

PENGARUH KARBON AKTIF TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET* MINYAK KELAPA SAWIT

Byan Arga Priatna., ING Wardana., Slamet Wahyudi.

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: byanarga29@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 kelapa sawit. 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 yaitu 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 kelapa sawit mempengaruhi karakteristik pembakarannya. Didapatkan karakteristik pembakaran paling baik yakni pada campuran minyak kelapa sawit dan 0,03% karbon aktif yang berasal dari batok kelapa. Pada pembakaran campuran tersebut ignition delay bernilai 1,9 detik, burning rate bernilai 1,054 mm²/s dan memiliki bentuk api yang membulat.

Kata Kunci : Karbon aktif, minyak kelapa sawit, 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 crude palm 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 crude palm oil droplet. The best burning characteristics was obtained from mixture of crude palm oil and 0,03% activated carbon made from coconut shell. It has 1,9 second ignition delay, 1,054 mm²/s burning rate and it has rounded form of fire.

Keywords : Activated carbon, crude palm 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 kelapa sawit (*palm oil*) sebagai pengganti bahan bakar fosil. Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik di lingkungan tropis pada ketinggian 0-500 meter di atas permukaan laut. Tanaman ini dapat berkembang dengan baik pada curah hujan stabil, artinya kelapa sawit sangat cocok untuk ditanam di Indonesia. Oleh karena itu, penggunaan minyak kelapa sawit 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 habitat berkembangnya tanaman kelapa sawit, sehingga ketersediaan bahan baku akan terjamin. Ketiga, pengembangan alternatif ini merupakan proses produksi yang ramah lingkungan^[1].

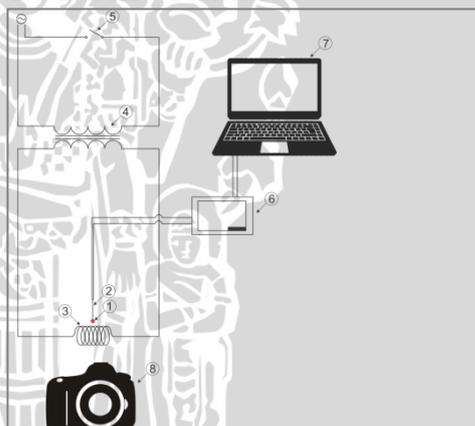
Agar pembakaran menggunakan minyak kelapa sawit semakin baik, maka perlu dilakukan rekayasa pada proses pembakarannya. Salah satu rekayasa yang dapat dilakukan ialah menggunakan karbon aktif sebagai katalis untuk mempercepat proses pembakaran sehingga bisa didapatkan karakteristik pembakaran yang lebih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

kembali, proses sintesis sederhana, stabil pada suhu tinggi dan luas permukaan yang besar^[2]. Karbon aktif berperan dalam menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi pembakaran minyak kelapa sawit dapat memiliki karakteristik pembakaran semakin baik.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental (*true experimental research*). Terdapat 3 variabel yang digunakan pada penelitian ini yakni, variabel terkontrol berupa diameter droplet 0,5 mm. Variabel bebas berupa campuran minyak kelapa sawit dengan karbon aktif dengan persentase 0%, 0,01%, 0,02%, dan 0,03 % serta jarak droplet terhadap kamera sejauh 20 cm. Variabel terikat berupa ignition delay, burning rate, kecepatan reaksi dan visualisasi nyala api berupa lebar dan tinggi api.

Istalasi Alat Penelitian



Gambar 1 Instalasi Alat Penelitian

Keterangan:

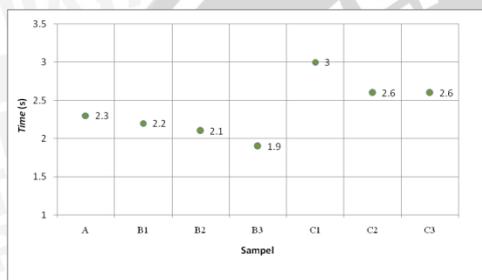
- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. Droplet | 5. Saklar |
| 2. Thermocouple | 6. Data Logger |
| 3. Elemen Pemanas | 7. Laptop |
| 4. Transformator | 8. Kamera |

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* akan 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

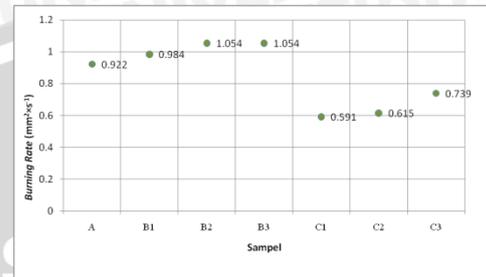


Gambar 2 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif terhadap *ignition delay* pembakaran *droplet* minyak kelapa sawit

Pada pembakaran minyak kelapa sawit dengan penambahan persentase karbon aktif batok kelapa 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 kelapa sawit, yaitu asam oleat (C18:1) sejumlah 39.2% dan asam linoleat (C18:2) sejumlah 10.1%^[3]. 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* meningkat. Hal ini disebabkan kandungan silika pada karbon aktif sekam

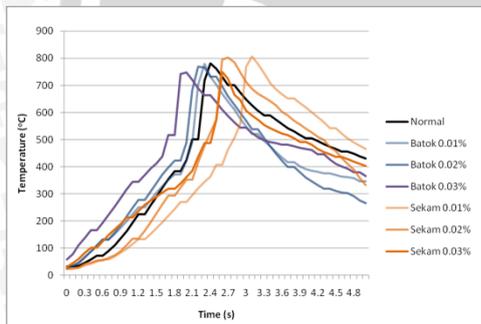
padi. Silika bersifat isolator pada suhu rendah sehingga menghambat transfer panas yang digunakan sebagai energi aktivasi pada proses reaksi pembakaran. Semakin banyak senyawa Si-C mengakibatkan peningkatan nilai resistivitas dan disertai penurunan nilai konduktivitas termal^[4].



