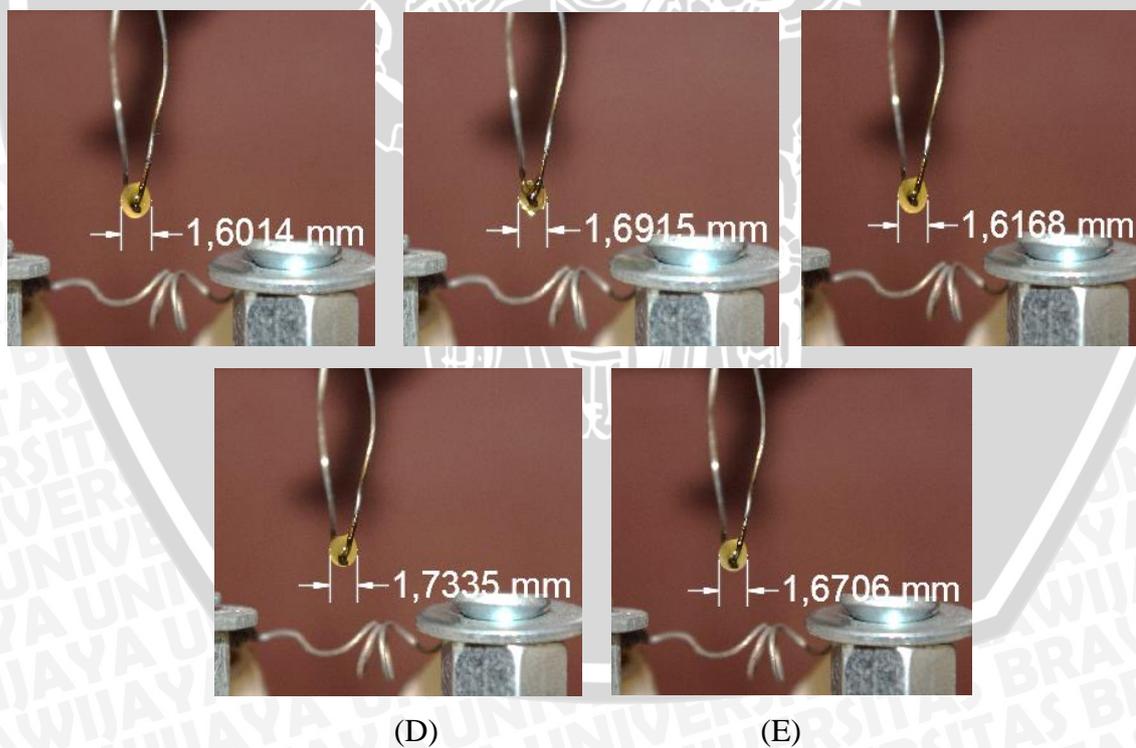


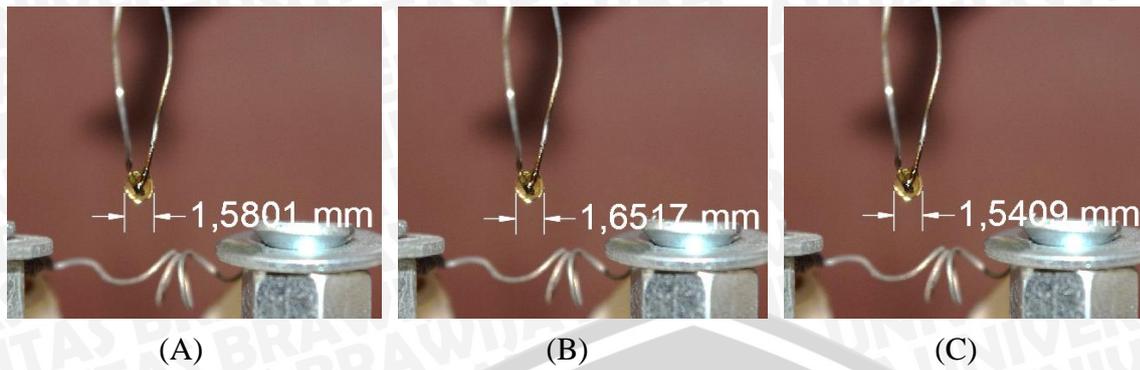
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian *Droplet*

