

Pengaruh penambahan aditif butylated hydroxytoluene terhadap pembentukan deposit biodiesel kelapa sawit

Mega Nur Sasongko^{a,1}, Joshua Jeremiah Panggabean^a

^aProgram Studi Teknik Mesin, Universitas Brawijaya, Malang

¹megasasongko@ub.ac.id

ABSTRACT

Biodiesel made from palm oil is one of the renewable energy in Indonesia. Biodiesel, as an alternative fuel for diesel engines, has several weaknesses, such as low thermal stability, high viscosity, and high density. The physical properties of biodiesel can result in the formation of deposits. Deposits that appear in the fuel line and engine combustion chamber could reduce the engine's performance. One of the efforts made to overcome the weakness of biodiesel is by mixing it with additives in the form of antioxidants, namely Butylated Hydroxytoluene (BHT). The method used to observe the effect of BHT additives in the formation of biodiesel deposits is the Hot Surface Deposition Test (HSDT) method. Additives added to biodiesel are varied in 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm and 2500 ppm. Furthermore, the mixture of biodiesel and BHT is dripped on a hot plate with a heating temperature ranging from 250 to 300 °C. A deposit will form on the plate and its diameter is measured to see the trend of the additive effect on the formation of biodiesel deposits. The results showed that the values of density and viscosity decreased with increasing the percentage of BHT additives. In addition, the biodiesel deposit formed in the plate decreased with the increase in the percentage of additives and the heating plate temperature. This is because the addition of BHT additives can significantly inhibit the degradation process of biodiesel.

Keywords: Biodiesel, deposit area, butylated hydroxytoluene additive, physical properties

Received 30 September 2023; **Presented** 5 October 2023; **Publication** 27 May 2024

PENDAHULUAN

Melalui program Mandatori B30, pemerintah mengumumkan akan terus menggunakan biodiesel minyak nabati sebagai pengganti solar mulai Januari 2020. Tanaman paling efisien yang dapat dikonversi menjadi biodiesel adalah minyak sawit. Hal ini dikarenakan tanaman tersebut memiliki kepadatan energi yang tinggi dan kemampuan mengurangi gas rumah kaca bila diproduksi dalam jumlah yang cukup [1]. Pada tahun 2017, produksi biodiesel sawit di Indonesia meningkat 2,5 kali lipat menjadi 11,5 miliar liter hanya dalam waktu empat tahun. [2]. Jika dilihat dari pendapatan pajak nasional, industri kelapa sawit menyumbang 0,8-1 miliar dolar AS pada tahun 2012/2013 [3].

Meskipun penggunaan biodiesel berdampak positif terhadap lingkungan dan pendapatan nasional, penggunaan biodiesel seiring berjalannya waktu menimbulkan beberapa permasalahan, terutama pada mesin diesel modern. Konsekuensi dari penggunaan biodiesel pada mesin, misalnya, pengoperasian mesin yang tidak merata, kehilangan daya yang tinggi, peningkatan kebisingan pembakaran, atau kegagalan stabilitas. Hal ini disebabkan kandungan utama biodiesel yaitu asam lemak metil ester (FAME) yang diketahui memiliki ketahanan oksidasi

yang buruk, viskositas dan densitas yang lebih tinggi dibandingkan solar mineral [4]. Besar kecilnya ciri fisik tersebut menurunkan kualitas injeksi bahan bakar pada ruang bakar, atomisasi bahan bakar dan keseragaman campuran [5] akibat pengendapan yang membentuk injektor dan ruang bakar. Endapan tersebut merupakan partikel kotoran yang tersumbat pada nosel injeksi maupun pada ruang bakar, baik akibat dari proses pembakaran maupun tanpa adanya proses pembakaran. Injektor yang tersumbat endapan menurunkan kualitas injeksi bahan bakar di ruang bakar, keseragaman semprotan dan campuran bahan bakar, sehingga pada akhirnya menurunkan performa mesin.

