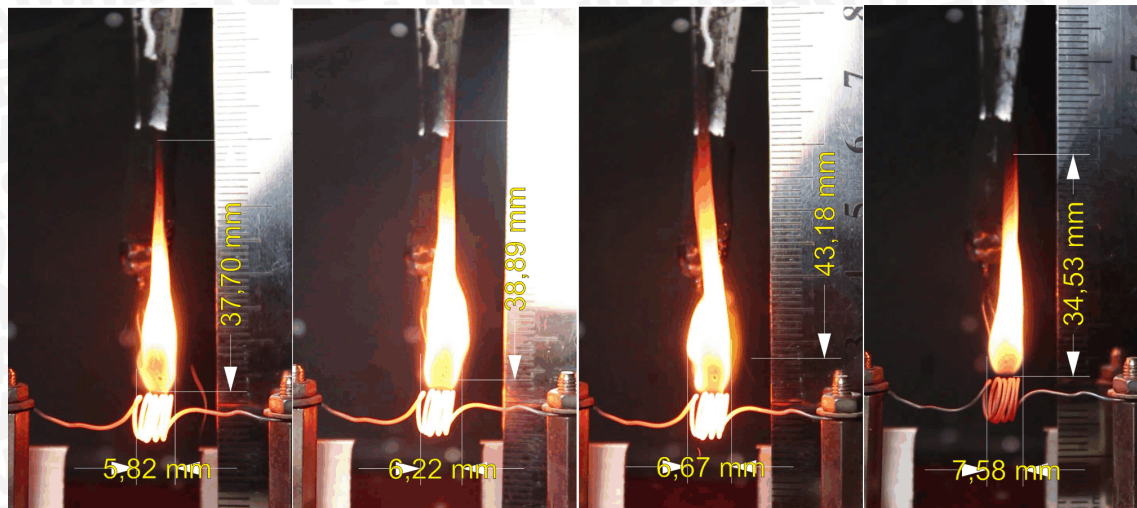
4.2.2 Pengaruh Campuran Minyak Cengkeh terhadap *Burning rate* Biodiesel Minyak Jarak



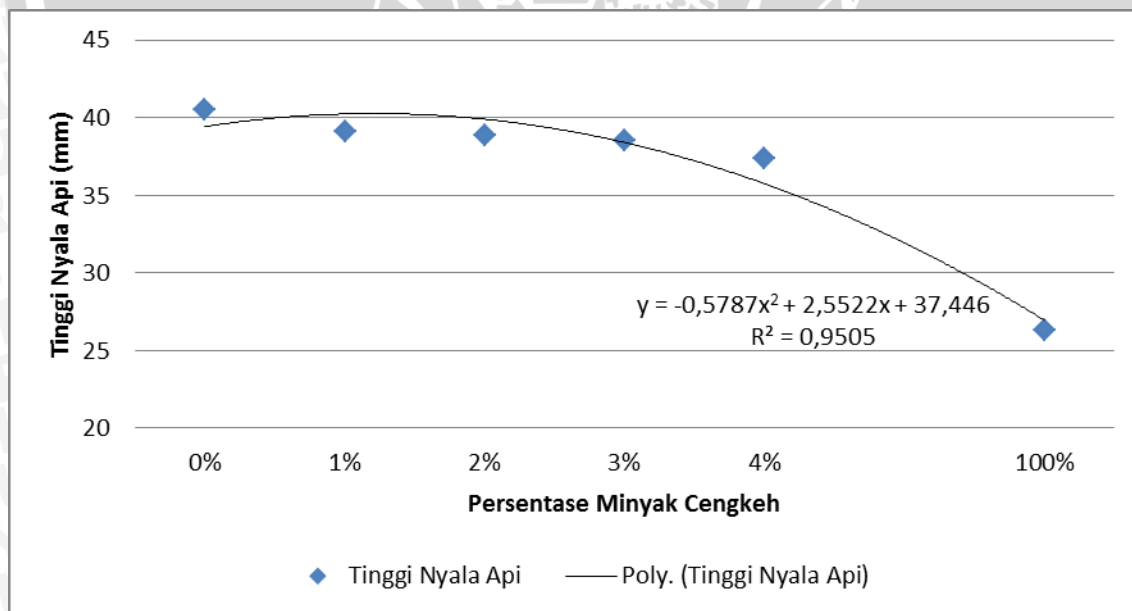
Grafik 4.2 Hubungan *burning rate* biodiesel minyak jarak dengan persentase minyak cengkeh

