

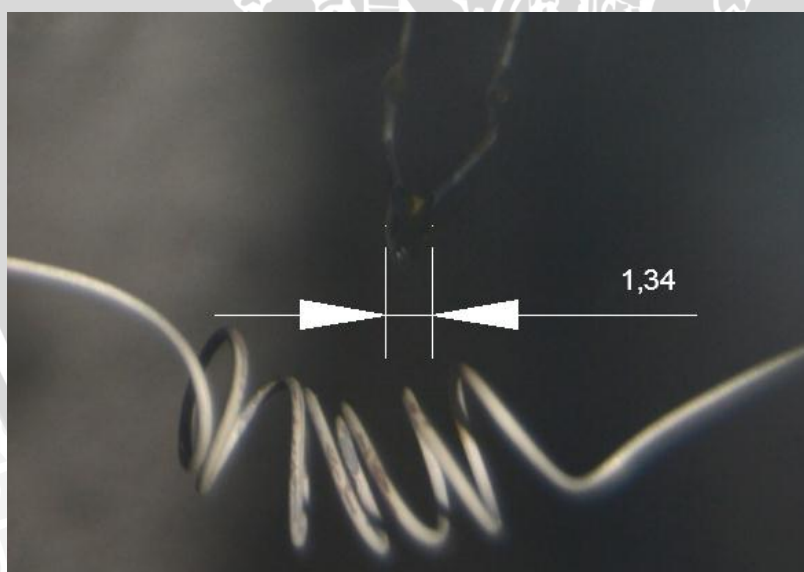
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembentukan *Droplet*

Data hasil penelitian didapat dari penelitian eksperimental terhadap campuran biodiesel minyak kemiri sunan dengan etanol dalam ruang bertekanan. Dimana data yang telah diambil akan digunakan sebagai acuan analisa karakteristik pembakaran *crude* minyak kemiri sunan dengan etanol dalam ruang bertekanan. Pengambilan data yang dilakukan antara lain adalah data temperatur pembakaran, *burning rate*, *ignition delay*, tinggi api dan lebar api.

Dalam setiap pengambilan data, hal pertama yang dilakukan adalah pembentukan dari tetesan bahan bakar atau *droplet*. Pembuatan *droplet* dilakukan dengan alat suntikan dan dibuat dengan ukuran sekecil mungkin hingga *droplet* dapat menggantung pada *termocouple* seperti tampak pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Droplet*

Gambar *droplet* secara utuh seperti tampak pada gambar 4.2 diperbesar sampai ukuran 1 mm garis di autocad memiliki panjang yang sama dengan 1 mm di penggaris pada ruang uji bakar sehingga ukuran gambar menjadi ukuran yang sebenarnya (aktual).



Gambar 4.2 Ruang Uji Bakar

4.2 Data Hasil Pengujian Karakteristik Pembakaran *Crude* Minyak Kemiri Sunan

Data hasil pengujian karakteristik biodiesel minyak kemiri sunan dengan etanol dalam ruang bertekanan meliputi temperatur pembakaran, *burning rate*, *ignition delay*, tinggi api dan lebar api. Selain itu dalam penelitian ini diambil juga data karakteristik pembakaran *droplet crude* minyak kemiri sunan murni (tanpa campuran) dalam berbagai variasi tekanan ruang bakar sebagai data pembandingan.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian pembakaran *droplet* terhadap temperatur maksimum

TEMPERATUR MAX			
Minyak	ATM1	ATM 3	ATM 5
C 100	646.716	663.132	685.580
C 90	641.232	646.806	658.215
C 80	634.962	664.292	657.621
C 70	621.703	625.457	634.104
C60	634.669	597.053	611.510

Tabel 4.2 Data hasil pengujian pembakaran *droplet* terhadap *ignition delay*

IGNITION DELAY			
Minyak	ATM1	ATM 3	ATM 5
C 100	8.221	7.013	6.378
C 90	7.147	6.745	6.411
C 80	5.378	6.351	6.266
C 70	4.916	4.507	5.110
C60	3.516	3.402	3.192