Penambahan sebuah aditif dalam biodiesel mampu mengatasi permasalahan terbentuknya endapan atau deposit di ruang bakar maupun di injector mesin diesel. Salah satu bahan yang dapat dipakai sebagai aditif biodiesel adalah bahan antioksidan seperti BHT (butylated hydroxytoluene). Aditif BHT ini mampu meningkatkan stabilitas biodiesel dan menghambat proses pembentukan deposit di dalam mesin diesel.

Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pengujian secara eksperimental pengaruh penambahan aditif BHT terhadap

pengurangan jumlah deposit yang dihasilkan dari pembakaran biodiesel minyak kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara esperimental. Pengujian deposit yang dihasilkan dari pencampuran biodiesel dan aditif BHT dilakukan dengan menggunakan metode *Hot Surface Deposition Test* (HSDT). Bahan bakar biodiesel minyak sawit dicampur dengan aditif BHT dengan prosentase aditif mulai 500, 1000, 1500, 2000 dan 2500 ppm. Untuk menjamin campuran biodiesel dan BHT berlangsung secara homogen, maka campuran biodiesel dicampur dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 7 menit dengan kecepatan putaran yang konstan. Total dari campuran bahan bakar dan BHT sebesar 300 mL

Pengujian sifat fisis campuran biodiesel dan aditif dilakukan sebelum pengujian kadar deposit. Sifat fisis yang diuji tersebut meliputi pengujian viskositas dan densitas dari campuran bahan bakar biodiesel minyak sawit dengan BHT. Pengujian viskositas dilakukan menggunakan viscometer. Sampel yang akan diuji dimasukkan ke sebuah wadah penampun yang terletak didalam alat sejumlah ± 130 ml. Lalu air akan dimasukkan kedalam wadah air yang mengelilingi sampel sebanyak 1.65 liter. Lalu, dilakukan pemanasan pada sampel hingga mencapai suhu 40°C , proses ini dilakukan dengan memanaskan air yang mengelilingi sampel. Sumber panas sendiri berasal dari koil pemanas yang terdapat pada viscometer. Saat suhu sampel mencapai 40°C , penyumbat pada wadah akan dibuka, sehingga spesimen akan mengalir ke wadah lainnya sebanyak 60 ml. Setelah itu, viskositas dapat dihitung dengan rumus.

$$V = 0.0026t - 1.175/t$$

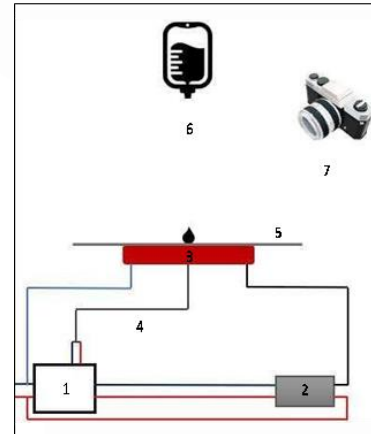
Keterangan:

V = Viskositas kinematik pada stokes

t = Waktu yang dibutuhkan

Sedangkan pengujian densitas dilakukan dengan menggunakan alat aerometer. Proses pengujian ini adalah, sampel akan dimasukkan kedalam sebuah gelas ukur sebanyak 100 ml. Aerometer lalu dimasukkan kedalam gelas ukur hingga mencapai dasar dari gelas ukur. Saat mencapai dasar dari gelas ukur, aerometer akan dilepas dan akan mengapung. Aerometer lalu akan menunjukkan nilai densitas dari sampel yang diuji pada bagian skala aerometer.

Pengujian deposit dilakukan dengan menggunakan metode HSDT seperti terlihat pada Gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Instalasi pengujian deposit

Keterangan:

1. Temperature Controller Autonics TCN4S-24R
2. Autonics Solid State Relay SR1-1240-N
3. Elemen Pemanas Radiant 2000 W
4. Thermocouple Tipe K
5. Plat panas Aluminium Alloy 1100
6. Alat Infus
7. Kamera