Burning rate adalah kecepatan bahan bakar *droplet* untuk habis terbakar. Grafik 4.2 menunjukkan nilai *burning rate* percobaan sebagai berikut : 0% = 1,30 mm²/s; 1% = 1,28 mm²/s; 2% = 1,27 mm²/s; 3% = 1,25 mm²/s; 4% = 1,22 mm²/s dan 100% adalah 1,2 mm²/s. Dari grafik 4.2 dapat terlihat bahwa grafik *burning rate* cenderung menurun seiring dengan penambahan persentase minyak cengkeh. Hal ini disebabkan biodiesel minyak jarak merupakan salah satu jenis minyak dengan asam lemak tak jenuh yang memiliki ikatan karbon rangkap. Ikatan karbon rangkap identik dengan cetane number yang rendah dan menyebabkan bahan bakar sulit bereaksi dan menyebabkan *burning rate* bahan bakar menurun (Westbrook *et al*, 2012).

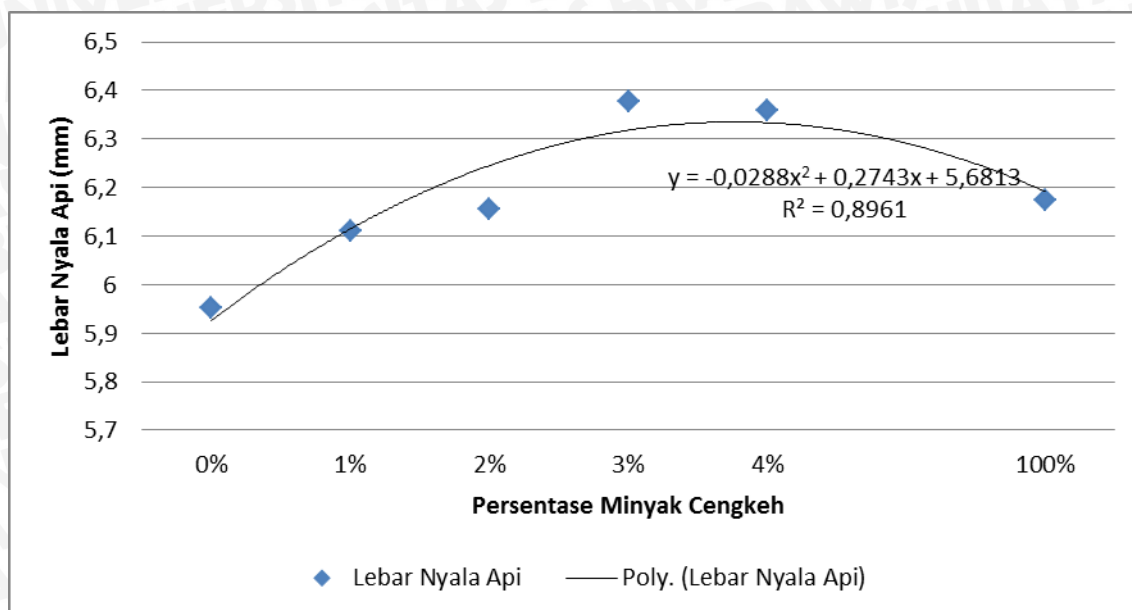
4.2.3 Pengaruh Campuran Minyak Cengkeh terhadap dimensi nyala api Biodiesel Minyak Jarak



Gambar 4.3 Dimensi nyala api biodiesel minyak jarak dengan penambahan minyak cengkeh sebesar 1%, 2%, 3% dan 4%.



Grafik 4.3 Hubungan tinggi nyala api biodiesel minyak jarak dengan persentase minyak cengkeh



Grafik 4.4 Hubungan lebar nyala api biodiesel minyak jarak dengan persentase minyak cengkeh

Pengukuran dimensi nyala api dilakukan pada saat api menunjukkan temperatur maksimal. Pada grafik dapat dilihat bahwa tinggi nyala api biodiesel minyak jarak murni lebih tinggi daripada tinggi nyala api minyak cengkeh. Tinggi nyala api biodiesel minyak jarak murni adalah 40,480 mm sedangkan tinggi nyala api minyak cengkeh 26,341 mm. Lebar nyala api biodiesel minyak jarak adalah 5,953 mm dan lebar nyala api minyak cengkeh adalah 6,175 mm.

Pada pengujian dimensi nyala api, tinggi dan lebar nyala api banyak dipengaruhi banyak faktor eksternal, salah satunya adalah angin yang berhembus pada alat uji. Pada grafik terlihat seluruh campuran bahan bakar biodiesel minyak jarak dengan minyak cengkeh memiliki tinggi nyala api dibawah biodiesel jarak murni dan diatas minyak cengkeh murni, hal tersebut dikarenakan dengan adanya minyak cengkeh yang merupakan senyawa aromatik membuat bahan bakar mudah menguap dan uap bahan bakar tidak menyebar luas ke udara.