Tabel 4.3 Data hasil pengujian pembakaran *droplet* terhadap *burning rate*

BURNING RATE			
Minyak	ATM 1	ATM 3	ATM 5
C 100	1.331	1.789	2.009
C 90	1.244	2.012	2.281
C 80	1.366	2.025	2.218
C 70	2.098	1.628	2.341
C60	0.887	1.628	2.478

Tabel 4.4 Data hasil pengujian pembakaran *droplet* terhadap tinggi api

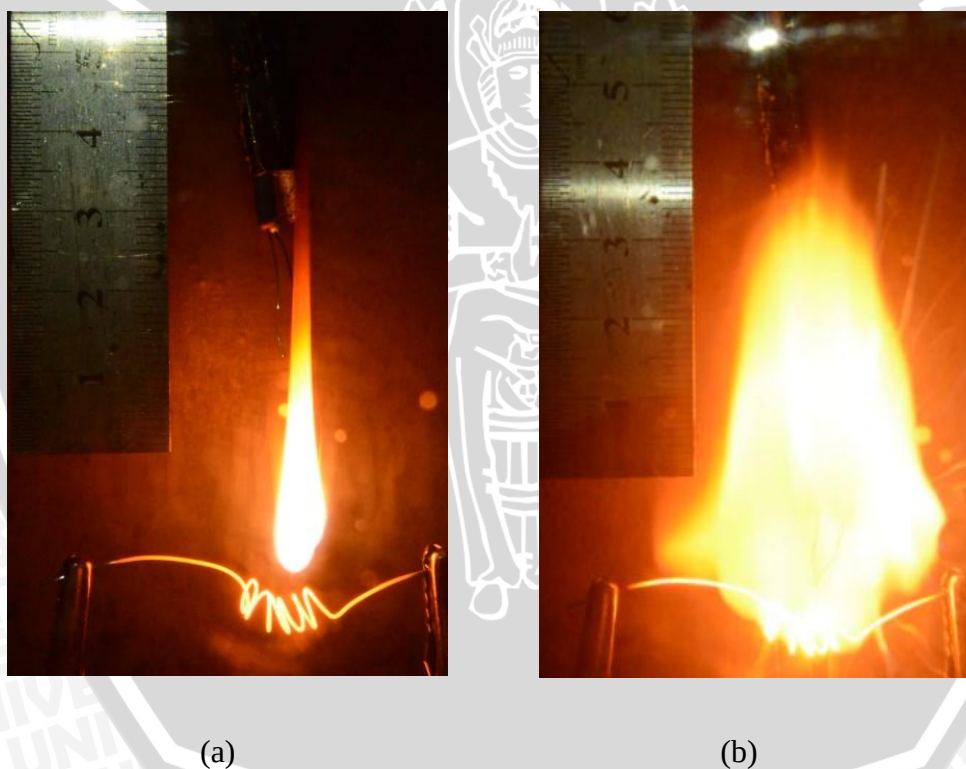
TINGGI API			
Minyak	ATM1	ATM 3	ATM 5
C 100	49.380	41.060	39.460
C 90	53.890	45.400	41.700
C 80	57.310	45.620	40.460
C 70	66.150	45.690	34.990
C60	46.040	35.140	27.110

Tabel 4.5 Data hasil pengujian pembakaran *droplet* terhadap lebar api

Lebar Api			
Minyak	ATM 1	ATM 3	ATM 5
C 100	6.770	4.880	4.940
C 90	6.770	4.430	4.070
C 80	7.140	5.310	4.760
C 70	4.240	4.770	4.720
C60	6.330	4.490	4.110