Selama penelitian didapatkan beberapa data berupa foto diameter *droplet*, video selama proses pembakaran dan temperatur selama proses pembakaran. Temperatur maksimal pembakaran didapatkan dari data dari *thermocouple* dan *data logger* yang diolah dari aplikasi *wavescan 2.0*. sedangkan video yang didapat nantinya akan didapatkan data karakteristik pembakaran berupa *ignition delay times* dan *burning life times*. Nilai *burning rate* didapatkan dengan mencari diameter *droplet* dan *burning life times*. Untuk tinggi dan lebar api didapatkan dari visualisasi video selama proses pembakaran *droplet*. Diameter *droplet* diukur menggunakan *software Autocad 2016*, seperti pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Diameter *droplet* (A) E0, (B) E10, (C) E20, (D) E30, (E) E40



Gambar 4.2 Diameter *droplet* E0 pada tekanan (A) 0 bar, (B) 2 bar, (C) 4 bar

4.2 Hasil Pengujian

Setelah data pengujian diolah maka didapatkan data karakteristik pembakaran berupa *ignition delay*, temperatur maksimal, *burning rate*, tinggi api dan lebar api. Seperti pada Tabel dibawah.

Tabel 4.1 Data *ignition delay* hasil pembakaran *droplet* dengan variasi tekanan ruang bakar

Persentase Etanol (%)	<i>Ignition delay</i> (detik)		
	0 bar	2 bar	4 bar
0%	2.320	2.681	2.731
10%	2.568	3.298	3.329
20%	3.373	3.612	3.742
30%	3.794	4.056	5.344
40%	4.505	5.807	6.437

Tabel 4.2 Data temperatur api hasil pembakaran *droplet* dengan variasi tekanan ruang bakar

Persentase Etanol (%)	Temperatur Api ($^{\circ}\text{C}$)		
	0 bar	2 bar	4 bar
0%	492.0294	604.0492	631.9792
10%	483.9021	599.1652	619.5726
20%	479.0511	576.3761	594.0212
30%	471.5723	566.6733	587.6452
40%	465.5779	519.5491	568.5158

Tabel 4.3 Data *burning rate* hasil pembakaran *droplet* dengan variasi tekanan ruang bakar

Persentase Etanol (%)	<i>Burning rate</i> (mm ² /s)		
	0 bar	2 bar	4 bar
0%	1.269301479	1.478646417	1.561684035
10%	1.472148083	1.52518867	1.626172102
20%	1.681448039	1.75196133	1.851937025
30%	1.771364577	1.935579933	2.149709606
40%	1.81731611	2.051850519	2.220936017

Tabel 4.4 Data tinggi api hasil pembakaran *droplet* dengan variasi tekanan ruang bakar