Pada grafik dapat dilihat bahwa tiap penambahan persentase minyak cengkeh terjadi penurunan tinggi nyala api dan meningkatnya lebar nyala api. Hal ini memnunjukkan dengan penambahan minyak cengkeh pada biodiesel minyak jarak akan menghasilkan luas nyala api yang lebih besar. Nilai *burning rate* yang turut menurun juga menunjukkan

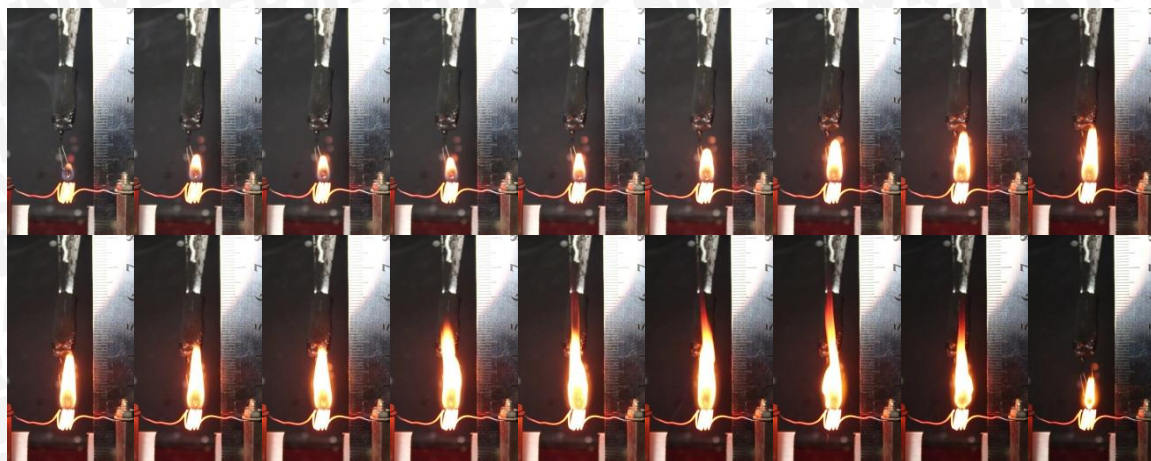
lamanya bahan bakar bereaksi dengan oksigen, sehingga penguapan bahan bakar terjadi lebih lama dan menghasilkan lebar nyala api yang besar.



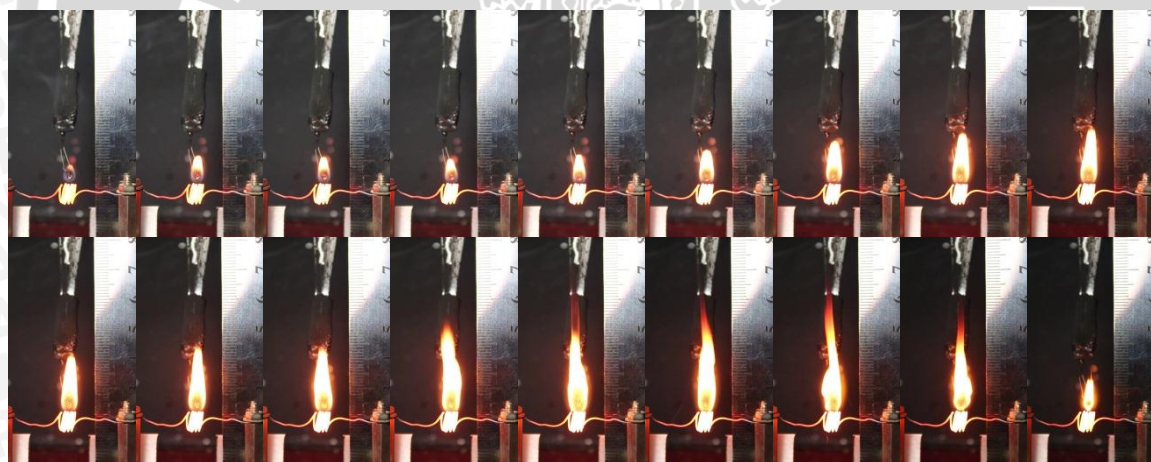
Gambar 4.4 Perubahan Dimensi Nyala Api Campuran Biodiesel Minyak Jarak dengan 1% Minyak Cengkeh



Gambar 4.5 Perubahan Dimensi Nyala Api Campuran Biodiesel Minyak Jarak dengan 2% Minyak Cengkeh

