

Penggunaan Bioaditif Minyak Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Cetane Number Booster Pada Bahan Bakar Solar

Wasliyatul Hasanah¹, Ratni Dewi^{1*}, Siti Iffat Tabriz¹

^{1,3} Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B. Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹penulis1@pnl.ac.id

ratnidewi@pnl.ac.id (penulis korespondensi)

Abstrak— Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi waktu pencampuran terhadap karakteristik biodiesel berbasis minyak biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai bioaditif solar. Variasi waktu dilakukan hingga 120 menit dengan parameter uji meliputi cetane number, densitas, viskositas, flash point, sedimen, residu karbon, dan korosi tembaga. Hasil menunjukkan peningkatan waktu pencampuran memperbaiki mutu biodiesel. Nilai cetane number naik dari 50 menjadi 54,5; densitas dari 833,22 menjadi 845,24 kg/m³; dan viskositas turun dari 5,51 cSt menjadi 4,64 cSt. Flash point menurun hingga 70°C, sedangkan sedimen dan residu karbon menurun menjadi 0,000044% dan 0,000015%. Uji korosi tembaga tetap pada kategori 1B. Berdasarkan acuan SNI 7182:2015, kondisi optimal diperoleh pada waktu pencampuran 120 menit, di mana seluruh parameter memenuhi standar biodiesel nasional.

Kata kunci— Bahan Bakar Solar, Biodiesel, Minyak Biji Kelor, Bioaditif, Cetane Number

Abstract— This study analyzes the effect of mixing time variation on the characteristics of biodiesel derived from *Moringa oleifera* seed oil as a bioadditive for diesel fuel. The mixing time was varied up to 120 minutes, with test parameters including cetane number, density, viscosity, flash point, sediment content, carbon residue, and copper strip corrosion. The results show that increasing the mixing time improves the quality of the biodiesel. The cetane number increased from 50 to 54.5; density from 833.22 to 845.24 kg/m³; and kinematic viscosity decreased from 5.51 cSt to 4.64 cSt. The flash point decreased to 70°C, while sediment and carbon residue decreased to 0.000044% and 0.000015%, respectively. The copper corrosion test remained at category 1B for all variations. Based on the SNI 7182:2015 standard, the optimal condition was achieved at a mixing time of 120 minutes, where all parameters met the national biodiesel quality standards.

Keywords— Diesel Fuel, Biodiesel, Moringa Seed Oil, Bioadditive, Cetane Number

I. PENDAHULUAN

Bahan bakar solar merupakan salah satu sumber energi yang sangat penting bagi banyak industri. Bahan bakar ini digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin berat, kendaraan transportasi, hingga peralatan produksi sehingga proses di industri dapat berjalan dengan lancar. Namun, bahan bakar solar memiliki beberapa kekurangan seperti emisi gas buang yang mencemari lingkungan, serta kualitas pembakaran yang belum optimal akibat angka cetane yang relatif rendah [1]. Kondisi ini berdampak pada efisiensi mesin yang kurang maksimal, tingginya konsumsi bahan bakar, serta polusi udara karena emisi CO, NO_x, dan lain-lainnya. Hal ini cukup berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan, sehingga membutuhkan Solusi yang tanggap, cepat, dan tepat sasaran. Salah satu solusi bagi permasalahan ini adalah penambahan bioaditif.

Bioaditif adalah minyak nabati atau hewani yang ditambahkan ke dalam bahan bakar fosil, seperti solar atau bensin untuk meningkatkan performa mesin dengan bahan yang ramah lingkungan. Bioaditif menawarkan lebih banyak manfaat dibandingkan dengan aditif kimiawi [2]. Bioaditif dalam bahan bakar solar memegang peran penting untuk meningkatkan cetane number, dimana angka ini merupakan indikator kemudahan terbakar bahan bakar solar dalam mesin diesel. Semakin tinggi cetane number, semakin mudah solar terbakar dan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna.

Memilih aditif yang tepat dan berkualitas tinggi sangat penting untuk memastikan manfaat yang optimal. Selama ini, aditif yang ditambahkan pada bahan bakar solar merupakan aditif kimiawi. Meskipun aditif kimiawi memiliki peran penting dalam meningkatkan performa mesin solar, aditif ini juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu dipertimbangkan di berbagai aspek seperti produksi yang tidak

ramah lingkungan, kurangnya stabilitas, hingga keterbatasan kinerja.

Beberapa keunggulan penambahan bioaditif diantaranya memberikan pembakaran yang lebih sempurna, sebagai pelumas alami, dan mampu membantu membersihkan kerak dan kotoran pada mesin. Di samping hal tersebut, keunggulan utamanya adalah ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang lebih rendah dan memiliki tingkat biodegradabilitas yang tinggi [3].

