

# PENGARUH KARBON AKTIF TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DROPLET BIJI BUNGA MATAHARI

Rizky Yuntyansyah, ING Wardana, Slamet Wahyudi  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia  
E-mail: rizky.yuntyansyah@gmail.com

## ABSTRAK

Karbon aktif adalah tipe karbon yang telah diproses sedemikian rupa sehingga berpori dan memiliki luas permukaan yang sangat besar. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan karbon aktif terhadap karakteristik pembakaran droplet minyak biji bunga matahari. Penelitian ini dilakukan pada tekanan atmosfer dan suhu ruangan sekitar 25°-30°C. Penelitian ini menggunakan variasi karbon aktif yang berasal dari batok kelapa dan sekam padi dengan persentase masing-masing 0%, 0,01%, 0,02%, dan 0,03%. Karakteristik pembakaran yang diamati meliputi ignition delay, burning rate, kecepatan reaksi pembakaran dan visualisasi nyala api berupa lebar dan tinggi api. Berdasarkan data hasil dari penelitian didapatkan penambahan karbon aktif pada minyak biji bunga matahari mempengaruhi karakteristik pembakarannya. Didapatkan karakteristik pembakaran paling baik yakni pada campuran minyak biji bunga matahari dengan 0,03% karbon aktif yang berasal dari sekam padi. Pada pembakaran campuran tersebut ignition delay bernilai 2,7 detik, burning rate bernilai 1,131 mm<sup>2</sup>/s dan memiliki bentuk api yang membulat.

**Kata Kunci :** Karbon aktif, minyak biji bunga matahari, katalis, karakteristik pembakaran

## ABSTRACT

Activated carbon is type of carbon that had been processed so that it has so widely pores and internal surface area. This study was conducted to determine the effect of activated carbon to burning characteristics on sunflower oil droplet. This study did on atmospher pressure and room temperature around 25°C-30°C. This study used variety of activated carbon made from coconut shell and bran at percentage of 0%, 0,01%, 0,02% and 0,03%. This study observed burning characteristics include ignition delay, burning rate, speed of reaction, high and wide of fire. The result proved that the addition of activated carbon affect burning characteristics of sunflower oil droplet. The best burning characteristics was obtained from mixture of sunflower oil and 0,03% activated carbon made from bran. It has 2,7 second ignition delay, 1,131 mm<sup>2</sup>/s burning rate and it has rounded form of fire.

**Keywords :** Activated carbon, sunflower oil, catalyst, burning characteristics

## PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia pada energi semakin meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi dan otomatisasi. Pemenuhan kebutuhan energi tersebut sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Hal ini yang kemudian menjadi dasar untuk dilakukannya penelitian-penelitian mengenai konservasi energi. Salah satu langkah dalam konservasi energi yaitu dengan mencari dan menemukan sumber energi alternatif baru yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil.

Dalam upaya untuk mengatasi masalah konsumsi energi yang semakin meningkat, pengembangan sumber energi alternatif adalah suatu keharusan. Salah satu diantaranya adalah pemanfaatan minyak biji bunga matahari (*sunflower oil*) sebagai pengganti bahan bakar fosil. Tanaman bunga matahari merupakan salah satu tanaman yang berpotensi tumbuh di iklim Indonesia dan digunakan sebagai penghasil bahan bakar alami yang terbarukan. Untuk mendapatkan minyak, biji dikupas menggunakan alat pengupas sebelum dilakukan proses

pengepresan. Biji dipanaskan hingga temperatur 82-116° C. Setelah itu dipres secara mekanik menggunakan *expeller*, dari proses tersebut dapat memisahkan setengah kandungan minyak, setelah itu diletakkan dalam proses larutan ekstraksi guna memisahkan sisa minyak menggunakan pencucian secara kimiawi. Oleh karena itu, penggunaan minyak biji bunga matahari sebagai sumber energi alternatif khususnya di Indonesia memiliki beberapa kelebihan. Pertama, sumber energi tersebut merupakan sumber energi yang bersifat *renewable* sehingga bisa menjamin kesinambungan produksi. Kedua, Indonesia merupakan wilayah yang sangat cocok sebagai berkembangnya tanaman biji bunga matahari, sehingga ketersediaan bahan baku akan terjamin. Ketiga, pengembangan alternatif ini merupakan proses produksi yang ramah lingkungan<sup>[1]</sup>.