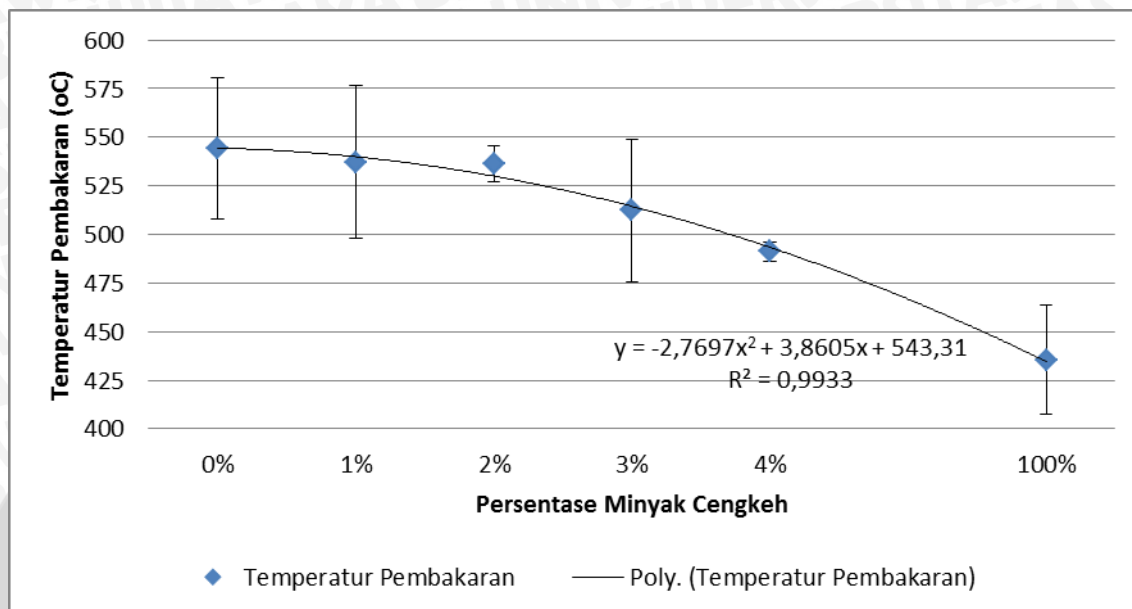


Gambar 4.6 Perubahan Dimensi Nyala Api Campuran Biodiesel Minyak Jarak dengan 3% Minyak Cengkeh



Gambar 4.7 Perubahan Dimensi Nyala Api Campuran Biodiesel Minyak Jarak dengan 4% Minyak Cengkeh

4.2.4 Pengaruh Campuran Minyak Cengkeh terhadap temperatur pembakaran Biodiesel Minyak Jarak



Grafik 4.5 Hubungan temperatur pembakaran biodiesel minyak jarak dengan persentase minyak cengkeh

Dari grafik terlihat bahwa biodiesel minyak jarak murni memiliki temperatur pembakaran tertinggi sebesar 544,275 °C. Hal ini sesuai dengan heat value biodiesel murni jauh lebih tinggi daripada minyak cengkeh yang bernilai 435,489 °C, sehingga apabila kedua minyak dicampurkan akan didapatkan temperatur pembakaran dibawah temperatur pembakaran biodiesel jarak murni.

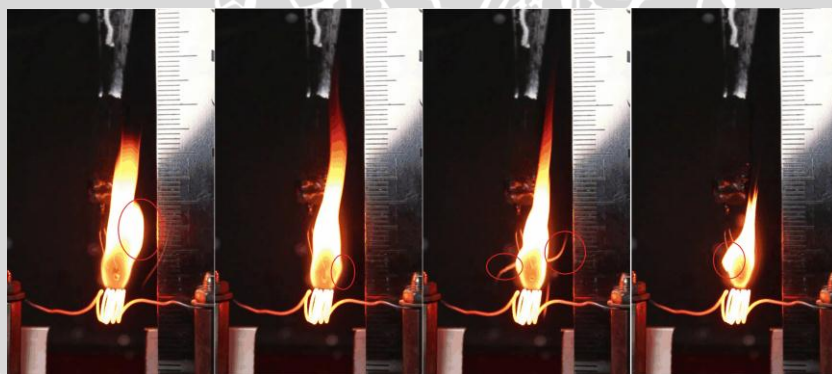
Urutan temperatur pembakaran dari temperatur tertinggi hingga terendah yang terjadi adalah campuran biodiesel minyak jarak dengan penambahan 1% minyak cengkeh sebesar 537,25 °C, campuran 2% sebesar 536,25 °C, campuran biodiesel minyak jarak dengan 3% minyak cengkeh sebesar 512,2435°C dan suhu terendah adalah campuran biodiesel minyak jarak dengan 4% minyak cengkeh dengan suhu 491,25°C.