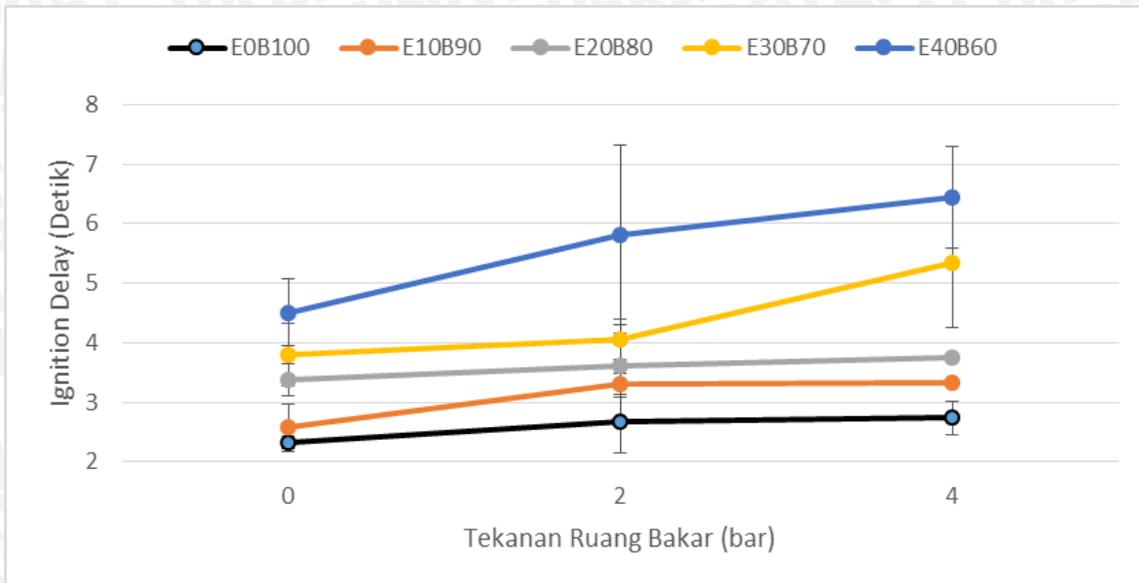
Persentase Etanol (%)	Tinggi Api (mm)		
	0 bar	2 bar	4 bar
0%	55.7485	51.1246	42.0845
10%	53.5631	45.2762	40.8102
20%	52.1500	43.4577	40.4486
30%	50.0088	41.8807	38.9369
40%	48.4231	40.2072	38.4614

Tabel 4.5 Data lebar api hasil pembakaran *droplet* dengan variasi tekanan ruang bakar

Persentase Etanol (%)	Lebar Api (mm)		
	0 bar	2 bar	4 bar
0%	6.1066	5.1321	4.6542
10%	5.8548	4.9086	4.1959
20%	5.0927	4.0887	4.0132
30%	4.9039	3.6827	3.6618
40%	4.1868	3.5522	3.1575

4.3 Pembahasan

4.3.1 Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan ruang bakar terhadap *Ignition delay*