Tetapi Minyak biji bunga matahari ini masih memiliki kekurangan yaitu kesulitan dalam proses pembakarannya yaitu nilai kalor yang rendah, viskositas yang tinggi, serta titik nyala yang tinggi. Maka dari itu minyak ini tidak bisa langsung digunakan untuk mesin diesel, perlu adanya perubahan terlebih dahulu dengan cara menambahkan katalis berupa karbon aktif pada minyak biji bunga matahari yang memungkinkan karbon aktif tersebut mempercepat reaksi pembakarannya.

Agar pembakaran menggunakan minyak biji bunga matahari semakin baik, maka perlu dilakukan rekayasa pada proses pembakarannya. Salah satu rekayasa yang dapat dilakukan ialah menggunakan karbon aktif sebagai katalis untuk mempercepat proses pembakaran sehingga bisa didapatkan karakteristik pembakaran yang lebih baik. Karbon aktif sebagai katalis mempunyai banyak kelebihan diantaranya dapat digunakan kembali, proses sintesis

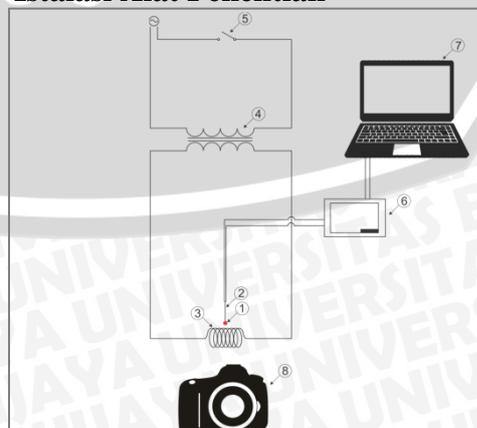
sederhana, stabil pada suhu tinggi dan luas permukaan yang besar<sup>[2]</sup>. Karbon aktif berperan dalam menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi pembakaran minyak biji bunga matahari dapat memiliki karakteristik pembakaran semakin baik

## VARIABEL PENELITIAN

Pada penelitian ini ada tiga macam variabel yang digunakan antara lain: variabel bebas, variabel terikat dan variabel terkontrol. Variabel bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel yang lain, variabel bebas dalam penelitian ini adalah campuran karbon aktif pada minyak biji bunga matahari yaitu 0,01 %, 0,02%, dan 0,03% dari berat minyak biji bunga matahari.

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas yang telah ditentukan dalam penelitian ini. Variabel terikatnya yaitu temperatur pembakaran, *ignition delay*, *burning rate*, dan visualisasi nyala api yang meliputi tinggi dan lebar api pada proses pembakaran *droplet* campuran minyak biji biji bunga matahari dan karbon aktif. dan variabel terkontrol adalah variabel yang dijaga konstan selama pengujian berlangsung yaitu Suhu ruang uji bakar sebesar : 25°C - 30°C, Daya heater : 30 Watt, Diameter droplet : 0,5 mm, dan Kecepatan kamera 60 fps.

## Istalasi Alat Penelitian



Gambar 1 Instalasi Alat Penelitian

Keterangan:

- 1. Droplet
- 2. Thermocouple
- 3. Elemen Pemanas
- 4. Transformator
- 5. Saklar
- 6. Data Logger
- 7. Laptop
- 8. Kamera

