

# Studi Eksperimental Penyalaan Biodiesel pada Burner Simulator Skala Kecil

Ilham Arnif\*, Dwika Budianto dan Cahyadi

Balai Besar Teknologi Konversi Energi, BPPT Kawasan

Puspiptek Serpong Gd. 620, Tangerang Selatan

\*Corresponding author: Ilham.arnif@bppt.go.id

**Abstract.** This research discussed about the experimental study of the ignition of diesel and biodiesel blends by using a small-scale burner simulator. The sample tests were high speed diesel (B0), biodiesel 10% (B10), biodiesel 20% (B20), biodiesel 30% (B30) and biodiesel 100% (B100). The characteristic of the flame length and the time ignition of the diesel and biodiesel blends would be discussed on this study. Diesel and biodiesel were ignited at the same operation pattern. The visual inspection used high-speed camera to determine the testing results. The results showed that the flame length of B0, B10, B20 and B30 were 55 cm, 42 cm, 35 cm and 30 cm, respectively. While the ignition time of B0, B10, B20, and B30 were 0.1s, 1.2s, 1.5s, and 3.6s, respectively. However, the B100-sample test were not ignited and burnt by burner simulator. The higher composition of biodiesel the lower of the flame length and the more time to be ignited. The characteristic ignition parameter is emphasized one this study

**Abstrak.** Penelitian ini membahas tentang studi eksperimental penyalaan diesel dan campuran biodiesel pada burner simulator skala kecil. Sampel uji terdiri dari *high speed diesel* (B0), biodiesel 10% (B10), biodiesel 20% (B20), biodiesel 30% (B30) dan biodiesel 100% (B100). Karakteristik panjang penyalaan (*flame length*) dan waktu penyalaan (*ignition time*) dari diesel dan campuran biodiesel akan didiskusikan pada studi ini. Diesel dan biodiesel dinyalakan pada pola operasi yang sama. Inspeksi visual menggunakan kamera berkecepatan tinggi untuk menentukan hasil pengujian. Hasil eksperimen menunjukkan panjang nyala api sebesar 55 cm, 42 cm, 35 cm, 30 cm untuk sampel B0, B10, B20, B30. Sedangkan waktu penyalaan masing-masing sampel sebesar 0.1 s, 1.2 s, 1.5 s, 3.6 s untuk sampel B0, B10, B20, B30. Akan tetapi, pengujian sampel B100 tidak mampu menyala dan terbakar pada burner simulator. Semakin bertambah komposisi biodiesel maka semakin pendek panjang nyala api dan semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menyala.

**Kata kunci:** karakteristik, biodiesel, BXX, nyala api, waktu penyalaan.

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Semangat pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) di Indonesia terus ditingkatkan guna mencapai target pemenuhan bauran energi untuk EBT yang mencapai 23% pada tahun 2025. Pemanfaatan EBT secara bertahap ditingkatkan untuk mengurangi ketergantungan sumber energi fosil seperti minyak bumi (0,4%), batubara (54,6%), dan gas alam (22%) pada tahun 2025 [1]. Konservasi dan konversi energi dilakukan untuk mencapai target tersebut.

Dewasa ini penggunaan biodiesel sebagai pengganti bahan bakar solar semakin gencar untuk dikembangkan. Tak hanya digunakan untuk sektor transportasi, biodiesel juga merambah sektor perusahaan tambang ataupun sektor pembangkitan listrik. Biodiesel merupakan bahan bakar nabati (BBN) berupa ester metil dari asam – asam lemak

(*fatty acid methyl ester*, FAME). Biodiesel dapat digunakan langsung ataupun dicampur dengan bahan bakar minyak (BBM) berjenis minyak solar membentuk bahan bakar yang biasa disebut biosolar. Komposisi campuran biodiesel dan BBM lazimnya disebut dengan BXX tergantung dengan perbandingan volumetrik biodiesel yang digunakan [2]. Biodiesel di Indonesia didominasi oleh minyak kelapa sawit atau *crude palm oil* (CPO). Produksi biodiesel mencapai 164 ribu ton pada tahun 2017 dan meningkatkan secara signifikan ke angka 1,56 juta ton di tahun 2018 [3]. Biodiesel ini secara intensif dan masif ditingkatkan produksinya dari tahun ke tahun melalui PERMEN ESDM no.41 tahun 2018 tentang “Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel dalam Kerangka Pembiayaan oleh Badan Pengelola Dana Perkebunan Sawit” guna mengakselerasi percepatan penggunaan biodiesel di Indonesia [4].