4.3 Analisa dan Pembahasan

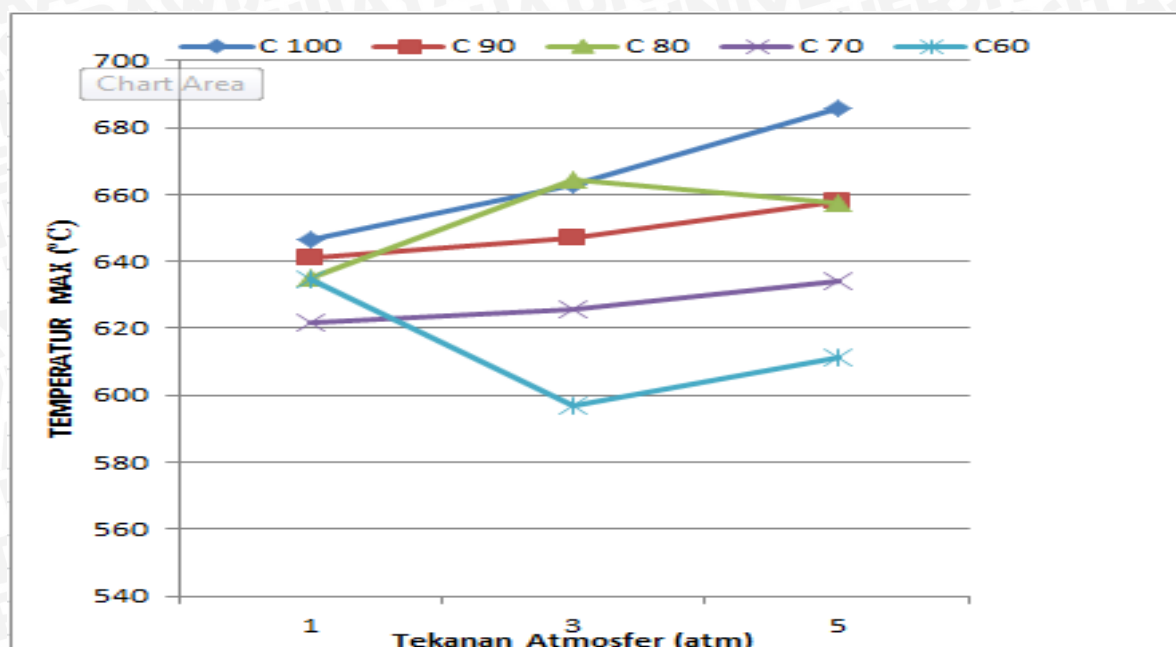
4.3.1 Visualisasi Campuran Biodiesel dan Etanol

Gambar 4.3 (a) Nyala api normal (b) *Microexplosion*

Gambar 4.3 menunjukkan nyala api normal pada konsentrasi *crude* 100% di tekanan 1 atm. Sedangkan, gambar satunya menunjukkan fenomena *microexplosion* pada konsentrasi etanol 30% dan *crude* 70% di tekanan 1 atm. Untuk tinggi dan lebar api didapatkan dari visualisasi video selama proses pembakaran *droplet*. Diameter *droplet* diukur menggunakan *software autocad 2016* dengan menggunakan skala penggaris yang diletakkan di ruang uji bakar seperti pada gambar 4.2.

4.3.2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Temperatur Maksimum

Pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan bahan bakar terhadap temperatur maksimum biodiesel minyak biji randu ditunjukkan pada gambar berikut.