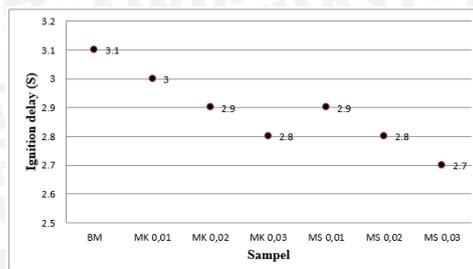
Dalam penelitian ini karbon aktif dicampur secara mekanik dengan minyak kelapa sawit dengan persentase 0%, 0,01%, 0,02% dan 0,03% dengan massa total campuran 20 gram. Kemudian campuran tersebut dimasukkan ke dalam tabung suntik alat pembentuk droplet. Semua komponen dalam instalasi dipasangkan sesuai dengan skema. Droplet diteteskan pada sambungan *thermocouple*. Heater dinyalakan bersamaan dengan kamera dan data *logger*. Ketika proses ini berlangsung, data *logger* mencatat perubahan temperatur dan waktu yang terjadi.

Setelah api muncul pertama kali, heater dimatikan agar panas dari heater tidak mempengaruhi pembacaan data dari *thermocouple*. Data yang terbaca kemudian disimpan untuk selanjutnya dilakukan proses pengolahan data. Selain itu, video yang terekam kamera juga diolah untuk memperoleh data visualisasi nyala api yang berupa tinggi dan lebar api.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterangan	Persentase Minyak Biji Bunga Matahari (%)	Persentase Karbon Aktif (%)
BM	100	0
MS 0,01	99,99	Sekam padi 0,01
MS 0,02	99,98	Sekam padi 0,02
MS 0,03	99,97	Sekam padi 0,02
MK 0,01	99,99	Batok kelapa 0,01
MK 0,02	99,98	Batok kelapa 0,02
MK 0,03	99,97	Batok kelapa 0,03

Gambar 2 Data pencampuran minyak biji bunga matahari dengan karbon aktif

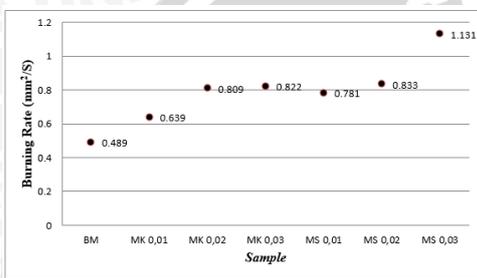


Gambar 3 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif terhadap *ignition delay* pembakaran *droplet* minyak biji bunga matahari

Pada pembakaran minyak biji bunga matahari dengan penambahan persentase karbon aktif batok kelapa dan juga penambahan persentase karbon aktif sekam padi menunjukkan penurunan nilai *ignition delay*, hal ini diakibatkan karbon aktif dapat menurunkan energi aktivasi pembakaran. Karbon aktif berperan dalam reaksi adisi ikatan rangkap yang terkandung dalam minyak biji bunga matahari, yaitu asam oleat (C18:1) sejumlah 31,5% dan asam linoleat (C18:2) sejumlah 55,4%<sup>[3]</sup>. Karbon aktif menyebabkan ikatan ganda kehilangan elektron dan menyebabkan minyak bermuatan, sehingga reaktif dan lebih mudah terjadi reaksi pembakaran, yang berarti nilai *ignition delay* lebih rendah. Semakin banyak kadar karbon aktif batok kelapa yang ditambahkan menyebabkan nilai *ignition delay* semakin menurun.

Akan tetapi penambahan karbon aktif dari sekam padi justru menyebabkan nilai *ignition delay* semakin menurun di bandingkan dengan penambahan karbon aktif dari batok kelapa. Hal ini disebabkan kandungan silika pada karbon aktif sekam padi. Silika memiliki sifat semi konduktor, dalam arti silika mampu menyerap panas dan juga menghantarkan panas. Silika dapat bersifat konduktor jika silika melepas satu atau lebih elektron atau menerima satu atau lebih elektron. Dalam struktur minyak biji