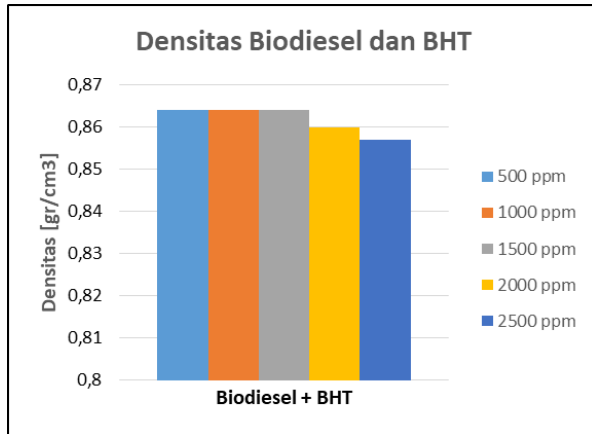
Campuran dari biodiesel dan aditif diteteskan melalui sebuah selang infus ke sebuah plat panas yang terbuat dari plat *Aluminium Alloy 1100* secara gravitasional. Plat dipasangkan oleh sebuah elemen pemanas radiant dengan daya 2000 W. Selama proses peneteskan biodiesel, plat panas dijaga konstan menggunakan temperature controller Autonics. Pada penelitian ini Temperatur plat divariasikan dalam 230°C , 250°C , 270°C , dan 290°C . Hasil dari pengujian ini yaitu berat deposit yang dihasilkan dengan mengukur luas deposit dari foto deposit yang diambil. Luas deposit difoto menggunakan kamera. Lalu, luas dari deposit diproses dan dihitung menggunakan aplikasi ImageJ.

HASIL DAN PEMBAHASAN

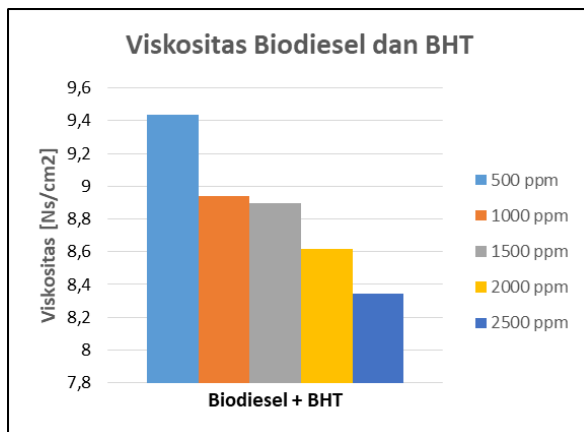
Gambar 2 memperlihatkan hasil pengujian densitas dari biodiesel setelah dicampur dengan aditif BHT (*Butylated hydroxytoluene*).

Dari grafik diatas terlihat bahwa penambahan BHT (*Butylated hydroxytoluene*) dari 500 ppm sampai 1500 ppm tidak berpengaruh terhadap densitas dari biodiesel. Sedangkan pada penambahan BHT (*Butylated hydroxytoluene*) 2000 dan 2500 ppm, densitas biodiesel cenderung berubah menjadi lebih kecil. Berturut turut

harga densitas biodiesel pada campuran 2000 dan 2500 ppm BHT adalah 0,86 gr/cm³ dan 0,857 gr/cm³. Jumlah aditif yang agak tinggi mampu menurunkan densitas dari biodiesel karena adanya aditif BHT, ikatan antar molekul dari biodiesel menjadi lebih lemah.



Gambar 2 Grafik pengaruh aditif BHT terhadap densitas biodiesel minyak kelapa sawit



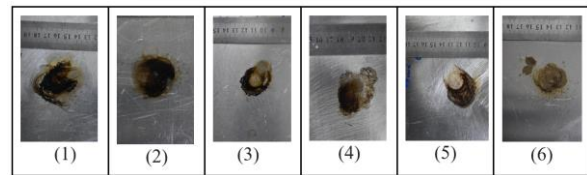
Gambar 3 Grafik pengaruh aditif BHT terhadap viskositas biodiesel minyak kelapa sawit

Gambar 3 adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai viskositas dan nilai kadar BHT yang digunakan pada campuran biodiesel-BHT. Sumbu x menyatakan kadar dari penambahan zat aditif berupa BHT dan sumbu y menunjukkan nilai dari viskositas campuran. Viskositas menunjukkan ukuran resistensi dari suatu fluida, adapun pada pengujian ini satuan viskositas yang digunakan adalah centistokes (cSt).