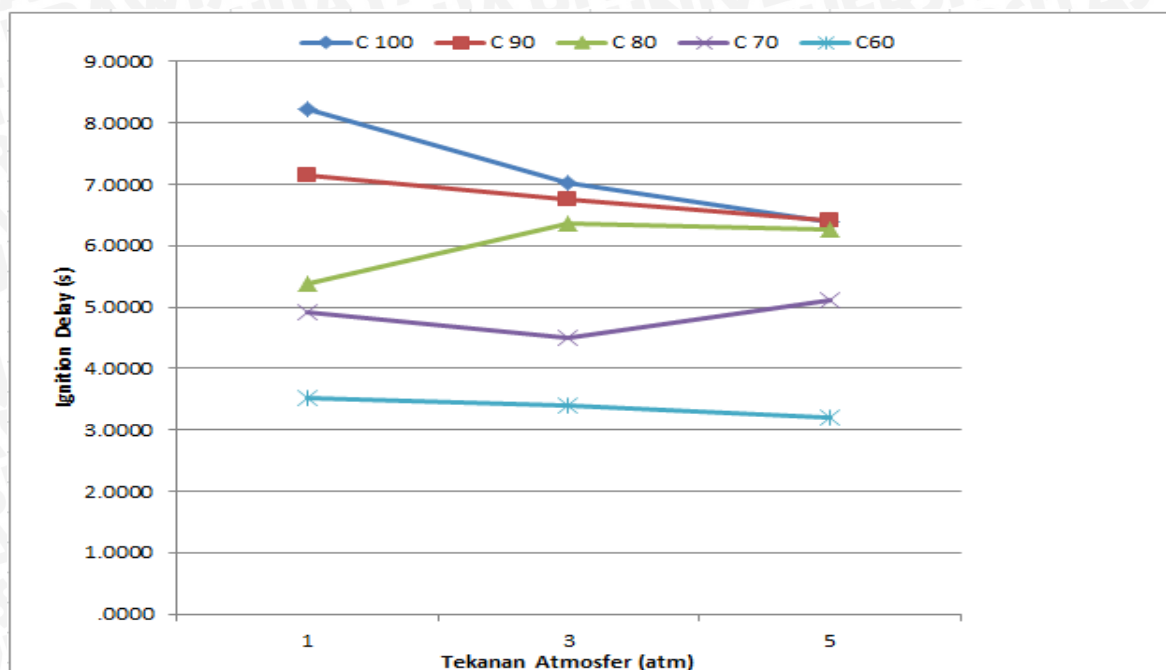
Gambar 4.4 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap temperatur maksimum *crude* minyak kemiri sunan

Gambar 4.4 menjelaskan pengaruh hubungan konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap temperatur maksimum *crude* minyak kemiri sunan. Temperatur maksimum adalah temperatur tertinggi api pada saat proses pembakaran berlangsung. Tampak pada gambar 4.4 pada semua konsentrasi temperatur maksimum cenderung naik. Hal tersebut menunjukkan peningkatan temperatur maksimum seiring dengan meningkatnya tekanan ruang bakar. Tetapi, pada konsentrasi C80 pada 5 atm temperatur pembakaran menurun. Hal itu dikarenakan etanol yang memiliki titik didih rendah menguap terlebih dahulu sehingga menyebabkan ukuran droplet menurun, sehingga temperatur maksimum bahan bakar juga ikut menurun. Sedangkan konsentrasi C60 pada 1 atm memiliki temperatur yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan waktu *ignition delay* lebih singkat, sehingga mengurangi jumlah etanol yang menguap terlebih dahulu.

Kenaikan temperatur pada semua konsentrasi dikarenakan penambahan tekanan yang mengakibatkan kenaikan temperatur droplet sehingga temperatur pembakaran naik. Selain itu faktor yang lain adalah bahwa dengan semakin meningkatnya tekanan bahan bakar maka temperatur di dalam *droplet* menjadi semakin bertambah.

4.3.3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap *Ignition delay*

Pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan bahan bakar terhadap *ignition delay crude* minyak kemiri sunan ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *ignition delay crude* minyak kemiri sunan