Minyak biji kelor diketahui mengandung asam oleat sebesar 70-75% yang stabil dan cocok dijadikan sebagai bioaditif. Dengan viskositas yang lebih rendah dibandingkan minyak nabati lain, minyak biji kelor lebih mudah bercampur dengan solar. Persebaran pohon kelor yang cukup luas menjadikannya cukup potensial untuk dikembangkan menjadi bioaditif bagi bahan bakar solar. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa blending antara 20% minyak biji kelor dengan 80% solar menghasilkan karakteristik yang hampir sama dengan standar [4].

Penelitian ini menawarkan penambahan bioaditif minyak biji kelor dengan variasi waktu pengadukan reaksi dan variasi volume solar dibandingkan dengan minyak biji kelor.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi pelaksanaan untuk proses penelitian penambahan bioaditif biji kelor dapat diorganisir dengan beberapa langkah terstruktur seperti berikut:

A. Pembuatan Sampel

Pembuatan sampel dilakukan sebelum tahap pengujian dengan menggunakan metode *blending* antara minyak biji kelor dengan bahan bakar biodiesel B30 dengan basis 200 ml. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi volume campuran minyak biji kelor dan bahan bakar (1:9, 2:8, 3:7), dan

variasi waktu pengadukan (30: 60: 90: 120 menit) masing-masing pada suhu 40°C selama 120 menit.

B. Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biodiesel B30 dan minyak biji kelor, sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat alat cetane number analyzer, seperangkat alat flashpoint, seperangkat alat viscometer Ostwald, seperangkat alat korosi, seperangkat alat sedimen, seperangkat alat conradson carbon residue (CCR), beaker glass, Erlenmeyer, hot plate, magnetic stirrer, timbangan analitik, piknometer, spatula, termometer, corong kaca, gelas ukur, pipet volume, dan stopwatch

C. Metode Analisa

1) Uji Densitas

Uji ini dilakukan untuk menentukan massa jenis biodiesel. Pengujian ini menggunakan piknometer kemudian menghitungnya dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{(piknometer+isi)-(piknometer\ kosong)}{volume\ suatu\ zat} \tag{1}$$

2) Uji Viskositas

Uji ini dilakukan untuk mengukur kekentalan biodiesel pada suhu 40°C menggunakan viskometer kapiler (Ostwald), kemudian dihitung dengan persamaan berikut:

$$\eta = K \times \rho \times t \tag{2}$$

Ket:

η : viskositas yang diukur.

K: konstanta

ρ: massa jenis cairan

t: waktu alir cairan yang dibutuhkan untuk bergerak di antara dua tanda pada viskometer.

3) Uji Flash Point

Titik nyala diuji untuk mengetahui suhu terendah di mana uap biodiesel dapat menyala sesaat bila terkena sumber api. Metode yang digunakan adalah Pensky-Martens Closed Cup.

4) Uji Cetane Number

Cetane number digunakan untuk menguji kemampuan bahan bakar untuk menyala di dalam ruang bakar mesin diesel.

5) Uji Korosi

Uji ini menilai kecenderungan biodiesel dapat menyebabkan korosi pada logam, terutama tembaga. Pengujian dilakukan dengan menanamkan strip tembaga ke dalam sampel biodiesel, kemudian membandingkan perubahan warna pada strip.

6) Uji Sedimen

Uji ini mengukur jumlah partikel padat dan zat tidak larut dalam biodiesel yang dapat menyebabkan penyumbatan pada filter bahan bakar. Biasanya dilakukan dengan penyaringan dan pengeringan residu.

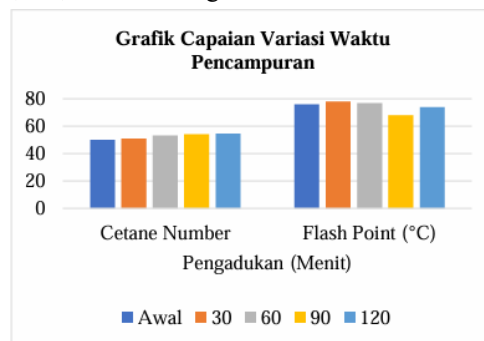
7) Uji Residu Karbon

Uji ini menentukan jumlah karbon yang tersisa setelah biodiesel dipanaskan.

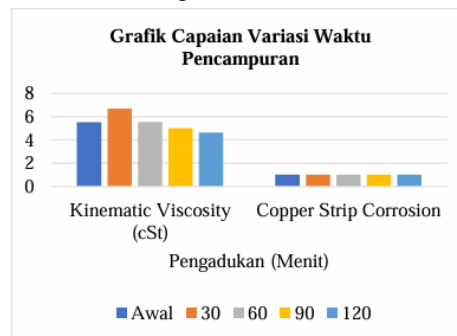
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Variasi Waktu Pencampuran terhadap Karakteristik Biodiesel

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan waktu pencampuran memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan. Seiring bertambahnya waktu pencampuran hingga 120 menit, terjadi perbaikan pada beberapa mutu biodiesel. Nilai tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1, 3.2, dan 3.3 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Grafik Capaian Variasi Waktu Pencampuran



Gambar 3.2 Grafik Capaian Variasi Waktu Pencampuran

Nilai cetane number meningkat dari 50 pada kondisi awal menjadi 54,5 pada pencampuran 120 menit, Peningkatan ini menunjukkan kemampuan pembakaran bahan bakar yang semakin membaik. Parameter densitas meningkat dari 833,22 kg/m³ menjadi 845,24 kg/m³, yang mengindikasikan proses pencampuran yang semakin homogenisasi.