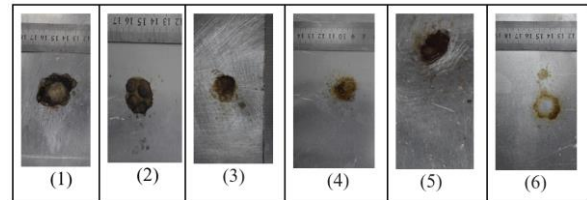
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa viskositas dari campuran biodiesel dan BHT mengalami penurunan lalu kenaikan pada campuran B100+BHT dengan kadar campuran 2000 ppm dan 2500 ppm. Pengujian viskositas ini diperlukan dalam menganalisis peran BHT dalam penurunan viskositas dari biodiesel B100,

apabila viskositas mengalami penurunan gaya tarik antar partikelnya juga mengalami penurunan, sehingga waktu evaporasi juga akan mengalami penurunan. Waktu evaporasi yang menurun dapat mengurangi luasan deposit yang terbentuk Arifin (2010).

Gambar 4 memperlihatkan foto hasil pengujian deposit campuran biodiesel dan BHT menggunakan metode HSDT. Deposit akan terbentuk pada permukaan plat panas dan membentuk luasan tertentu yang mengindikasikan jumlah deposit dalam campuran biodiesel+BHT



(a)

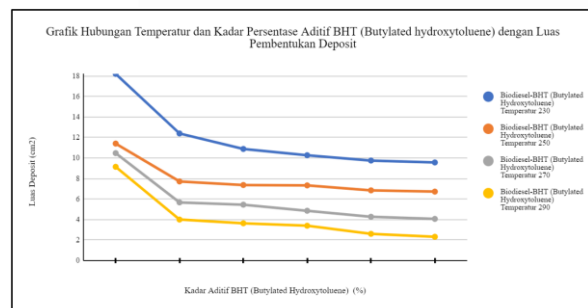


(b)

Gambar 4 Gambar pembentukan deposit pada temperatur 250°C dan 290°C dengan variasi Biodiesel murni (B100) (1) kadar BHT (2) BHT 500 ppm; (3) BHT 1000 ppm; (4) BHT 1500 ppm; (5) BHT 2000 ppm; (6) BHT 2500 ppm

Seperti terlihat pada Gambar 4 diatas, pada variasi temperatur plat yang berbeda luas area deposit mempunyai trend yang sama. Semakin besar jumlah penambahan aditif BHT pada biodiesel akan membuat luasan deposit menjadi lebih sempit. Ini artinya penambahan BHT mampu menurunkan jumlah deposit yang terbentuk pada plat HSDT.

Hasil detail dari pengujian luasan deposit untuk semua variasi penelitian dapat terlihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Grafik Hubungan Temperatur dan Kadar Persentase Aditif BHT (Butylated hydroxytoluene) dengan Luas Pembentukan Deposit.

Gambar 5 menunjukkan pengaruh kadar penambahan zat aditif berupa BHT (Butylated hydroxytoluene) terhadap pembentukan deposit. Sumbu x menunjukkan luasan deposit yang terbentuk. Sumbu y akan menunjukkan presentase dari BHT pada campuran Biodiesel B100 dengan zat aditif. Variasi dari penggunaan BHT adalah 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, dan 2500 ppm, serta Biodiesel murni

