

## Pengaruh Penambahan Etanol Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Kemiri Sunan

Dwiki Ade Rahadian, Nurkholis Hamidi, Purnami

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. Mayjend Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail : dwiki.boyz@gmail.com

### Abstrak:

*Kemiri sunan merupakan tanaman yang bisa diolah menjadi bahan bakar nabati. Proses awalnya adalah dilakukan proses degamming. Baru setelah itu dapat dilakukan penelitian. Hasil dari degamming itu sendiri berupa crude yang akan dicampur oleh etanol dalam penelitian. Hal tersebut dikarenakan crude masih memiliki viskositas yang tinggi. Sehingga perlu dicampur cairan kimia yang memiliki viskositas rendah. Selain itu peningkatan tekanan ruang bakar juga berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran campuran crude kemiri sunan dan etanol. Metode penelitian yang digunakan adalah metode experimental. Hasil yang diperoleh selama penelitian yaitu, penambahan crude kemiri sunan pada etanol dapat menurunkan nilai burning rate, temperatur pembakaran ignition delay, tinggi api, dan lebar api. Sedangkan peningkatan tekanan ruang bakar pada pembakaran crude kemiri sunan dan etanol dapat meningkatkan nilai burning rate dan temperatur pembakaran. Namun dapat menurunkan tinggi nyala api, lebar nyala api dan ignition delay.*

**Kata kunci:** karakteristik pembakaran, biodiesel kemiri sunan, *droplet*, tekanan ruang bakar

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini telah berkembang pesat. Banyak teknologi yang berkembang pesat itu menggunakan konsumsi bahan bakar minyak bumi. Di samping itu kebutuhan konsumsi dari energi minyak bumi semakin meningkat. Hal itu disebabkan perkembangan penduduk di seluruh penjuru dunia semakin meningkat. Sehingga, menyebabkan permintaan energi dari minyak bumi meningkat pula. Tetapi, jumlah dari minyak bumi itu sendiri semakin berkurang. Hingga akhirnya pemerintah mengeluarkan Peraturan Presiden Nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional dan Instruksi Presiden Nomor 1 tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati sebagai bahan bakar lain.

Berbagai keanekaragaman hayati di Indonesia sangat berpotensi untuk dijadikan pengganti dari Bahan Bakar Minyak (BBM). Pengganti dari bahan bakar minyak itu sendiri adalah Bahan Bakar Nabati (BBN). Tanaman nabati ini memiliki banyak keuntungan. Beberapa keuntungan yang bisa kita rasakan adalah ramah lingkungan dan tidak akan habis selama tanaman nabati itu terus kita budidayakan. Salah satu dari tanaman tersebut adalah tanaman kemiri kemiri sunan.

Kemiri Sunan adalah tanaman yang sangat prospektif sebagai bahan bakar nabati (BBN) terbaru di Indonesia. Dan juga dapat sebagai pengganti minyak yang berasal dari fosil yang dapat diperbaharui. Kemiri Sunan pertama kali dikembangkan oleh bangsa Cina untuk memenuhi

kebutuhan minyak Tung Oil pada abad ke-18 digunakan sebagai pengawetan kayu pada kapal-kapal phinisi. Dalam perkembangannya kemudian menyebar sampai wilayah Indonesia. Kemiri sunan adalah salah satu tanaman yang sangat potensial sebagai penghasil minyak nabati (Heyne, 1987). Biji yang terdapat di dalam buahnya mengandung minyak dengan rendemen sekitar 50% (Vossen dan Umali, 2002; Herman dan Pranowo, 2009)<sup>[1]</sup>.

Tanaman kemiri sunan memproduksi sebesar 6 ton – 7 ton per hektare (ha) per tahun. Hal itu lebih baik bila dibandingkan produksi tanaman jarak pagar sebesar 3 ton – 5 ton per hektare (ha) per tahun dan tanaman nyamplung sebesar 1,5 ton – 2,4 ton per hektare (ha) per tahun (Balitbang Pertanian Kementan, 2015)<sup>[2]</sup>.