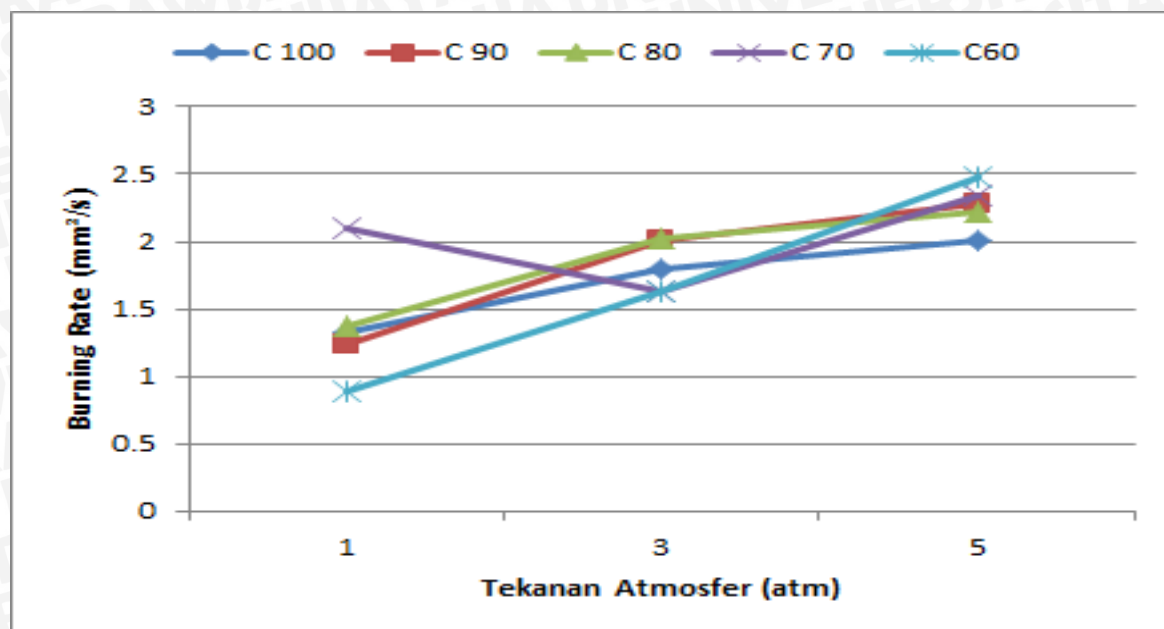
Gambar 4.5 menjelaskan pengaruh hubungan konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap waktu *ignition delay crude* minyak kemiri sunan. Pada konsentrasi C100, C90 dan C60 terjadi penurunan seiring dengan bertambahnya tekanan ruang bakar. Pada konsentrasi C80 dari 1 atm ke 3 atm terjadi peningkatan waktu *ignition delay*. Sedangkan pada konsentrasi C70 dari 3 atm ke 5 atm terjadi peningkatan waktu *ignition delay* juga.

Peningkatan waktu *ignition delay* karena temperatur pembakaran temperatur heater belum mencapai boiling point dari biodiesel, sedangkan etanol berada di dalam tidak cukup mampu keluar *droplet* karena dengan bertambahnya tekanan ruang bakar tegangan permukaan dari *droplet* semakin tinggi.

Grafik diatas memiliki kecenderungan waktu *ignition delay* yang semakin menurun seiring bertambahnya tekanan. Dan juga seiring besarnya konsentrasi etanol yang ditambahkan, semakin kecil pula waktu *ignition delay*.

4.3.4 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap *Burning rate*

Pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan bahan bakar terhadap *burning rate crude* minyak kemiri sunan ditunjukkan pada gambar 4.6 berikut



Gambar 4.6 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *burning rate crude* minyak biji kemiri sunan

Grafik pada gambar 4.6 menunjukkan pengaruh pencampuran konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *burning rate crude* minyak kemiri sunan. Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin bertambahnya tekanan ruang bakar maka *burning rate* meningkat pada berbagai konsentrasi etanol. Hal tersebut dapat dilihat pada semua konsentrasi.

Pada pembakaran *crude* minyak kemiri sunan, *burning rate* meningkat karena dengan adanya kenaikan tekanan akan meningkatkan temperatur yang membuat waktu pembakaran semakin cepat sesuai dengan rumus *burning rate* sebagai berikut.

$$d^2 = d_0^2 - Kt$$

Dimana :

K = *burning rate*

d_0 = diameter awal *droplet* (mm)

