

repository.ub.ac.id

## PENGARUH KONSENTRASI MINYAK HIDROLISIS KEMIRI SUNAN DAN TEKANAN RUANG BAKAR TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET* MINYAK DIESEL (SOLAR)

Dery Raditya M. P, Purnami, Nurkholis Hamidi

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. Mayjend Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail : myjob.radit@gmail.com

### Abstrak:

*Minyak nabati merupakan bahan bakar yang dapat diperbarui. Minyak nabati didapatkan dari berbagai tanaman seperti : jarak pagar, nyamplung, kelapa sawit, biji bunga matahari dan kemiri sunan. Kemiri sunan memiliki potensi untuk dijadikan bahan bakar minyak nabati dikarenakan kemiri sunan memiliki rendemen minyak kasar yang lebih besar dibandingkan tanaman jarak pagar dan merupakan tanaman non pangan. Namun penggunaan minyak nabati tidak dapat langsung diterapkan pada mesin diesel dikarenakan viskositas yang tinggi. Selain itu kandungan gliserol dapat mengganggu proses pengkabutan pada injektor mesin diesel karena dapat terjadi penyumbatan. Sehingga gliserol pada minyak nabati perlu dipisah dengan menggunakan proses hidrolisis. Minyak hasil proses hidrolisis masih memiliki viskositas yang tinggi sehingga perlu dicampur dengan solar agar dapat langsung diterapkan pada mesin diesel. Pada penelitian ini dilakukan pengujian mengenai pengaruh konsentrasi minyak hidrolisis kemiri sunan dan tekanan ruang bakar terhadap karakteristik pembakaran droplet minyak diesel (solar). Hasilnya yaitu penambahan minyak hidrolisis kemiri sunan akan meningkatkan karakteristik pembakaran berupa temperatur maksimal, ignition delay, tinggi api dan lebar api namun menurunkan karakteristik pembakaran yang berupa burning rate. Sedangkan variasi tekanan ruang bakar juga dapat meningkatkan karakteristik pembakaran yang berupa temperatur maksimal dan burning rate. Namun menurunkan karakteristik pembakaran yang berupa ignition delay, tinggi api dan lebar api. Selain itu campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar) dapat menimbulkan ledakan kecil yang disebut microexplosion.*

**Kata kunci:** Minyak nabati, kemiri sunan, hidrolisis, tekanan ruang bakar, *droplet*, karakteristik pembakaran.

### PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan jaman, kebutuhan energi di Indonesia semakin meningkat terutama pada konsumsi bahan bakar minyak bumi. Sedangkan produksi minyak bumi di Indonesia terus mengalami penurunan. Tahun 2012 produksi minyak bumi Indonesia sebesar 918 (bpd), sedangkan pada tahun 2014 sebesar 852 (bpd) [1]. Penurunan produksi minyak di Indonesia salah satunya disebabkan karena kurangnya eksplorasi dan investasi lain di sektor minyak.

Untuk mengatasi hal ini maka diperlukan upaya pengembangan bahan bakar alternatif pengganti selain bahan bakar minyak bumi, salah satunya yaitu penggunaan bahan bakar dari minyak

nabati. Minyak nabati dapat diperoleh dari tanaman seperti jarak, kelapa sawit, bintaro, kemiri sunan, dan sebagainya. Keunggulan minyak nabati dibandingkan dengan minyak bumi adalah minyak nabati merupakan energi terbarukan, sumber energi bersih, bisa diproduksi secara lokal, dan sebagainya.

Tanaman kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi untuk di jadikan bahan bakar minyak nabati [2]. Produktivitas buah kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) sebesar 6 ton – 7 ton per hektar (ha) per tahun lebih baik dibandingkan dengan tanaman prospektif penghasil minyak lainnya, seperti jarak pagar sebesar 3 ton – 5 ton per hektar (ha) per tahun, kesambi sebesar 1,7 ton per

hektar (ha) per tahun, nyamplung sebesar 1,5 ton – 2,4 ton per hektar (ha) per tahun.