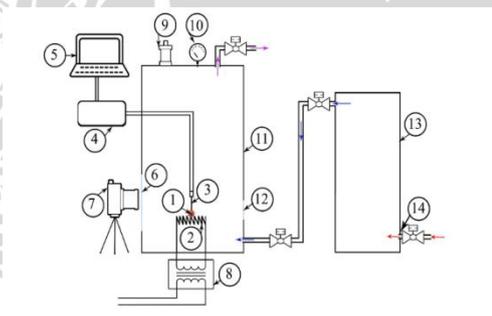
Tetapi, tanaman kemiri sunan ini memiliki viskositas yang tinggi. Viskositas tinggi dalam pembakaran membuat pengkabutan saat minyak kemiri sunan tersebut disemprotkan ke dalam ruang bakar injeksi yang tidak membentuk kabut dan mudah menguap menjadi butiran kecil yang tidak mengalami pembakaran<sup>[3]</sup>. Ada cara lain dalam mengolah minyak kemiri sunan. Minyak kemiri sunan diolah menjadi bentuk biodiesel atau akil ester. Dalam bentuk biodiesel, minyak kemiri sunan dapat digunakan tanpa mengubah tatanan mesin sebelumnya. Tetapi, dalam pengubahan kemiri sunan menjadi biodiesel memakan biaya yang sangat banyak banyak. Sehingga, hal tersebut bisa dikatakan kurang efisien dalam masalah biaya.

Maka dari itu, setelah terdapat penelitian tentang karakteristik pembakaran yang dapat berubah ketika ditambahkan alkohol dalam bahan bakar itu. Etanol merupakan senyawa kimia yang memiliki viskositas dan

titik didih yang rendah Etanol merupakan campuran organik bentuk sederhana dari alkohol setelah metanol. Secara teoritis pencampuran biodiesel dengan etanol akan meningkatkan karakteristik pembakaran karena akan meningkatkan *burning rate* dari biodiesel.

## METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental sungguhan. Eksperimental sungguhan ini meneliti tentang pengaruh suatu perbandingan dalam sebuah perlakuan yang berbeda. Metode ini mengamati secara langsung hal-hal yang terjadi pada saat percobaan berlangsung guna mendapatkan hasil suatu perbandingan yang paling baik



Gambar 1. Skema instalasi penelitian

Keterangan:

- |                  |   |
|------------------|---|
| 1. Droplet       | 10. Pressure Gauge                      |
| 2. Heater        | 11. Ruang uji bakar                     |
| 3. Thermocouple  | 12. Lubang untuk alat pembentuk droplet |
| 4. Data logger   | 13. Air dryer                           |
| 5. Laptop        | 14. Air cock                            |
| 6. Jendela       |   |
| 7. Kamera        |   |
| 8. Transformator |   |
| 9. Safety valve  |   |

a. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang besarnya telah ditentukan peneliti sebelumnya sebelum penelitian tersebut dilakukan dan tidak

dipengaruhi oleh variabel lain. Penelitian kali ini variable bebasnya antara lain:

1. Konsentrasi campuran etanol pada *crude* minyak kemiri sunan 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%.
  2. Variasi tekanan (*absolute*) ruang bakar yaitu 1 atm, 3 atm, dan 5 atm.
- b. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan suatu variabel yang nilainya tergantung pada variabel bebas dan hasilnya bisa diketahui setelah penelitian dilakukan. Pada penelitian kali ini variabel terikatnya antara lain:

1. Temperatur pembakaran,
  2. *Ignition delay*
  3. *Burning rate*
  4. Visualisasi nyala api pada proses pembakaran droplet campuran *crude* minyak kemiri sunan dan etanol
- c. Variabel terkontrol

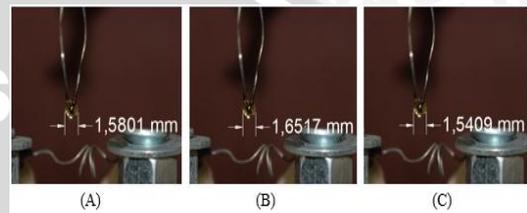
Variabel terkontrol merupakan suatu variabel yang besarnya telah ditentukan sebelum penelitian berlangsung dan bersifat tetap atau konstan. Dalam penelitian ini variabel terkendalinya antara lain:

1. Daya elemen pemanas sebesar: 240 watt
2. Suhu ruang uji bakar sebesar: 25°C - 30°C
3. Diameter droplet yang digunakan berkisar antara 1,40 mm – 1,68 mm

## HASIL DAN PEMBAHASAN

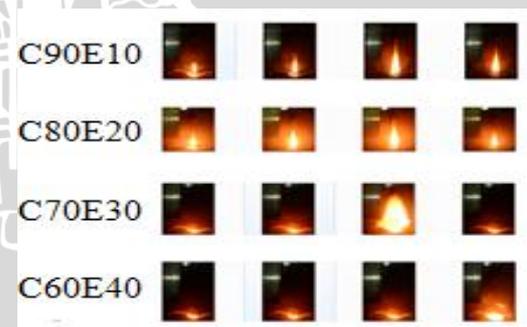
Selama penelitian didapatkan beberapa data berupa foto diameter *droplet*. Temperatur maksimal pembakaran didapatkan dari data dari *thermocouple* dan *data logger* yang diolah dari aplikasi *wavescan 2.0*. sedangkan video yang didapat nantinya akan didapatkan data karakteristik pembakaran berupa waktu *ignition delay* dan waktu *burning rate*. Nilai