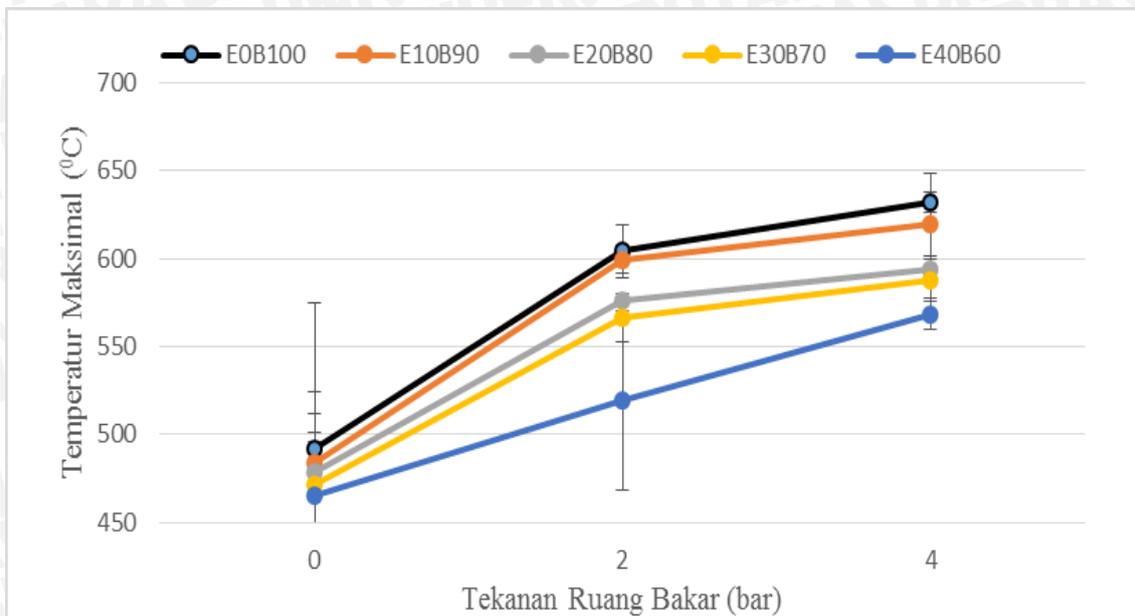


Gambar 4.3 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *ignition delay*

Berdasarkan Gambar 4.3, pada tekanan konstan terlihat bahwa peningkatan konsentrasi etanol berpengaruh terhadap *ignition delay*. Semakin tinggi konsentrasi etanol yang ditambahkan pada biodiesel kemiri sunan maka *ignition delay*nya juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan suhu *auto-ignition* etanol lebih tinggi dari pada biodiesel yaitu sebesar 423°C sementara suhu *auto-ignition* biodiesel sebesar 177°C (Ginley,2012). Semakin tinggi suhu *auto-ignition* maka bahan bakar akan sulit terbakar. Selain itu etanol memiliki angka setana yang kecil dibandingkan biodiesel kemiri sunan yaitu sebesar 4-8 sedangkan biodiesel kemiri sunan memiliki angka setana sebesar 54. Semakin kecil angka setana maka bahan bakar akan sulit terbakar, sehingga penambahan etanol pada biodiesel kemiri sunan akan meningkatkan *ignition delay*.

Pengaruh tekanan ruang bakar terhadap *ignition delay* juga dapat dilihat pada Gambar 4.3. Semakin tinggi tekanan ruang bakar maka *ignition delay*nya juga semakin naik. Hal ini sesuai dengan konsep termodinamika mengenai zat cair dimana ketika zat cair diberi tekanan maka akan meningkatkan temperatur penguapan, sehingga semakin tinggi temperatur penguapan maka waktu untuk bahan bakar dapat menyala semakin lama sehingga *ignition delay*nya semakin meningkat.