Pengalihan penggunaan *High Speed Diesel* (HSD) menjadi B20 pada sektor pembangkitan tenaga listrik tidak dapat dipungkiri. Penggunaan B20 tersebut salah satunya digunakan sebagai bahan bakar sistem *burner* dalam proses pemanasan tungku saat *start up boiler*. Dari penggunaan B20 ini mulai timbul gejala permasalahan dalam proses penyalaan *burner*. Sedangkan sebelumnya, pada saat menggunakan HSD pada sistem *burner* tidak pernah mengalami kendala. Hal ini yang melatarbelakangi penelitian mengenai pengaruh penggunaan campuran biodiesel pada proses penyalaan *burner* pada sistem *preheat awal boiler*.

Shen, dkk [5] meneliti karakteristik biodiesel menggunakan *planar laser-induced fluorescence* (PLIF) terhadap OH radical atau disebut dengan OH-PLIF. Biodiesel yang diteliti adalah minyak jarak (*Jatropha Curcas L.*) dan minyak bekas (*waste oil*). Shen meneliti sistem pembakaran – atomisasi – evaporasi dari biodiesel.

Penelitian ini membahas mengenai perbandingan karakteristik kondisi penyalaan pada *burner simulator* skala kecil dengan variasi campuran biodiesel. Parameter panjang nyala api (*flame length*) dan waktu penyalaan (*ignition time*) dengan berbagai variasi BXX menjadi fokus bahasan pada tulisan ini. Hasil kajian disimulasikan untuk menginvestigasi kegagalan sistem penyalaan *burner* pemanas pada *boiler* pembangkit listrik .

### Metode Penelitian

Metode pengujian yang dilakukan adalah dengan cara mensimulasikan penyalaan pada *oil burner* skala kecil dengan tekanan 1 MPa terhadap masing – masing sampel uji yang terdiri dari bahan bakar B0, B10, B20, B30, dan B100. Variasi sampel uji biodiesel diperoleh dengan melakukan pencampuran bahan bakar solar HSD dengan FAME berdasarkan volumetrik seperti dijelaskan dalam Tabel 1. Pengujian dilakukan di ruang terbuka dengan tekanan atmosfer 1 atm dan udara sekitar 30°C.

**Tabel 1.** Perbandingan volumetrik biodiesel

| No | HSD<br>(% vol) | FAME<br>(% vol) | BXX  |
|----|----------------|-----------------|------|
| 1  | 100            | 0               | B0   |
| 2  | 90             | 10              | B10  |
| 3  | 80             | 20              | B20  |
| 4  | 70             | 30              | B30  |
| 5  | 0              | 100             | B100 |

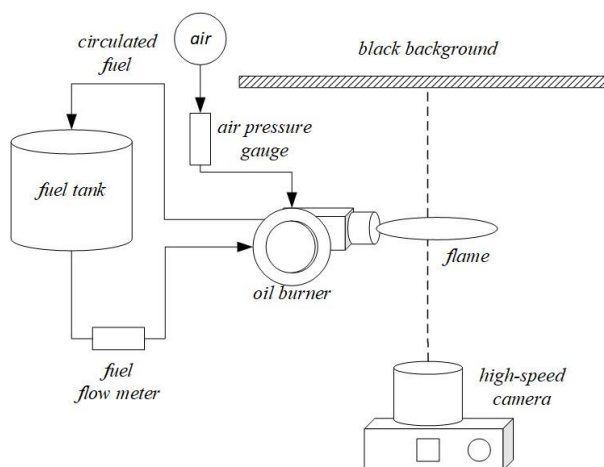
Sampel B0, B10, B20, B30, dan B100 masing-masing diuji secara bergantian dan berurutan. Proses *flushing* dilakukan setiap penggantian bahan bakar. BXX yang baru dibiarkan menyala selama 10 menit untuk menjamin kualitas pembakaran sesuai

dengan BXX yang digunakan. Laju bahan bakar diukur menggunakan *flowmeter*. Udara masuk diatur dari bukaan *burner* yang terukur menggunakan *air pressure gauge*.