*burning rate* didapatkan dengan mencari diameter *droplet* dan *burning rate lifetimes*. 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 2



Gambar 2. Diameter droplet E0 pada tekanan (A) 1 atm, (B) 3 atm, dan (C) 5 atm

Perbedaan viskositas antar *crude* dan etanol juga akan menambah potensi terjadinya *microexploison*. Semakin banyak konsentrasi etanol yang ditambahkan, maka akan semakin besar pula kemungkinan terjadi *microexploison*.



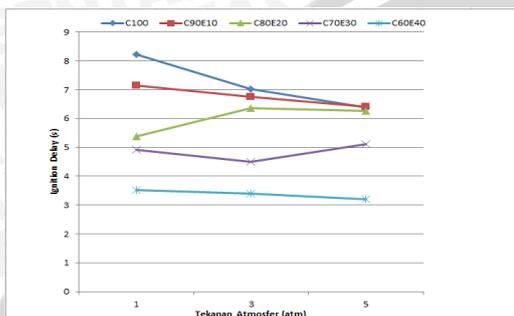
Gambar 3. Nyala api dan fenomena *microexploison* antara *crude* dan etanol pada berbagai konsentrasi pada tekanan 1 atm.

A. Pengaruh Penambahan Etanol dan Tekanan Ruang Bakar terhadap *Ignition delay Droplet Crude* Kemiri Sunan.

Tabel 1 Data hasil pengujian

pembakaran *droplet* terhadap *ignition delay*

IGNITION DELAY			
Minyak	ATM1	ATM 3	ATM 5
C100	8.221	7.013	6.378
C90E10	7.147	6.745	6.411
C80E20	5.378	6.351	6.266
C70E30	4.916	4.507	5.110
C60E40	3.516	3.402	3.192



Gambar 4. Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap *ignition delay*

Gambar 4 menjelaskan pengaruh hubungan konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap waktu *ignition delay crude* minyak kemiri sunan. Terjadi peningkatan dan penurunan pada grafik diatas

Peningkatan waktu *ignition delay* karena temperatur pembakaran temperatur heater belum mencapaiboiling 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<sup>[4]</sup>.

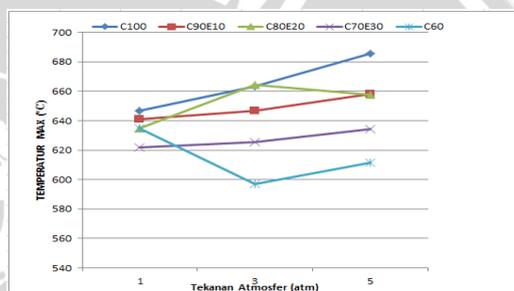
Grafik diatas memiliki kecenderungan waktu *ignition delay* yang semakin menurun seiring bertambahnya tekanan. Dan juga seiring besarnya konsentrasi etanol yang ditambahkan, semakin kecil pula waktu *ignition delay*.

#### B. Pengaruh Penambahan Etanol dan

Tekanan Ruang Bakar terhadap Temperatur Maksimal Pembakaran *Droplet Crude* Kemiri Sunan.

Tabel 2 Data hasil pengujian pembakaran *droplet* terhadap temperatur maksimum

TEMPERATUR MAX			
Minyak	ATM1	ATM 3	ATM 5
C100	646.716	663.132	685.580
C90E10	641.232	646.806	658.215
C80E20	634.962	664.292	657.621
C70E30	621.703	625.457	634.104
C60	634.669	597.053	611.510



Gambar 5. Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap temperatur maksimal

Gambar 5 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 5 pada semua konsentrasi temperatur maksimum cenderung naik. Hal tersebut menunjukkan peningkatan temperatur maksimum seiring dengan meningkatnya tekanan ruang bakar.

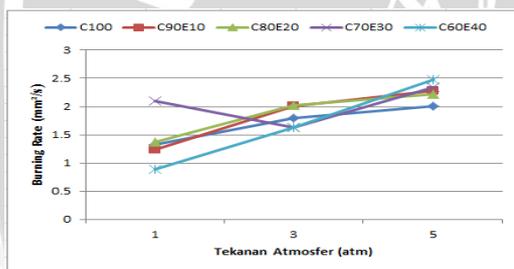
Kenaikan temperatur pada semua konsentrasi dikarenakan penambahan tekanan yang mengakibatkan kenaikan temperatur *droplet* sehingga temperatur pembakaran naik. Selain itu faktor yang lain adalah bahwa dengan semakin

meningkatnya tekanan bahan bakar maka temperatur di dalam *droplet* menjadi semakin bertambah.