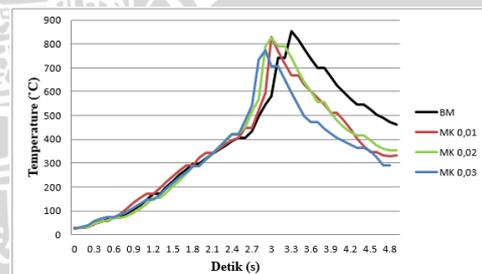
bunga matahari mengandung banyak ikatan ganda, sehingga ikatan ganda yang berada di dalamnya akan terganggu dengan adanya karbon aktif dan juga silika. Silika ini akan menarik electron pada ikatan minyak biji bunga matahari sehingga silika mendapatkan electron. Dengan bertambahnya elektron pada silika, membuat elektron pada silika semakin bergerak bebas dan membuat elektronnya bergetar. Hal ini yang menyebabkan silika menjadi sifat konduktor yang nantinya akan mentransfer panas.<sup>[4]</sup>



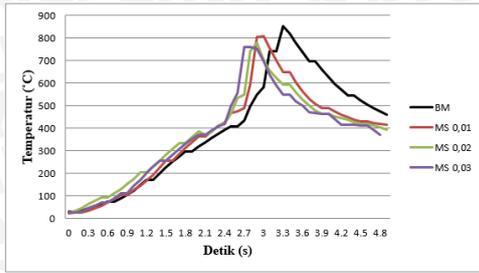
Gambar 4 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif terhadap *burning rate* pembakaran *droplet* minyak biji bunga matahari

Penghitungan nilai *burning rate* memerlukan data diameter *droplet* dan *burning lifetime*. Rumus yang digunakan adalah :  $D^2 = D_0^2 - K_c.t$ . Karbon aktif berfungsi membuat molekul kelapa sawit menjadi bermuatan dan lebih mudah berdifusi dengan oksigen dalam reaksi pembakaran, dikarenakan karbon aktif memiliki jumlah proton yang lebih sedikit dibandingkan oksigen, sehingga karbon aktif cenderung melepaskan elektronnya ke oksigen. Elektron dari karbon aktif diberikan kepada oksigen yang menyebabkan oksigen bermuatan negatif dan karbon aktif bermuatan positif. Setelah karbon aktif yang bermuatan positif dicampur dengan minyak biji bunga matahari, maka karbon aktif cenderung menarik elektron yang ada pada ikatan rangkap minyak kelapa sawit.

Kemudian terjadi reaksi adisi yang menyebabkan ikatan rangkap yang terdapat pada minyak kelapa sawit diputus menjadi ikatan tunggal dan mengakibatkan minyak kelapa sawit bermuatan positif. Dengan kondisi biji bunga matahari yang bermuatan positif dan oksigen disekitar *droplet* bermuatan negatif maka akan saling tarik menarik yang diakibatkan oleh beda potensial dan memudahkan terjadinya proses difusi. hal inilah yang membuat pembakaran akan terjadi semakin cepat dan nilai *burning rate* akan tinggi karena nilai *burning rate* berbanding terbalik dengan *burning lifetime*. Dari grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif terhadap *burning rate* pembakaran *droplet* minyak biji bunga matahari diatas menunjukkan bahwa karbon aktif yang berasal dari sekam padi memiliki nilai *burning rate* lebih tinggi daripada karbon aktif yang berasal dari batok kelapa. Hal ini disebabkan karbon aktif yang berasal dari sekam padi mengandung banyak silika yang bersifat menjadi konduktor.

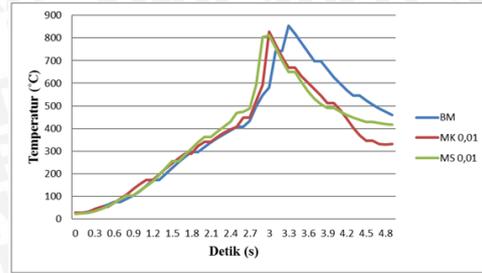


Gambar 5 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif batok kelapa terhadap kecepatan reaksi pembakaran *droplet* minyak biji bunga matahari

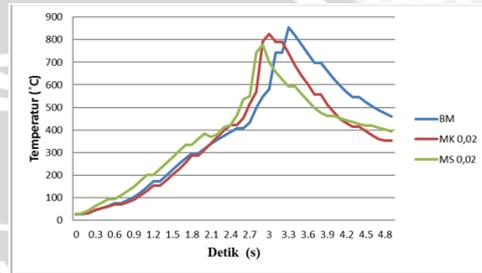


Gambar 6 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif sekam padi terhadap kecepatan reaksi pembakaran droplet minyak biji bunga matahari