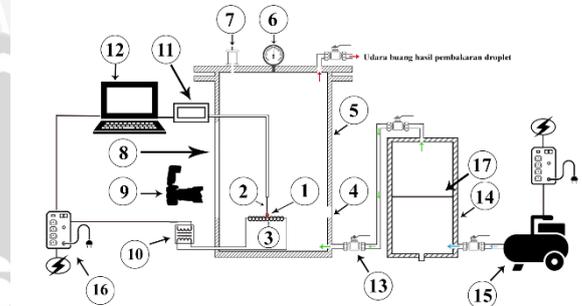
Dalam penerapannya minyak nabati harus diproses terlebih dahulu agar dapat diterapkan sebagai bahan bakar kendaraan, dikarenakan minyak nabati mempunyai viskositas yang tinggi sehingga dalam jangka panjang pemakaian dapat merusak komponen pada ruang bakar kendaraan tersebut. Salah satu solusi agar minyak nabati dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan yaitu melalui proses esterifikasi/transesterifikasi. Minyak nabati hasil dari proses esterifikasi/transesterifikasi dapat digunakan langsung pada mesin diesel. Namun kekurangan dari proses esterifikasi/transesterifikasi yaitu dari segi ekonomis biaya yang dikeluarkan cukup tinggi dan waktu pengolahannya cukup lama. Solusi lain dalam proses agar minyak nabati dapat digunakan sebagai bahan bakar yaitu dengan proses hidrolisis.

Proses hidrolisis merupakan proses penguraian minyak nabati yang tersusun berupa trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Tujuan gliserol dipisahkan dari minyak nabati dikarenakan gliserol dapat mempengaruhi viskositas dan *flash point* minyak nabati menjadi lebih tinggi sehingga susah untuk terbakar. Saat minyak nabati diterapkan langsung pada mesin diesel, minyak nabati akan terurai menjadi gliserol dan asam lemak. Asam lemak dapat teroksidasi atau terbakar relatif sempurna, tetapi gliserol akan membentuk senyawa plastis yang agak padat [3] dan dapat membentuk deposit pada pompa injektor yang berdampak pada kerusakan mesin diesel [3]. Efek negatif lain akibat gliserol adalah terbentuk endapan pada ruang pembakaran. Selain itu proses hidrolisis memiliki keuntungan lebih baik dari biodiesel pada segi ekonomis yaitu proses pengolahan yang mudah dan cepat dan biaya yang lebih murah.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini bahan bakar menggunakan campuran minyak kemiri sunan dan solar. Minyak kemiri sunan yang

digunakan terlebih dahulu telah mengalami proses hidrolisis (pemisahan asam lemak dengan gliserol). Sedangkan solar yang digunakan berasal dari SPBU. Pada penelitian ini juga menggunakan beberapa alat yang disusun seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Skema peralatan pada penelitian

Keterangan:

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1. Droplet                                 | 9. Kamera                  |
| 2. Thermocouple tipe K                     | 10. Transformation AC      |
| 3. Heater                                  | 11. Data logger            |
| 4. Lubang untuk membentuk droplet          | 12. Laptop                 |
| 5. Ruang Uji Bakar                         | 13. Air Cock               |
| 6. Pengukur Tekanan (Pressure Gauge)       | 14. Pengering udara        |
| 7. Katup Pengaman (Safety Valve)           | 15. Kompresor              |
| 8. Lubang untuk Merekam pembakaran droplet | 16. Power supply           |
|  | 17. Filter pengering udara |

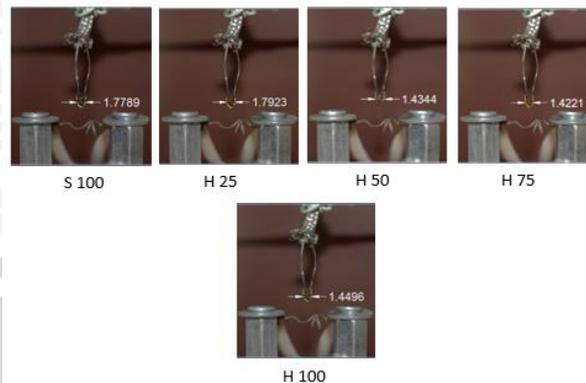
Variabel bebas yang dibahas pada penelitian ini yaitu variasi tekanan ruang bakar (*gauge*) sebesar 0 bar, 2 bar, 4 bar dan kadar campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar) sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, 100%. Variabel terikat yang dibahas pada penelitian ini yaitu visualisasi nyala api, *ignition delay*, *burning rate*, temperatur pembakaran pada proses pembakaran *droplet* campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar). Sedangkan variabel terkontrol yang dibahas pada penelitian ini yaitu temperatur ruang uji bakar sebesar 25 °C - 30°C dan daya elemen pemanas sebesar 100 watt.