Semakin tinggi persentase penambahan minyak cengkeh, *droplet* bahan bakar semakin mudah menguap, uap bereaksi ke atmosfer dan bereaksi dengan udara. Cepatnya uap bahan bakar *droplet* bereaksi dengan udara menyebabkan *droplet* terbakar dengan cepat dan sempurna tanpa membuat uap menyebar terlalu lebar sehingga membuat

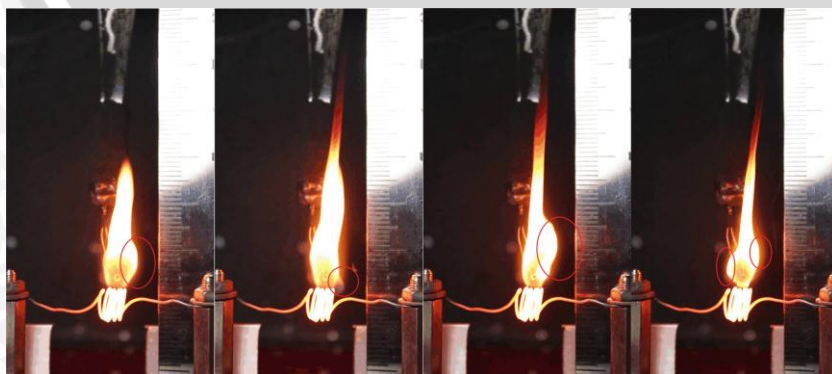
temperatur pembakaran merendah. Selain itu perbedaan nilai kalor antara biodiesel minyak jarak dan minyak cengkeh turut menjadi penyebab menurunnya temperatur pembakaran. Nilai kalor biodiesel minyak jarak senilai 10.707 kkal/kg, sedangkan nilai kalor minyak cengkeh senilai 4.300 kkal/kg. Dengan adanya campuran biodiesel minyak jarak dan minyak cengkeh membuat nilai kalor bahan bakar campuran berada diantara kedua nilai tersebut.

4.2.5 *Microexplosion*

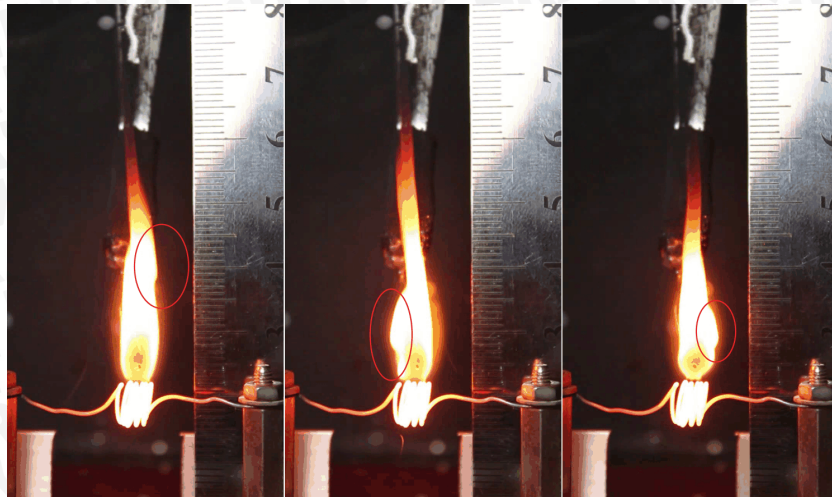
Microexplosion adalah sebuah fenomena dalam proses pembakaran yaitu terjadinya ledakan berskala kecil pada saat *droplet* bahan bakar terbakar. Dalam kasus ini, fenomena ini terjadi akibat perbedaan titik didih antara bahan bakar yaitu biodiesel minyak jarak dengan minyak cengkeh yang merupakan campurannya. Selain itu, faktor lain yang dapat menyebabkan *microexplosion* antar lain adanya udara yang masuk kedalam bahan bakar dan perbedaan karakteristik penguapan kedua minyak.



Gambar 4.8 Fenomena *microexplosion* pada biodiesel minyak jarak dengan 1% minyak cengkeh



Gambar 4.9 Fenomena *microexplosion* pada biodiesel minyak jarak dengan 2% minyak cengkeh



Gambar 4.10 Fenomena *microexplosion* pada biodiesel minyak jarak dengan 3% minyak cengkeh



Gambar 4.11 Fenomena *microexplosion* pada biodiesel minyak jarak dengan 4% minyak cengkeh