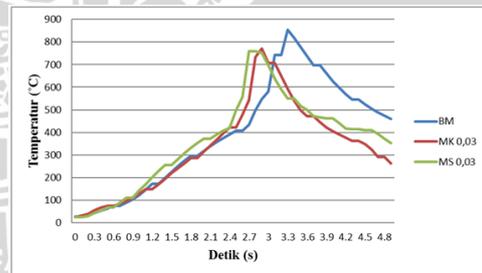
Dapat dilihat pada kedua gambar 5 dan gambar 6 bahwa dengan penambahan karbon aktif pada minyak biji bunga matahari membuat reaksi pembakaran yang di hasilkan menjadi lebih cepat daripada minyak biji bunga matahari tanpa penambahan karbon aktif. Hal ini dikarenakan karbon aktif membuat molekul minyak biji bunga matahari menjadi lebih bermuatan dan lebih mudah berdifusi dengan oksigen ketika reaksi pembakaran. Karbon aktif (C) memiliki jumlah proton yang lebih sedikit daripada oksigen, sehingga karbon aktif cenderung melepaskan elektronnya ke oksigen. Elektron dari karbon aktif diberikan kepada oksigen yang dimana terjadi beda potensial, sehingga oksigen lebih bermuatan negatif dan karbon aktif lebih bermuatan positif dikarenakan kehilangan elektronnya. Karena karbon aktif bermuatan positif, maka karbon aktif menarik elektron yang ada pada ikatan rangkap minyak biji bunga matahari yang dimana energy disosiasi ikatan rangkap jika di putus menjadi ikatan tunggal memiliki energi ikatan yang lemah. Dengan keadaan minyak biji bunga matahari yang bermuatan inilah membuat pembakaran akan terjadi semakin cepat.



Gambar 7 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif 0,01% terhadap kecepatan reaksi pembakaran droplet minyak biji bunga matahari



Gambar 8 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif 0,02% terhadap kecepatan reaksi pembakaran droplet minyak biji bunga matahari



Gambar 9 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif 0,03% terhadap kecepatan reaksi pembakaran droplet minyak biji bunga matahari

pada gambar 7, gambar 8 dan gambar 9 menunjukkan hubungan variasi persentase penambahan karbon aktif (sekam padi dan batok kelapa) terhadap kecepatan reaksi pembakaran droplet minyak biji bunga matahari. Dari ketiga gambar, dapat diketahui bahwa dengan persentase karbon aktif yang sama memiliki kecenderungan

minyak biji bunga matahari memiliki nilai kecepatan reaksi pembakaran yang paling lambat jika dibandingkan dengan minyak biji bunga matahari dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi dan juga penambahan dari karbon aktif batok kelapa. Dan juga reaksi pembakaran yang paling cepat adalah minyak biji bunga matahari dengan penambahan karbon aktif dari sekam padi. Hal ini dikarenakan dalam karbon aktif yang berasal dari sekam padi mengandung banyak silika di dalamnya.

Sampel	Tinggi Api (mm)	Lebar Api (mm)
BM	15,666	5,556
MS 0,01	14,231	5,312
MS 0,02	15,379	5,252
MS 0,03	12,874	5,200
MK 0,01	15,234	5,183
MK 0,02	13,119	4,717
MK 0,03	10,064	6,992

Gambar 10 Tabel data tinggi dan lebar api hasil pembakaran droplet

Pengukuran dilakukan dengan cara mengkonversi video menjadi gambar, kemudian dipilih gambar dengan penampakan api. Setelah itu dengan menggunakan *software* KLONG *Image Measurement* diambil perbandingan skala *pixel* per milimeter dengan acuan penggaris yang ada dalam gambar. Kemudian skala tersebut digunakan untuk mengukur tinggi dan lebar api.