Berdasarkan Gambar 5 tersebut dapat dilihat bahwa urutan luasan deposit yang terbentuk dari luas terbesar ke terkecil yaitu, Biodiesel murni, biodiesel yang dicampur BHT dengan kadar 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, dan 2500 ppm. Dari gambar diatas dapat ditarik sebuah kesimpulan yaitu penambahan kadar BHT kedalam biodiesel B100 akan memengaruhi luasan deposit yang terbentuk. Hal ini dapat disebabkan oleh pengaruh menurunnya waktu evaporasi ketika kadar antioksidan berupa BHT ditambahkan. Menurunnya waktu evaporasi akan menyebabkan menurunnya kemungkinan terbentuknya deposit. Selain dari kadar BHT, temperatur juga memengaruhi luasan deposit yang terbentuk. Dari grafik dapat kita lihat bahwa semakin meningkatnya suhu juga menyebabkan semakin menurunnya luasan deposit yang terbentuk. Urutan pembentukan luas deposit dari luasan deposit paling besar ke paling kecil, pada semua variasi kadar BHT yaitu, temperatur 230 °C, 250 °C, 270 °C, dan 290 °C. Berdasarkan grafik tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi suhu, maka luasan deposit yang terbentuk akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena waktu evaporasi yang menurun, sehingga luasan deposit yang terbentuk akan semakin kecil juga [6].

Proses pembentukan biodiesel diawali dengan pembentukan lapisan film. Pembentukan lapisan film ini disebabkan oleh proses kondensasi molekul berukuran besar pada ruang bakar [7]. Penambahan aditif BHT ini menyebabkan viskositas dari biodiesel menurun, sehingga waktu evaporasi akan menurun dan memperkecil kemungkinan terbentuknya lapisan film. Hal ini akan menghindari mekanisme pembentukan deposit dan mengurangi dampak terbentuknya deposit.

KESIMPULAN

Dari penelitian tentang pengaruh penambahan aditif BHT pada biodiesel terhadap terbentuknya deposit yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Densitas biodiesel tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan Penambahan aditif BHT dengan kadar 500 ppm hingga 2500 ppm,
2. Viskositas biodiesel semakin menurun seiring dengan Penambahan aditif BHT
3. Deposit yang terbentuk pada pemanasan Biodiesel dengan penambahan aditif BHT menunjukkan tendensi yang semakin sedikit seiring dengan peningkatan konsentrasi aditif dalam biodiesel.
4. Temperatur pemanasan *Hot Surface Deposition Test* (HSDT) yang semakin tinggi akan menurunkan luasan deposit yang terbentuk dalam plat pemanas

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya atas dana penelitian dengan kontrak No. 21/UN10.F07/H.PN/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Murta, A. L. S., Freitas, M. A. V. De, Ferreira, C. G., & Da Costa Lima Peixoto, M. M. (2021). The use of palm oil biodiesel blends in locomotives: An economic, social and environmental analysis. *Renewable Energy*, 164,521–530.
- [2] Dey, S., Reang, N. M., Das, P. K., & Deb, M. (2020). A comprehensive study on prospects of economy, environment and efficiency of palm oil biodiesel as a renewable fuel. *Journal of Cleaner Production*
- [3] Pacheco, P., Gnych, S., Dermawan, A., Komarudin, H., & Okarda, B. (2017). The palm oil global value chain Implications for economic growth and social and environmental sustainability. In *Working Paper 220*
- [4] Foon, C. S., May, C. Y., Liang, Y. C., Ngan, M. A., & Basiron, Y. (1994). Palm Biodiesel: Gearing Towards Malaysian Biodiesel Standards DIESEL vis-à-vis EUROPEAN AND AMERICAN STANDARDS ON. *MPOB, Malaysia*, 28–34
- [5] Hafizil, M., Yasina, M., Mamata, R., Yusopa, A. F., & Rahima, R. (2013). Fuel Physical Characteristics of Biodiesel Blend Fuels with Alcohol as Additives. *53*, 701–706

- [6] Arifin, Y. M., & Arai, M. (2010). The effect of hot surface temperature on diesel fuel deposit formation. *Fuel*, 89(5), 934–942.
- [7] Rizwanul F. I. M., Masjuki, H.H., Kalam, M. A., Rahman, Mofijur M., Abedin, M. J. (2014). Effect of antioxidant on the performance and emission characteristics of a diesel engine fueled with palm biodiesel blends. *Energy Conversion and Management*. 79. 265-272