Gambar 3 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif terhadap *burning rate* pembakaran *droplet* minyak kelapa sawit

Penghitungan nilai *burning rate* memerlukan data diameter *droplet* dan *burning lifetime*. Rumus yang digunakan adalah : $D^2 = D_0^2 - K_c \cdot t$. 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 kelapa sawit, 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 minyak kelapa 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*. Namun dari grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif terhadap *burning rate* pembakaran *droplet* minyak kelapa sawit diatas menunjukkan bahwa karbon aktif yang berasal dari batok kelapa memiliki nilai *burning rate* lebih tinggi daripada karbon aktif yang berasal dari sekam padi. Hal ini disebabkan karbon aktif yang berasal dari sekam padi mengandung banyak silika.



Gambar 4 Grafik pengaruh variasi penambahan karbon aktif terhadap kecepatan reaksi pembakaran *droplet* minyak kelapa sawit

Gambar 4 menunjukkan hubungan variasi penambahan karbon aktif terhadap kecepatan reaksi pembakaran *droplet* minyak kelapa sawit. Grafik tersebut berisi data temperatur pada sisi vertikal dan waktu pada sisi horisontal, maka dapat dikatakan bahwa kecepatan reaksi pembakaran adalah gradien atau kemiringan dari garis pada grafik tersebut. Semakin tegak garis tersebut berarti menunjukkan kecepatan reaksi pembakarannya berlangsung cepat, begitu juga sebaliknya semakin miring gradien garis grafiknya menunjukkan bahwa reaksi pembakarannya berlangsung lebih lambat.

Pada pembakaran minyak kelapa sawit dengan penambahan karbon aktif batok

kelapa menunjukkan garis yang tegak atau dengan kata lain terjadi penurunan kecepatan reaksi, hal ini diakibatkan karbon aktif dapat menyebabkan ikatan ganda kehilangan elektron dan menyebabkan minyak bermuatan sehingga menjadi lebih reaktif, artinya molekul dari minyak tersebut lebih aktif mencari pasangan untuk berikatan ketika proses reaksi terjadi, karena lebih reaktif tersebut maka kecepatan reaksi menjadi lebih singkat. Semakin banyak kadar karbon aktif batok kelapa yang ditambahkan menyebabkan kecepatan reaksi semakin singkat.

Sampel	Tinggi Api (mm)	Lebar Api (mm)
A	7.66	4.41
B1	7.76	5.27
B2	7.72	4.31
B3	6.42	4.12
C1	8.81	4.98
C2	8.62	4.98
C3	7.95	4.60

Gambar 5 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 KLNK 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^[5]

Namun pada penambahan karbon aktif sekam padi menyebabkan reaksi pembakaran semakin lama dan akibatnya dimensi api memanjang dan besar. Hal ini diakibatkan kandungan silikon pada sekam padi bersifat isolator sehingga menyebabkan sebagian panas yang harusnya dapat langsung digunakan dalam reaksi dihambat oleh silikon.

KESIMPULAN DAN SARAN

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

1. Penambahan karbon aktif pada minyak kelapa sawit dapat mempengaruhi karakteristik pembakarannya yang meliputi dimensi nyala api, *ignition delay*, *burning rate* dan kecepatan reaksi pembakaran.
2. Penambahan karbon aktif yang berasal dari batok kelapa mempunyai efek yang berbeda terhadap karakteristik pembakarannya jika dibandingkan dengan karbon aktif yang berasal dari sekam padi.
3. Penambahan karbon aktif batok kelapa pada minyak kelapa sawit dapat meningkatkan nilai *burning rate*, dan menurunkan nilai *ignition delay*, dimensi api, serta mempercepat reaksi pembakaran. Sebaliknya penambahan karbon aktif sekam padi pada minyak kelapa sawit dapat menurunkan nilai *burning rate*, dan meningkatkan nilai *ignition delay*, dimensi api dan memperlambat reaksi pembakaran.
4. Penambahan persentase karbon aktif baik yang berasal dari batok kelapa maupun sekam padi pada minyak kelapa sawit dapat meningkatkan nilai *burning rate*, dan menurunkan nilai *ignition delay*, dimensi api, serta mempercepat reaksi pembakaran.
5. Karbon aktif sekam padi mengandung silika sehingga menyebabkan nilai *burning rate* menurun, dan meningkatkan nilai *ignition delay*, dimensi api dan memperlambat reaksi pembakaran.

Adapun saran yang diperuntukan dalam penelitian ini adalah :

1. *Thermocouple* yang digunakan dalam penelitian perlu diganti dengan

thermocouple yang memiliki sensitifitas lebih tinggi sehingga dapat menyajikan data temperatur yang lebih detail.

2. Perlu dibuat otomatis antara saklar dan perekam data sehingga penyalaan *heater* dan perekam data dapat berjalan bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mekhilef, S. 2010. *A review on palm oil biodiesel as a source of renewable fuel*. University of Malaya. Malaysia
- [2] Konwar, Lakhya Jyoti dkk.2013. *Review on latest developments in biodiesel production using*
- [3] Mba, Ogan I. 2015. *Palm oil: Processing, characteristics and utilization in the food*
- [4] *Thermoelectric Handbook Macro to Nano* ISBN-10:0-8493-2264-2
- [5] Wardana, I.N.G. 2008. *Combustion characteristics of jatropha oil droplet at various oil temperatures*. ELSEVIER. Fuel 89 : 659-664