4.3.2 Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Temperatur Maksimum

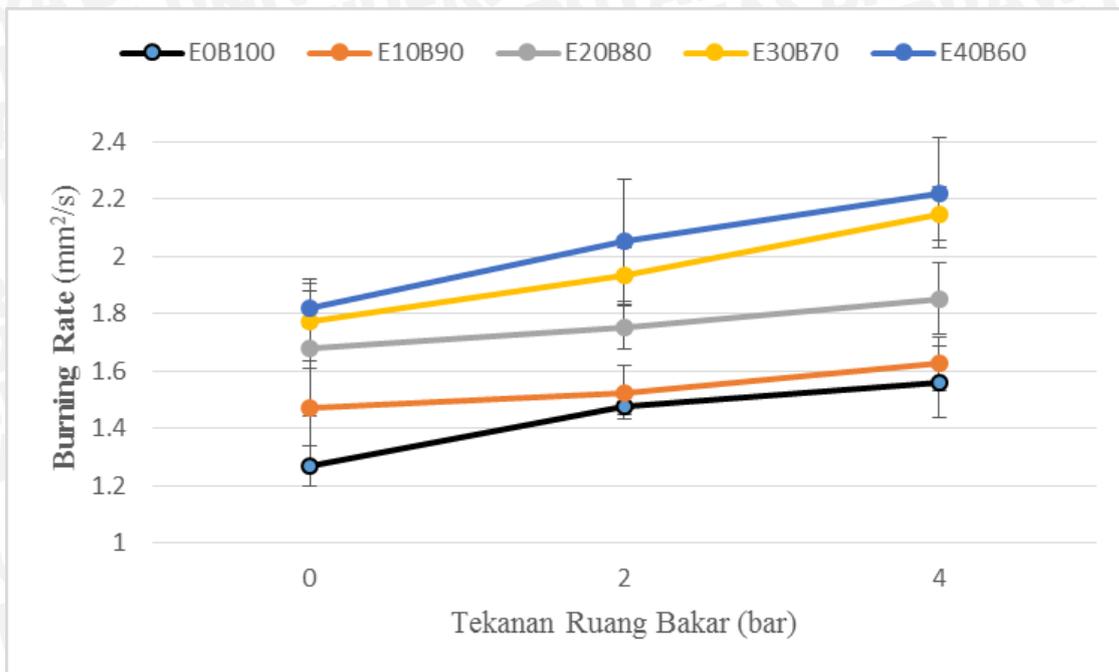


Gambar 4.4 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap temperatur maksimal

Berdasarkan Gambar 4.4, pada tekanan konstan terlihat bahwa peningkatan konsentrasi etanol berpengaruh terhadap temperatur maksimal yang dihasilkan selama proses pembakaran. Semakin tinggi konsentrasi etanol yang ditambahkan pada biodiesel kemiri sunan maka temperatur maksimal yang dihasilkan selama proses pembakaran semakin menurun. Hal ini disebabkan etanol memiliki nilai kalor yang lebih rendah yaitu sebesar 7093,723 cal/gram, sedangkan biodiesel sebesar 9777,483 cal/gram (Lab. Mocar FT-UB, 2016). Semakin rendah nilai kalor maka temperatur pembakaran akan semakin rendah.

Berdasar Gambar 4.4 juga terlihat pengaruh tekanan ruang bakar terhadap temperatur maksimal. Semakin tinggi tekanan ruang bakar maka temperatur pembakaran akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena penambahan tekanan mengakibatkan kenaikan temperatur ruang bakar dan *droplet* sehingga dapat meningkatkan temperatur hasil pembakaran (Risky, 2015).

4.3.3 Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap *Burning Rate*



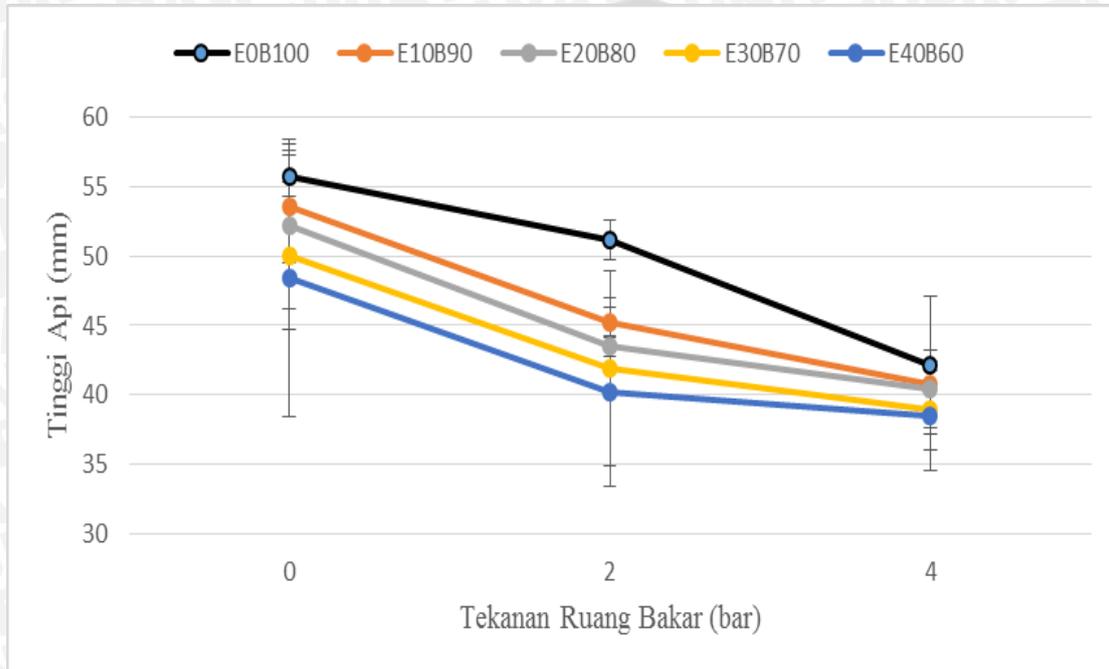
Gambar 4.5 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *burning rate*