C. Pengaruh Penambahan Etanol dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap *Burning rate* Pembakaran *Droplet* *Crude* Kemiri Sunan.

Tabel 3. Data hasil pengujian pembakaran *droplet* terhadap *burning rate*

BURNING RATE			
Minyak	ATM 1	ATM 3	ATM 5
C100	1.331	1.789	2.009
C90E10	1.244	2.012	2.281
C80E20	1.366	2.025	2.218
C70E30	2.098	1.628	2.341
C60E40	0.887	1.628	2.478



Gambar 6. Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap temperatur maksimal

Grafik pada gambar 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)

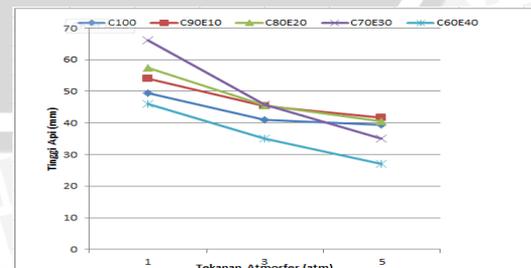
$t$  = waktu (detik)

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*.

D. Pengaruh Penambahan Etanol dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Tinggi Api Pembakaran *Droplet* *Crude* Kemiri Sunan.

Tabel 4. Data hasil pengujian pembakaran *droplet* terhadap tinggi api

TINGGI API			
Minyak	ATM1	ATM 3	ATM 5
C100	49.380	41.060	39.460
C90E10	53.890	45.400	41.700
C80E20	57.310	45.620	40.460
C70E30	66.150	45.690	34.990
C60E40	46.040	35.140	27.110



Gambar 7. Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap

tinggi api

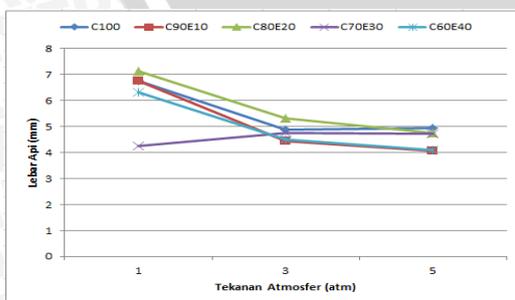
Grafik pada gambar 7 menjelaskan pengaruh hubungan konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap tinggi api *crude* minyak kemiri sunan. Secara umum tinggi api menurun seiring bertambahnya tekanan ruang bakar pada berbagai konsentrasi etanol. Dapat kita lihat tinggi api yang paling tinggi selalu berada pada 1 atm pada berbagai konsentrasi etanol.

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.

E. Pengaruh Penambahan Etanol dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Lebar Api Pembakaran *Droplet* Biodiesel Kemiri Sunan.

Tabel 5. Data hasil pengujian pembakaran *droplet* terhadap lebar api

Lebar Api			
Minyak	ATM 1	ATM 3	ATM 5
C100	6.770	4.880	4.940
C90E10	6.770	4.430	4.070
C80E20	7.140	5.310	4.760
C70E30	4.240	4.770	4.720
C60E40	6.330	4.490	4.110



Gambar 8. Grafik pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap lebar api

Gambar 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 7 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.

## KESIMPULAN

Dari data dan pembahasan pengaruh konsentrasi etanol dan tekanan ruang bakar terhadap karakteristik pembakaran *droplet crude* minyak kemiri sunan didapatkan kesimpulan :

1. Semakin tinggi konsentrasi etanol yang dicampurkan maka ignition

delay, *burning rate*, temperatur, tinggi api, dan lebar api semakin kecil.

2. Semakin tinggi tekanan maka ignition delay, tinggi api, dan lebar api menurun. Sedangkan *burning rate*, temperatur naik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Vossen dan Umali, 2002; Herman dan Pranowo, 2009.
- [2] Balitbang Pertanian Kementan, 2015.
- [3]. Ginley, David S., and David Cahen. 2012. *Fundamental of Materials for Energy and Environmental Sustainability*. ISBN 978-1-107-00023-0. United Kingdom: Cambridge University Press. 2012: 138.
- [4]. Kusumastuti, Risky. 2015. *Pengaruh Kosentrasi Etanol Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Biodiesel Minyak Biji Randu (Ceiba Pentandra)*. Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin UB.