Penelitian dimulai dengan pencampuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar) secara mekanik berdasarkan persentase volume sebesar ukuran yang telah ditentukan. Lalu ambil campuran minyak dengan menggunakan *microliter syringe*, lalu bentuk *droplet* pada ujung *thermocouple*. Foto *droplet* pada ujung *thermocouple* dengan kamera. Setelah itu masukkan udara bertekanan dari kompressor menuju ruang bakar sesuai yang telah direncanakan. Nyalakan *heater* agar *droplet* terbakar, saat terjadi proses pembakaran, waktu dan nyala api direkam menggunakan kamera. Setelah proses pembakaran selesai, matikan kamera dan katup gas buang dibuka agar suhu ruang uji bakar turun menjadi 25-30°C. Setelah suhu ruang uji bakar telah mencapai 25-30°C, lanjutkan kembali penelitian menggunakan persentase campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan solar dan variasi tekanan ruang bakar yang telah ditentukan sebelumnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini dilakukan pembakaran *droplet* campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar), dengan berbagai variasi penambahan minyak hidrolisis kemiri sunan dan variasi tekanan ruang uji bakar. Selama proses pembakaran, didapatkan data berupa video proses pembakaran *droplet* yang nantinya didapatkan data karakteristik pembakaran yang berupa *ignition delay time*, visualisasi nyala api (tinggi api dan lebar api), dan *burning lifetime*. Selain itu didapatkan pula foto diameter *droplet* dan temperatur nyala api yang didapatkan dari *thermocouple* yang tersambung dengan *data logger* dan akan terbaca pada aplikasi di komputer.

Diameter *droplet*, tinggi api dan lebar api diukur menggunakan aplikasi *autocad 2015* dengan menggunakan skala penggaris yang sebelumnya telah terpasang di dalam ruang uji bakar, foto hasil ukuran *droplet* dapat dilihat seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Ukuran diameter *droplet*.

Ukuran *droplet* pada variasi tekanan tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Hal tersebut seperti terlihat pada tabel 1. Diameter *droplet* setelah dilakukan pengukuran dengan software *autocad 2015* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data ukuran diameter *droplet* terhadap variasi persentase minyak hidrolisis kemiri sunan dan variasi tekanan.

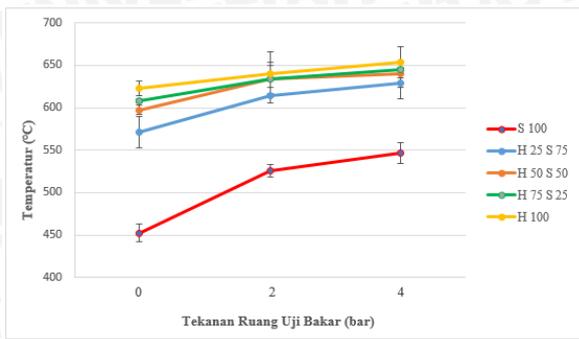
| Persentase Minyak (%) | Diameter Droplet (mm) |        |        |
|-----------------------|-----------------------|--------|--------|
|                       | 0 bar                 | 2 bar  | 4 bar  |
| S 100                 | 1.5189                | 1.7789 | 1.5838 |
| H 25 S 75             | 1.7818                | 1.7923 | 1.7818 |
| H 50 S 50             | 1.4416                | 1.4344 | 1.4932 |
| H 75 S 25             | 1.7613                | 1.4221 | 1.5845 |
| H 100                 | 1.3959                | 1.4496 | 1.46   |

A. Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Temperatur Maksimal Api

Tabel 2. Data temperatur maksimal terhadap variasi persentase minyak hidrolisis kemiri sunan dan variasi tekanan

| Persentase Minyak (%) | Temperatur Maksimal (°C) |          |          |
|-----------------------|--------------------------|----------|----------|
|                       | 0 bar                    | 2 bar    | 4 bar    |
| S 100                 | 452.341                  | 525.2469 | 546.4178 |
| H 25 S 75             | 571.0752                 | 614.7367 | 629.2595 |
| H 50 S 50             | 597.4066                 | 633.2668 | 639.8325 |
| H 75 S 25             | 608.0756                 | 633.6515 | 645.2067 |
| H 100                 | 622.5519                 | 640.0319 | 653.8303 |