Berdasarkan Gambar 4.5, pada tekanan konstan terlihat bahwa peningkatan konsentrasi etanol berpengaruh terhadap *burning rate*. Semakin tinggi konsentrasi etanol yang ditambahkan pada biodiesel kemiri sunan maka *burning ratenya* juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan etanol memiliki kandungan oksigen sebesar 35%. Sehingga penambahan etanol dapat mempercepat reaksi pembakaran. Selain itu penambahan etanol dapat menimbulkan fenomena *microexplosion*. Hal ini seperti terlihat pada gambar 4.8, *microexplosion* terjadi dikarenakan perbedaan titik didih antara etanol dan biodiesel, dimana titik didih etanol lebih kecil daripada biodiesel. Sehingga, etanol akan terbakar terlebih dahulu kemudian baru biodiesel. Jadi penambahan etanol akan mempercepat *burning rate*. Selain itu etanol memiliki rantai hidrokarbon yang pendek (C_2H_6O) dibandingkan dengan biodiesel ($C_{18}H_{36}O_2$). Semakin pendek rantai hidrokarbon maka reaksi pembakarannya akan semakin cepat sehingga nilai *burning ratenya* semakin tinggi.

Berdasar Gambar 4.5 juga terlihat pengaruh tekanan ruang bakar terhadap *burning rate*. Semakin tinggi tekanan ruang bakar maka *burning ratenya* akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena penambahan tekanan dapat meningkatkan reaksi kimia bahan

bakar, semakin cepat reaksi kimia maka akan meningkatkan laju atau kecepatan pembakarannya (Santner, *et al*, 2011).