**Gambar 1.** Bahan bakar BXX pada eksperimen

Eksperimen penyalaan BXX direkam menggunakan kamera berkecepatan tinggi (*high speed camera*) untuk mendapatkan hasil visual yang lebih baik dan memudahkan untuk analisis waktu penyalaan dan panjang nyala api. Latar belakang berwarna hitam (*black background*) dipasang untuk memudahkan kamera menangkap profil nyala api. Rangkaian pengujian biodiesel disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



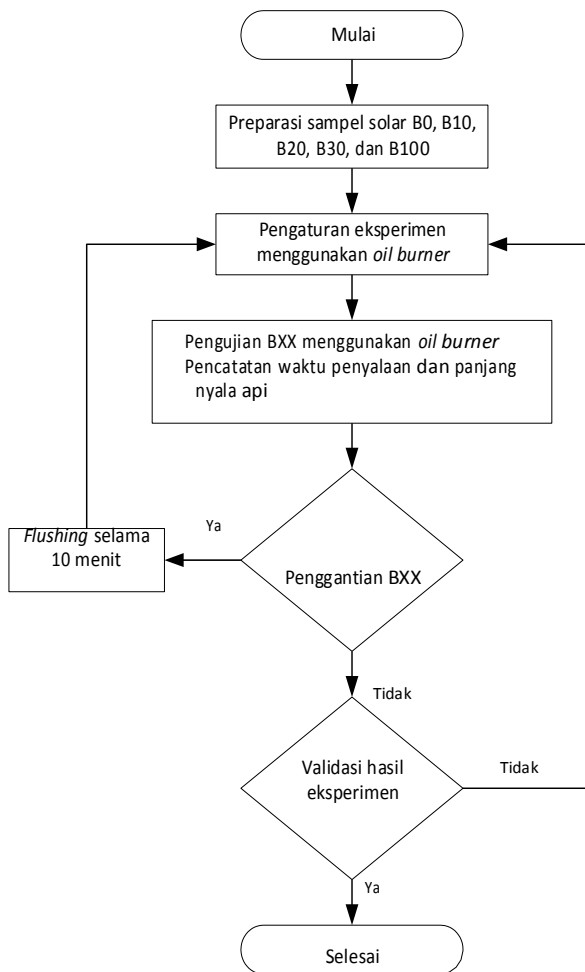
**Gambar 2.** Skematik rangkaian pengujian biodiesel



**Gambar 3.** Rangkaian pengujian biodiesel

Bahan bakar biodiesel diuji menggunakan *oil burner* dari manufaktur Olympia berjenis *fixed flange* tipe OM-1NW. *Burner* tipe ini mampu menghasilkan panas dengan *rated output* sebesar 115 kW atau setara dengan 100.000 kCal/jam. Laju

konsumsi bahan bakar berada pada rentang 6 – 12 liter/jam. *Burner* juga dilengkapi dengan *igniter* untuk menyalakan bahan bakar. Skema metodologi pengujian disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema metodologi pengujian

## Hasil dan Pembahasan

Pengujian karakteristik penyalakan biodiesel telah dilakukan terhadap masing-masing sampel uji dengan fokus pembahasan pada parameter panjang nyala api dan waktu penyalakan.

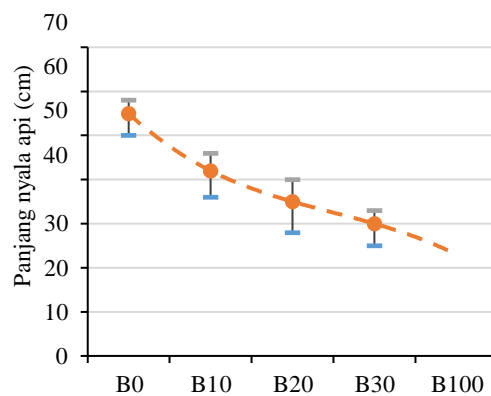
### a. Panjang nyala api

Pengujian B0 menghasilkan nyala api yang lebih panjang dibandingkan nyala biodiesel BXX lainnya. Semakin tinggi komposisi biodiesel semakin pendek nyala api yang dihasilkan. Panjang nyala api B0 dan biodiesel juga mengalami fluktuatif seperti yang disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Semakin banyak komposisi biodiesel maka semakin besar densitas sampel uji, namun nilai kalor yang terkandungnya semakin rendah [6].



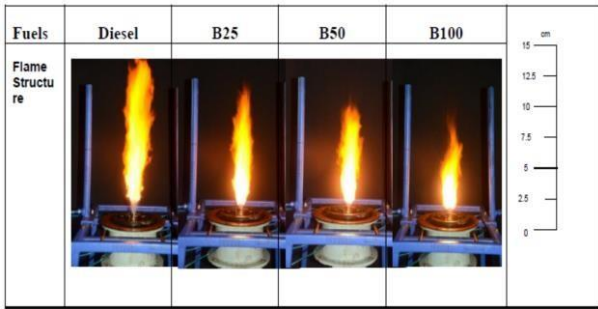
Gambar 5. Panjang nyala api rata – rata pada sampel uji B0, B10, B20, B30, B100 (dalam cm)