Penambahan karbon aktif batok kelapa menyebabkan menurunnya dimensi api karena penambahan ini menyebabkan proses pembakaran semakin cepat. Proses pembakaran yang cepat berarti reaksi pembakarannya juga cepat yang diakibatkan difusivitas molekulnya kecil. Panjang api

berbanding terbalik dengan difusivitas molekul<sup>[5]</sup>

Namun pada Namun pada MK 0,02 memiliki tinggi api yang lebih besar daripada MK 0,01. Hal ini disebabkan dengan penambahan karbon aktif yang semakin banyak menyebabkan molekul minyak biji bunga matahari lebih bermuatan dan lebih reaktif ketika pembakaran sehingga akan mempermudah terjadinya *micro-explosion* yang lebih banyak.

Dan juga pada MS 0,03 memiliki nilai lebar api yang paling besar dibandingkan dengan penambahan karbon aktif pada minyak biji bunga matahari lainnya. Hal ini dikarenakan dengan penambahan karbon aktif yang semakin bertambah menyebabkan molekul minyak biji bunga matahari lebih bermuatan dan lebih reaktif ketika pembakaran, sehingga akan mempermudah terjadinya *micro-explosion* yang dimana membuat lebar api semakin membesar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

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

1. Penambahan presentase karbon aktif pada minyak biji bunga matahari membuat tinggi dan lebar api cenderung mengalami penurunan. Tetapi pada presentase 0,03 % pada penambahan karbon aktif batok kelapa mengalami kenaikan lebar api di bandingkan dengan presentase 0,01 % penambahan karbon aktif batok kelapa dikarenakan terjadinya *micro-explosion* diawal pembakaran. Dan juga pada presentase 0,03 % penambahan karbon aktif sekam padi mengalami kenaikan dikarenakan terjadinya *micro-explosion*.
2. Penambahan presentase karbon aktif pada minyak biji bunga matahari dapat meningkatkan nilai *burning rate* namun

- menurunkan nilai *ignition delay*. Hal ini dikarenakan dengan adanya karbon aktif dapat mempercepat reaksi pembakaran pada minyak biji bunga matahari dengan memotong ikatan ganda menjadi ikatan tunggal pada minyak biji bunga matahari.
3. Jika dilihat dari kecepatan reaksi pembakaran yang terjadi pada minyak biji bunga matahari semakin banyak penambahan karbon aktif dari sekam padi memiliki pembakaran yang paling cepat dibandingkan pembakaran dengan penambahan karbon aktif batok kelapa Hal ini dikarenakan adanya silika dalam sekam padi yang bersifat konduktor dimana elektron dari minyak biji bunga matahari akan di tarik silika sehingga silika mempunyai kelebihan elektron dan mengakibatkan tidak stabil. Ketidakstabilan inilah yang nantinya membuat elektron silika bergerak bebas dan bergetar sehingga akan mentarnsferkan panas.

Adapun saran yang diperuntukan dalam penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan Karbon aktif dari sekam padi dan batok kelapa yang lebih kecil.
2. Perlu dilakukan penelitian khusus mengenai pengaruh kandungan silika yang bersifat semikonduktor yang mempengaruhi cepat tidaknya reaksi pembakarannya.
3. Dalam penelitian selanjutnya, digunakan sistem semi otomatis untuk proses pembentukan *droplet* dan penyalaan *droplet*

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wardana, I.N.G. 2008. Bahan Bakar & Teknologi Pembakaran. Brawijaya

University Press. Malang.

- [2] Alam, S.S. 2011. *A Theoretical study of Liquid Droplet Combustion*. Aligarh Muslim University. India.
- [3] Bailey, A. E. 1957. *Industrial Oil and Fat Products and Chemical Constitution of Natural Fats*, 3rd edn. New york
- [4] *Thermoelectric Handbook Macro to Nano* ISBN-10:0-8493-2264-2
- [5] Wardana, I.N.G. 2008. *Combustion characteristics of jatropa oil droplet at various oil temperatures*. ELSEVIER. Fuel 89 : 659-664