4.3.4 Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Tinggi Api

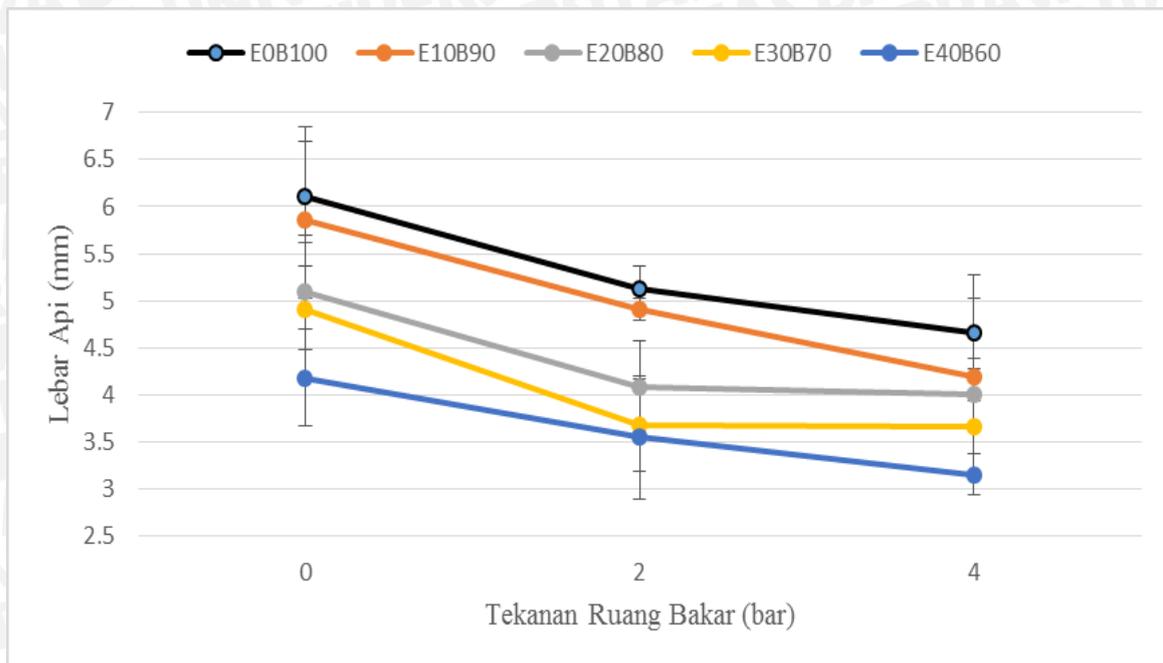


Gambar 4.6 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap tinggi api

Berdasarkan Gambar 4.6, pada tekanan konstan terlihat bahwa peningkatan konsentrasi etanol berpengaruh terhadap tinggi api. Semakin tinggi konsentrasi etanol yang ditambahkan pada biodiesel kemiri sunan maka tinggi api akan semakin rendah. Hal ini disebabkan penambahan etanol akan mempercepat reaksi pembakaran. Hal tersebut sesuai dengan grafik gambar 4.6. Reaksi pembakaran akan menurunkan tinggi api, karena nyala api yang dihasilkan pada proses pembakaran sangat cepat sehingga tinggi api yang dihasilkan rendah.

Berdasar Gambar 4.6 juga terlihat pengaruh tekanan ruang bakar terhadap tinggi api. Semakin tinggi tekanan ruang bakar maka tinggi api akan semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh nilai *burning rate* pada grafik gambar 4.5 yang tinggi. Semakin tinggi nilai *burning rate* atau kecepatan pembakaran maka nyala api yang dihasilkan akan semakin cepat sehingga tinggi api yang dihasilkan akan semakin kecil.

4.3.5 Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Lebar Api



Gambar 4.7 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap lebar api

Berdasarkan Gambar 4.7, pada tekanan konstan terlihat bahwa peningkatan konsentrasi etanol berpengaruh terhadap lebar api. Semakin tinggi konsentrasi etanol yang ditambahkan pada biodiesel kemiri sunan maka lebar api akan semakin rendah. Hal ini disebabkan penambahan etanol akan mempercepat reaksi pembakaran. Reaksi pembakaran akan menurunkan lebar api, karena nyala api yang dihasilkan pada proses pembakaran sangat cepat sehingga lebar api yang dihasilkan rendah.

Berdasar Gambar 4.7 juga terlihat pengaruh tekanan ruang bakar terhadap lebar api. Semakin tinggi tekanan ruang bakar maka lebar api akan semakin sempit. Hal ini disebabkan oleh nilai *burning rate* pada grafik gambar 4.5 yang tinggi. Semakin tinggi nilai *burning rate* atau kecepatan pembakaran maka nyala api yang dihasilkan akan semakin cepat sehingga lebar api yang dihasilkan akan semakin kecil.

4.4 Microexplosion

Penambahan persentase etanol menimbulkan fenomena *microexplosion*, fenomena ini terjadi karena adanya perbedaan titik didih antara etanol dan biodiesel dimana etanol memiliki titik didih $78,29^{\circ}\text{C}$ sedangkan biodiesel minyak kemiri sunan sebesar 315°C . Etanol akan mengalami penguapan terlebih dahulu dibandingkan dengan

biodiesel minyak kemiri sunan sehingga pada *droplet* terbentuk gelembung-gelembung gas etanol yang terjebak di dalam *droplet*. Seiring bertambahnya temperatur maka densitas etanol akan menurun, volume gelembung-gelembung uap etanol akan semakin besar serta tekanan pada gelembung akan meningkat. Peningkatan tekanan ini akan menyebabkan *droplet* biodiesel terpecah menjadi butiran-butiran yang lebih kecil (Wang, *et al*, 1984). Hal tersebut dapat dibuktikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Fenomena *microexplosion*