### Karakteristik Panjang Penyalakan



Gambar 6. Panjang nyala api dengan variasi biodiesel

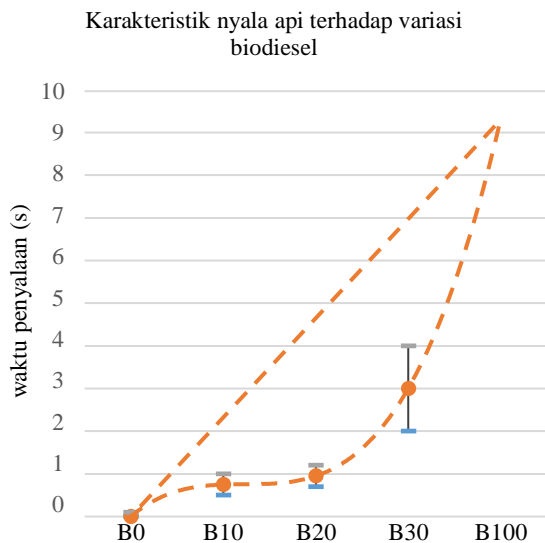
Nyala api hasil eksperimen memiliki tren yang sama dengan yang diteliti oleh Bhele, dkk yang menggunakan biodiesel JME dengan variasi B25, B50 dan B100 seperti yang disajikan pada Gambar 9 [6]. Profil panjang nyala api HSD cenderung lebih panjang dan besar dibanding campuran biodiesel, semakin banyak komposisi biodiesel maka semakin pendek nyala apinya.



Gambar 7. Profil nyala api menggunakan biodiesel JME [6]

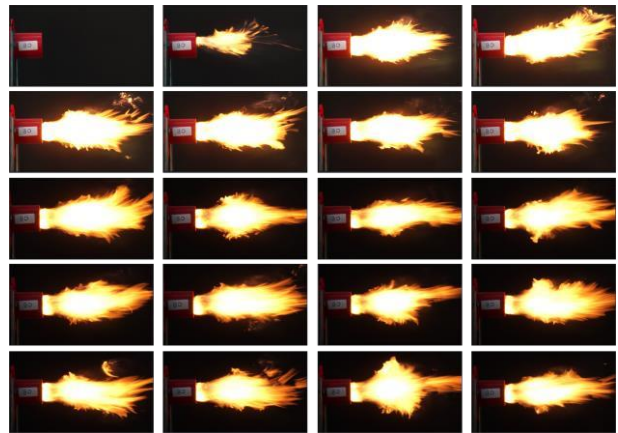
**b. Waktu penyalan**

Berdasarkan kasus dilapangan, B20 mengalami kesulitan pada penyalan awal (*start up*). Hasil eksperimen juga menunjukkan kondisi yang sama. Pengamatan visual diketahui bahwa B20 membutuhkan waktu penyalan diatas 1 detik. Waktu ini lebih lama dibandingkan dengan B10 dan B0. Waktu penyalan B10 kurang dari 1 detik sedangkan B0 menyala secara spontan (<0,1 s). B30 membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyala. Sedangkan pada pengujian B100, api tidak menyala.

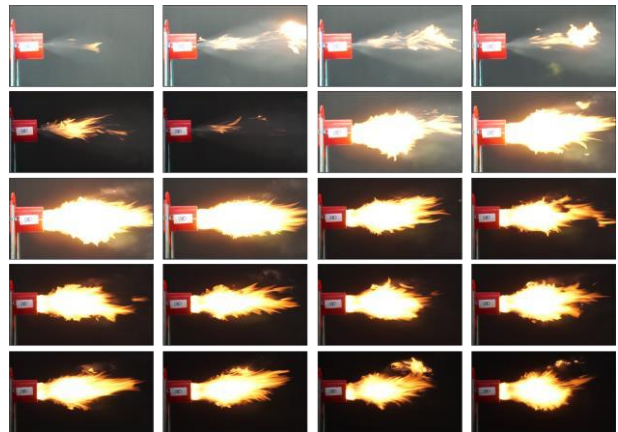


Gambar 8. Rentang waktu penyalan biodiesel

Peningkatan densitas BXX berdampak pada atomisasi butiran biodiesel terfokus ke bagian tengah dan menjadi lebih panjang. Kondisi ini berdampak juga pada luasan evaporasi butiran menjadi lebih sempit sehingga jumlah udara yang dibutuhkan untuk reaksi pembakaran lebih sedikit. Ditambah lagi dengan *igniter* pada *burner* yang berada di belakang daerah atomisasi mengakibatkan penyalan biodiesel tidak maksimal. Progres waktu penyalan pada B0, B10, B20, B30, dan B100 ditunjukkan pada Gambar 11 sampai Gambar 15. Pada pengujian B100, bahkan *burner* tidak mampu menyala.