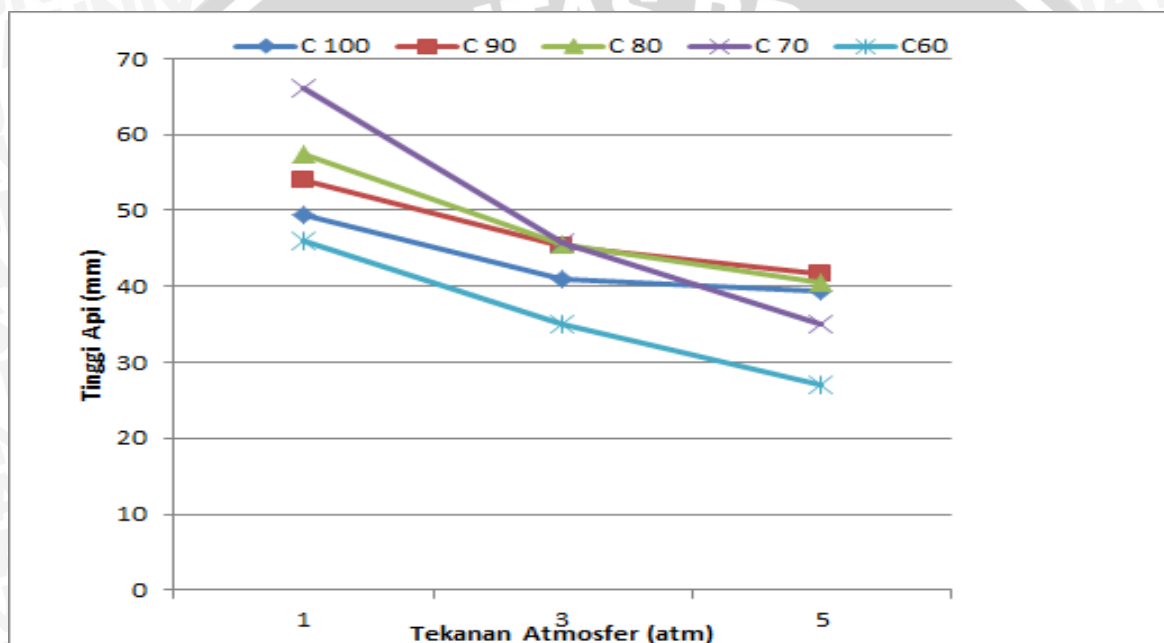
d = diameter *droplet* dalam waktu t (mm)

t = waktu (detik)

Dimana waktu pembakaran akan semakin cepat apabila temperatur naik. Selain itu dengan temperatur yang tinggi maka akan semakin tinggi pula laju penguapan bahan bakar sehingga diameter *droplet* akan berkurang sehingga meningkatkan *burning rate*.

Pada konsentrasi C70 di 1 atm waktu *ignition delay* yang terjadi *microexplosion* yang menyebabkan nilai *burning rate* yang sangat tinggi. Lalu mengalami penurunan lagi ketika di 3 atm dan meningkat di 5 atm seiring dengan meningkatnya tekanan.

4.3.5 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Tinggi Api



Gambar 4.7 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap tinggi api *crude* minyak biji kemiri sunan