Gambar 2. Grafik Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Temperatur Maksimal Api

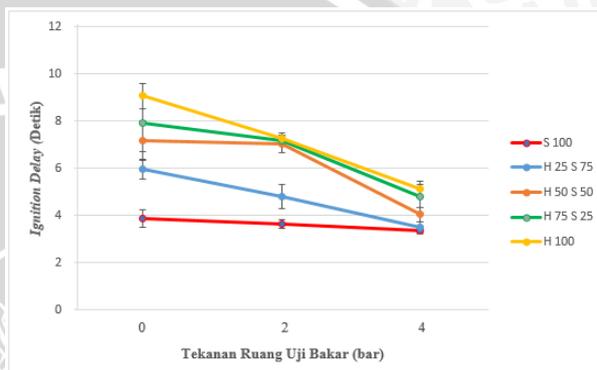
Pada grafik diatas seiring peningkatan tekanan ruang uji bakar menyebabkan temperatur maksimal pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin meningkat. Penyebab kenaikan temperatur maksimal dikarenakan ketika tekanan meningkat maka suhu ruang uji bakar akan semakin meningkat, sehingga akan menyebabkan temperatur maksimal hasil pembakaran juga akan semakin meningkat.

Selain itu variasi penambahan hidrolisis minyak kemiri sunan pada minyak solar juga berpengaruh terhadap temperatur maksimal. Seiring peningkatan penambahan hidrolisis minyak kemiri sunan pada minyak solar menyebabkan temperatur maksimal pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin meningkat. Temperatur tertinggi terdapat pada minyak hidrolisis kemiri sunan 100% (H 100), hal ini disebabkan karena minyak hidrolisis kemiri sunan memiliki viskositas dan densitas yang tinggi [4]. Semakin besar massa bahan bakar maka semakin lama proses terbakarnya *droplet*, semakin lama proses pembakaran maka akan dicapai temperatur yang maksimal [5].

B. Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap *Ignition Delay*

Tabel 3. Data *ignition delay* terhadap variasi persentase minyak hidrolisis kemiri sunan dan variasi tekanan

| Persentase Minyak (%) | <i>Ignition Delay</i> (s) |       |       |
|-----------------------|---------------------------|-------|-------|
|                       | 0 bar                     | 2 bar | 4 bar |
| S 100                 | 3.865                     | 3.651 | 3.344 |
| H 25 S 75             | 5.972                     | 4.813 | 3.503 |
| H 50 S 50             | 7.163                     | 7.024 | 4.041 |
| H 75 S 25             | 7.911                     | 7.186 | 4.818 |
| H 100                 | 9.065                     | 7.258 | 5.108 |



Gambar 3. Grafik Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap *Ignition Delay*

Pada grafik diatas seiring peningkatan tekanan ruang uji bakar menyebabkan *ignition delay* pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin menurun. Penyebab penurunan *ignition delay* dikarenakan peningkatan tekanan pada ruang uji bakar akan meningkatkan temperatur ruang bakar, temperatur yang semakin meningkat ini menyebabkan penguapan pada *droplet* semakin cepat. Semakin cepat proses penguapan pada *droplet* maka *droplet* akan lebih mudah terbakar.

Selain itu variasi penambahan hidrolisis minyak kemiri sunan pada minyak solar juga berpengaruh terhadap *ignition delay*. Seiring peningkatan penambahan minyak hidrolisis kemiri sunan pada minyak solar menyebabkan *ignition delay* pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin

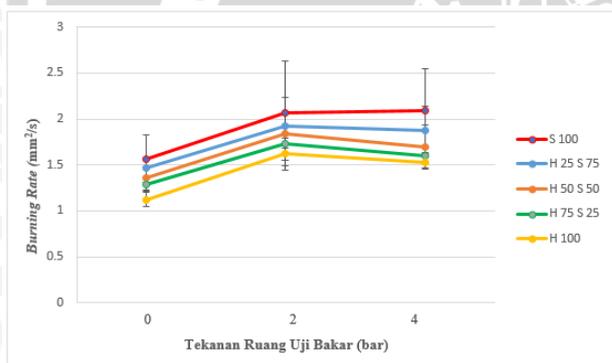


menurun. *Ignition delay* tertinggi terdapat pada minyak hidrolisis kemiri sunan 100% (H 100), hal ini disebabkan semakin besar massa bahan bakar waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan awal juga bertambah [5].

C. Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap *Burning Rate*

Tabel 4. Data *burning rate* terhadap variasi persentase minyak hidrolisis kemiri sunan dan variasi tekanan

| Persentase Minyak (%) | <i>Burning Rate</i> (mm <sup>2</sup> /s) |             |             |
|-----------------------|--|-------------|-------------|
|                       | 0 bar                                    | 2 bar       | 4 bar       |
| S 100                 | 1.566964471                              | 2.061850007 | 2.090530431 |
| H 25 S 75             | 1.465873203                              | 1.923556461 | 1.879827025 |
| H 50 S 50             | 1.355888853                              | 1.838698266 | 1.697403125 |
| H 75 S 25             | 1.286012365                              | 1.72999864  | 1.601173629 |
| H 100                 | 1.124356431                              | 1.620374654 | 1.523362896 |



Gambar 4. Grafik Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap *Burning Rate*

Pada grafik diatas Seiring peningkatan tekanan ruang uji bakar menyebabkan *burning rate* pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin meningkat. Penyebab peningkatan *burning rate* dikarenakan semakin meningkatnya tekanan maka temperatur pada ruang uji bakar semakin meningkat sehingga akan mempercepat difusifitas antara bahan bakar dan udara. Semakin cepat difusifitas bahan bakar dan udara menyebabkan kecepatan

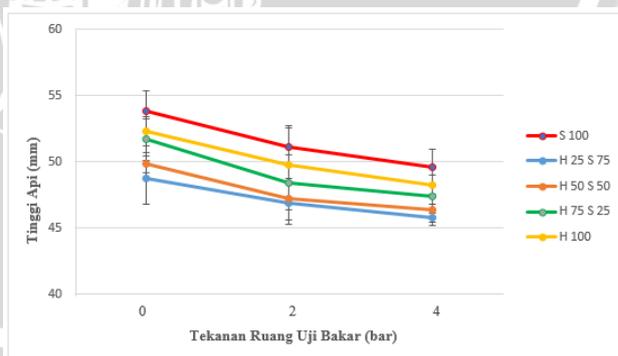
*burning rate* semakin cepat.

Selain itu variasi penambahan minyak hidrolisis kemiri sunan pada minyak solar juga berpengaruh terhadap *burning rate*. Seiring peningkatan penambahan minyak hidrolisis kemiri sunan pada minyak solar menyebabkan *burning rate* pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin meningkat. *Burning rate* tertinggi terdapat pada minyak solar 100%, hal ini dikarenakan minyak solar memiliki rantai karbon lebih pendek dibandingkan rantai karbon minyak hidrolisis. Semakin tinggi rantai karbon pada bahan bakar maka reaksi pembakarannya semakin lama sehingga nilai *burning ratenya* semakin kecil.

D. Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Tinggi Api

Tabel 5. Data tinggi api terhadap variasi persentase minyak hidrolisis kemiri sunan dan variasi tekanan

| Persentase Minyak (%) | Tinggi Api (mm) |         |         |
|-----------------------|-----------------|---------|---------|
|                       | 0 bar           | 2 bar   | 4 bar   |
| S 100                 | 53.8212         | 51.1246 | 49.6111 |
| H 25 S 75             | 48.7225         | 46.8833 | 45.796  |
| H 50 S 50             | 49.8085         | 47.1901 | 46.3839 |
| H 75 S 25             | 51.6692         | 48.4373 | 47.4255 |
| H 100                 | 52.302          | 49.7616 | 48.2496 |



Gambar 5. Grafik Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Tinggi Api



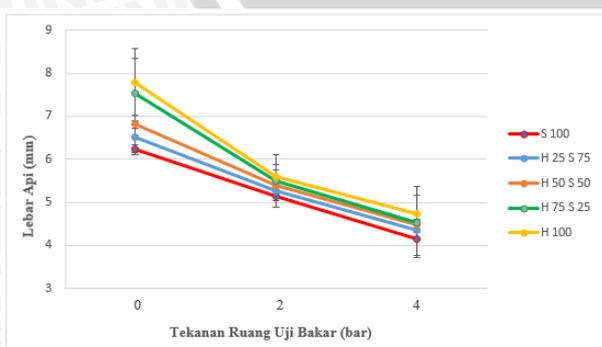
Pada grafik diatas Seiring peningkatan tekanan ruang uji bakar menyebabkan tinggi api pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin menurun. Penyebab penurunan tinggi api dikarenakan semakin tingginya tekanan pada ruang uji bakar maka akan mempercepat reaksi pembakaran pada pembakaran *droplet* sehingga dimensi tinggi api yang ditimbulkan semakin pendek.