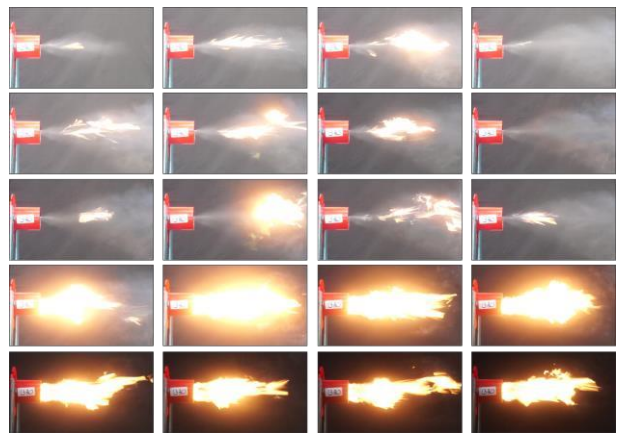
Gambar 9. Inspeksi visual penyalan B0



Gambar 10. Inspeksi visual penyalan B10



Gambar 11. Inspeksi visual penyalan B20



Gambar 12. Inspeksi visual penyalan B30



**Gambar 13.** Inspeksi visual penyalaan B100

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dengan berbagai variasi biodiesel menggunakan *oil burner* dapat disimpulkan sebagai berikut.

Pengujian karakteristik nyala api pada biodiesel menggunakan *oil burner* pada tekanan 1 MPa dilakukan terhadap masing-masing sampel uji yaitu B0, B10, B20, dan B30, B100.

Berdasarkan hasil eksperimen diperoleh data panjang nyala api sebesar 55 cm, 42 cm, 35 cm, 30 cm untuk sampel B0, B10, B20, B30

Waktu penyalaan masing-masing sampel sebesar 0.1 s, 1.2 s, 1.5 s, 3.6 s untuk sampel B0, B10, B20, B30.

Khusus untuk sampel B100 tidak mampu menyala dan terbakar pada *burner* simulator.

Hasil pengujian menunjukkan semakin bertambah komposisi biodiesel maka kecenderungan panjang nyala api semakin pendek dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyala, demikian sebaliknya.

Profil karakteristik dari eksperimen ini dapat dijadikan dasar awal untuk menginvestigasi kondisi dilapangan. Pengaturan posisi *igniter* terhadap fokus atomisasi biodiesel perlu diperhatikan. Pengaturan ER perlu diperhatikan untuk mendapatkan penyalaan yang optimal.

Secara umum, peluang pengembangan biodiesel selanjutnya antara lain ialah dengan memvariasikan tekanan *oil burner* dan variasi laju bahan bakar biodiesel. Pengamatan pengabutan pada variasi BXX perlu dilakukan untuk mendukung hasil eksperimen ini. Pencatatan temperatur nyala api ataupun emisi dari gas buang BXX juga menarik untuk dibahas pada eksperimen berikutnya.

### Penghargaan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang mendukung dan terlibat pada

penelitian ini. Eksperimen ini merupakan hasil kerjasama Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain, BPPT dengan Puslitbang PLN dalam kajian biodiesel sistem *preheating* PLTU.

### Referensi

- [1] PLN, 2019. Diseminasi RUPTL 2019 – 2028 PT PLN (Persero) Keputusan Meteri ESDM No. 39K/20/MEM/2019
- [2] ESDM, 2013, Petunjuk Teknis Pencampuran BBM Jenis Minyak Solar dengan BBN Jenis Biodiesel
- [3] Informasi dari <https://gapki.id/news/14263/refleksi-industri-industri-kelapa-sawit-2018-prospek-2019> (diakses pada Jumat-16-08-2019)
- [4] EBTKE, 2018, Kep Dirjen EBTKE No. 332 K/10/DJE/2018 Standar dan Mutu Biodiesel yang dipasarkan di dalam negeri
- [5] Shen, Y. et al., 2018. Study on the characteristics of evaporation-atomization-combustion of biodiesel. Journal of the Energy Institute 90 (2019), 1458 – 1467.
- [6] Bhele, SK. et al., 2016. Experimental investigations on combustion characteristics of Jatropha biodiesel (JME) and its diesel blends for tubular combustor application. Advance in automobile engineering vol. 5 Issue 2, %:2, DOI: 10.4172/2167-7670.1000140.