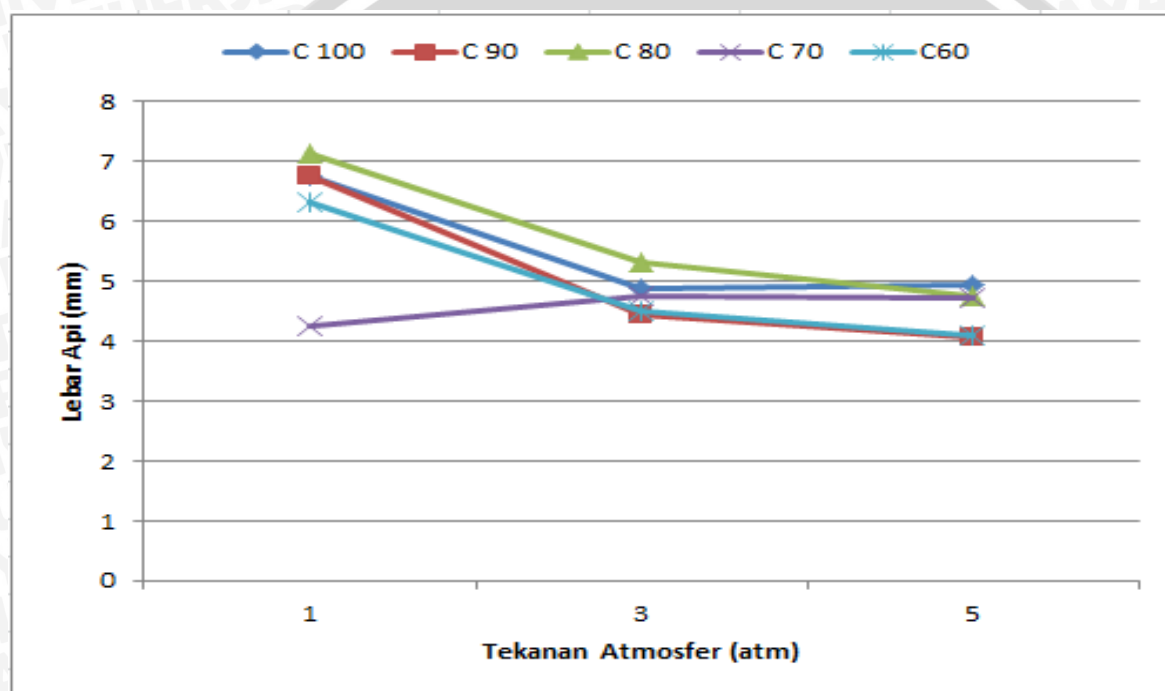
Grafik pada gambar 4.7 menjelaskan pengaruh hubungan konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap tinggi api *crude* minyak kemiri sunan. Secara umum tinggi api menurun seiring bertambahnya tekanan ruang bakar pada berbagai konsentrasi etanol. Dapat kita lihat tinggi api yang paling tinggi selalu berada pada 1 atm pada berbagai konsentrasi etanol.

Tinggi api tertinggi diperoleh pada konsentrasi C70. Dan menurun diikuti konsentrasi C80, C90, dan C100. Tinggi api semakin meningkat seiring bertambahnya etanol, hal itu diakibatkan karena semakin besar konsentrasi etanol yang dicampurkan pada minyak maka perbedaan nilai densitas antara etanol dan *crude* semakin besar. Sehingga,

etanol terbakar terlebih dahulu yang menyebabkan tinggi api semakin tinggi ketika campuran etanol bertambah banyak.

Seiring bertambahnya tekanan, tinggi api semakin rendah. Hal itu dikarenakan laju pembakaran semakin cepat ketika tekanan bertambah. Ketika laju pembakaran semakin cepat, maka tinggi api yang terjadi juga lebih kecil.

4.3.6 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap Lebar Api



Gambar 4.8 Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap lebar api *crude* minyak biji kemiri sunan

Gambar 4.8 merupakan grafik yang menunjukkan hubungan konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap lebar api dimana lebar api yang diambil adalah lebar api pada nyala api tertinggi. Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa semakin besar konsentrasi tekanan ruang bakar maka lebar api semakin kecil pada berbagai konsentrasi pencampuran etanol. Hal tersebut juga ditunjukkan pada dimensi lebar api pada gambar 4.8. Terlihat bahwa semakin bertambahnya tekanan ruang bakar lebar api semakin kecil. Pada proses pembakaran lebar api yang semakin sempit mengindikasikan bahwa kecepatan reaksi pembakaran yang tinggi sehingga tidak membutuhkan daerah reaksi yang luas. Lebar api semakin kecil seiring peningkatan tekanan ruang bakar karena semakin meningkatnya tekanan maka temperatur dalam droplet juga ikut meningkat sehingga proses pembakaran

terjadi semakin cepat yang membuat luas daerah reaksi yang dibutuhkan menjadi semakin sempit.

Sedangkan pada pembakaran campuran *crude* minyak kemiri sunan dengan etanol pada semua konsentrasi, lebar api semakin menyempit juga dikarenakan penambahan etanol yang menambah jumlah oksigen di dalam *droplet* yang mengakibatkan semakin cepat proses pembakaran berlangsung. Sehingga lebar api menjadi semakin kecil.