Sementara itu, viskositas kinematik menurun dari 5,51 cSt menjadi 4,64 cSt pada waktu pencampuran 120 menit, Penurunan ini mencerminkan terjadinya reaksi transterifikasi yang lebih sempurna, sehingga menghasilkan biodiesel dengan kekentalan yang lebih rendah. Nilai flash point menurun hingga 70°C, menunjukkan peningkatan volatilitas biodiesel dibandingkan bahan awal. Selain itu kandungan sedimen dan residu karbon juga menurun secara dari 0,000051% menjadi 0,000044% dan dari 0,000094% menjadi 0,000015%, yang menandakan adanya peningkatan kemurnian bahan bakar. Hasil uji korosi tembaga menunjukkan kategori 1B pada seluruh variasi pencampuran, menandakan bahwa biodiesel yang dihasilkan tidak bersifat korosif terhadap logam.

B. Pengaruh Variasi Volume Pencampuran terhadap Karakteristik Biodiesel

Variasi volume pencampuran metanol terhadap minyak jelantah juga memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik biodiesel. Berdasarkan pengujian, rasio metanol:minyak jelantah sebesar 3:7 menghasilkan biodiesel dengan kualitas terbaik.

Nilai cetane index meningkat dari 50 menjadi 54,8, sedangkan densitas naik dari 833,22 g/cm³ menjadi 859,88 g/cm³ membuktikan proses pencampuran lebih merata. Parameter viskositas kinematic menunjukkan variasi yang cukup jelas pada rasio 2:8 dengan nilai mencapai 8,40 cSt dan menurun menjadi 7,98 cSt pada rasio 3:7, hal ini menandakan penambahan volume metanol dalam jumlah tepat berperan penting dalam pembentukan metil ester secara optimal.

Nilai Flash meningkat dari 76°C menjadi 80°C pada rasio tertinggi, mengindikasikan berkurangnya kandungan metanol sisa pada biodiesel. Sementara itu, hasil uji *copper strip corrosion* tetap berada pada kelas 1B di seluruh variasi, menandakan biodiesel yang dihasilkan aman terhadap logam.

IV. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan waktu pencampuran hingga 120 menit menghasilkan perbaikan kualitas biodiesel, antara lain peningkatan cetane number dari 50 menjadi 54,5, peningkatan densitas dari 833,22 kg/m³ menjadi 845,24 kg/m³, serta penurunan viskositas dari 5,51 cSt menjadi 4,64 cSt. Selain itu, nilai flash point menurun hingga 70°C, dan kandungan sedimen serta residu karbon juga berkurang, menunjukkan peningkatan kemurnian bahan bakar.

Variasi volume pencampuran juga berpengaruh signifikan terhadap karakteristik biodiesel. Rasio 3:7 (minyak biji kelor : solar) memberikan hasil terbaik dengan cetane index 54,8, densitas 859,88 g/cm³, serta flash point 80°C, yang menandakan pencampuran yang lebih homogen dan kandungan metanol sisa yang lebih rendah. Uji korosi pada seluruh variasi menunjukkan kategori 1B, artinya biodiesel hasil pencampuran ini tidak bersifat korosif terhadap logam.

Secara keseluruhan, penambahan bioaditif minyak biji kelor terbukti mampu meningkatkan kualitas bahan bakar solar, memperbaiki karakteristik pembakaran, dan memberikan alternatif ramah lingkungan yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut.

REFERENSI

- [1] Cappenberg, A.D. (2017). Pengaruh Pemberian Aditif Terhadap Prestasi Mesin Diesel OM 444LA. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 4(1), 37-44.
- [2] Fahmi, Rifaldi Lutfi. (2020). Pengaruh Penambahan Bioaditif Fraksi Sitronelal Dan Sitronelol-Geraniol Minyak Serai Wangi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pertamina Dex Pada Mesin Diesel. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia : Yogyakarta.
- [3] Pratama, Wahyu. (2022). Analisis Pengaruh Campuran Bioaditif Cengkeh Pada Bahan Bakar Pertalite Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor 4 Tak. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Medan : Medan.
- [4] Gzate Y, Ewnetu M, Genet N, Yifter T, Asratie A, Engdaw G. Performance testing of moringa oleifera seed oil biodiesel with additives in diesel engine. *Heliyon*. 2024 Feb 16;10(4)