Selain itu variasi penambahan minyak hidrolisis kemiri sunan pada minyak solar juga berpengaruh terhadap tinggi api. Seiring peningkatan penambahan minyak hidrolisis kemiri sunan pada minyak solar menyebabkan tinggi api pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin menurun. Tinggi api tertinggi terdapat pada minyak solar 100%, hal ini disebabkan dikarenakan gaya apung penguapan minyak solar yang besar sehingga menyebabkan visualisasi nyala api juga tinggi.

E. Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Lebar Api.

Tabel 6. Data lebar api terhadap variasi persentase minyak hidrolisis kemiri sunan dan variasi tekanan

| Persentase Minyak (%) | Lebar Api (mm) |        |        |
|-----------------------|----------------|--------|--------|
|                       | 0 bar          | 2 bar  | 4 bar  |
| S 100                 | 6.2443         | 5.1321 | 4.1414 |
| H 25 S 75             | 6.5095         | 5.2627 | 4.3554 |
| H 50 S 50             | 6.8275         | 5.3964 | 4.4843 |
| H 75 S 25             | 7.5305         | 5.504  | 4.5426 |
| H 100                 | 7.7911         | 5.6091 | 4.7398 |



Gambar 6. Grafik Pengaruh Persentase Minyak Hidrolisis Kemiri Sunan Dan Tekanan Ruang Bakar Terhadap Lebar Api

Pada grafik diatas Seiring peningkatan tekanan ruang uji bakar menyebabkan lebar api pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin menurun. Penyebab penurunan lebar api dikarenakan semakin tingginya tekanan pada ruang uji bakar maka akan mempercepat reaksi pembakaran pada pembakaran *droplet* sehingga dimensi lebar api yang ditimbulkan semakin pendek.

Selain itu variasi penambahan minyak hidrolisis kemiri sunan pada minyak solar juga berpengaruh terhadap lebar api. Seiring peningkatan penambahan minyak hidrolisis kemiri sunan pada minyak solar menyebabkan lebar api pada masing masing minyak S 100, H 25 S 75, H 50 S 50, H 75 S 25, dan H 100 semakin menurun. Lebar api tertinggi terdapat pada minyak hidrolisis kemiri sunan 100% (H 100), hal ini disebabkan reaksi pembakaran pada minyak hidrolisis kemiri sunan 100% (H 100) lebih lama dibandingkan dengan minyak lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan data hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan Minyak hidrolisis kemiri sunan akan meningkatkan karakteristik pembakaran berupa temperatur maksimal, *ignition delay*, tinggi api dan lebar api namun menurunkan karakteristik pembakaran yang berupa *burning rate*.
2. Variasi tekanan ruang bakar juga dapat meningkatkan karakteristik pembakaran yang berupa temperatur maksimal dan *burning rate*. Namun menurunkan karakteristik pembakaran yang berupa *ignition delay*, tinggi api dan lebar api.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bp *Statistical Review of World Energy*, June, 2015.
- [2]. Herman, M. et al. 2013. *Kemiri Sunan (Reutealis trisperma (Blanco) Airy Shaw) Tanaman Penghasil Minyak Nabati dan Konservasi Lahan*. Bogor: IAARD Press.
- [3]. Pranowo, D. et al. 2014. *Pembuatan Biodiesel dari Kemiri Sunan (Reutealis trisperma (Blanco) Airy Shaw) dan Pemanfaatan Hasil Samping*. Bogor : IAARD Press.
- [4]. K. Pramanik. 2003. *Properties and Use of Jatropha Curcas Oil and Diesel Fuel Blends in Compression Ignition Engine*. Department of Chemical Engineering, Regional Engineering College. India.
- [5]. A. Adib R. 2013. Pengaruh *Microexplosion* Terhadap Karakteristik Pembakaran Bahan Bakar Minyak Jarak Pagar (*Jatrhopa Curcas L*) Pada Berbagai Diameter *Droplet*. Jurnal ROTOR Vol 6 Nomer 1.

