

UJI KALOR BAHAN BAKAR CAMPURAN SOLAR DAN MINYAK NABATI

TEST THE HEAT OF FUEL MIXTURE OF DIESEL FUEL AND VEGETABLE OIL

Auliana Darmaningsih¹, Suwandi², Nurwulan Fitriyanti³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹auliana7696@gmail.com, ² suwandi.sains@gmail.com, ³Nurwulanf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tujuan dari pengujian ini adalah mengetahui pengaruh pencampuran solar dan minyak nabati terhadap kalor yang dihasilkan serta mengetahui nilai konsentrasi dan pengaruhnya terhadap pencampuran solar dan minyak nabati. Hasil dari pembakaran bahan bakar campuran solar dan minyak nabati kemudian dianalisis nilai kalornya untuk menentukan minyak nabati yang memiliki nilai kalor paling bagus dan pengaruh dari konsentrasi campuran pada nilai kalor yang dihasilkan. Hasil pengujian menggunakan metode sederhana menunjukkan bahwa pencampuran minyak zaitun dengan solar menunjukkan hasil nilai kalor yang semakin menurun seiring bertambahnya konsentrasi campuran, sedangkan minyak sawit memiliki nilai kenaikan yg cukup tinggi dan nilai kalor tertinggi dari kelima jenis minyak nabati yang digunakan yaitu 67456,2 J untuk prosentase campuran 20%. Selain itu dilakukan juga pengujian menggunakan kalorimeter bom dengan nilai kalor 42,67 MJ/Kg untuk campuran bahan bakar solar dan minyak cengkeh, serta 42,13 MJ/Kg untuk campuran bahan bakar solar dan minyak sawit. Nilai yang didapat menggunakan kalorimeter bom lebih besar daripada dengan menggunakan metode sederhana, dikarenakan sistem yang terjadi pada kalorimeter bom dan pengujian sederhana memiliki sistem yang berbeda. Akan tetapi baik pengujian sederhana maupun menggunakan kalorimeter bom, menunjukkan trend yang sama untuk nilai kalornya.

Kata kunci: Nilai kalor, minyak nabati, solar

Abstract

The purpose of this test is to study the mixture of diesel and vegetable oils against the heat produced and to know the heating value of concentration and its effect on mixing diesel and vegetable oils. The results of combustion of a mixture of diesel fuel and vegetable oil were analyzed for heating value to determine vegetable oil which has the best heating value and the effect of the mixture composition on the heating value produced. The test results using a simple method show mixing olive oil with diesel fuel shows the results of the heating value which increases with increasing amount of mixture, while palm oil has a fairly high added value and the highest heating value of the type of vegetable oil used is 67456.2 J for the percentage mixture 20%. In addition, testing was also carried out using bomb calorimeters with heating values of 42.67 MJ / Kg for mixture of diesel fuel and clove oil, and 42.13 MJ / Kg for mixture of diesel fuel and palm oil. The value obtained using a bomb calorimeter is greater than using a simple method, because the system that occurs in bomb calorimeters and simple testing has a different system. But both simple testing and using a bomb calorimeter show the same trend for the calorific value.

Keyword : heating value, vegetable oil, diesel fuel

1. Pendahuluan

Minyak nabati merupakan bahan baku utama dari biodiesel yang didapatkan dari proses ekstraksi berbagai bagian tumbuhan sebagai bahan bakar alternatif. Penggunaan minyak nabati pada pembuatan *biofuel* dapat mengurangi emisi gas buang mesin/kendaraan bermotor dan dapat mengurangi pemanasan global, dikarenakan minyak nabati memiliki kandungan sulfur yang rendah dan memiliki kemampuan terurai yang tinggi pada lingkungan [1]. Selain itu minyak nabati memiliki keunggulan yaitu dapat diperbaharui, memiliki kadar minyak yang cukup tinggi, dan memiliki nilai kalor yang tinggi [2]. Selain itu minyak nabati juga memiliki kekurangan yaitu tingginya viskositas, memiliki titik beku yang rendah, penguapan yang rendah, dan tingkat kereaktifan rantai hidrokarbon yang tak jenuh [3]. Berdasarkan sifat yang dimiliki oleh minyak nabati maka diharapkan minyak nabati mampu meningkatkan nilai kalor dari solar. M. Mbrawa menyatakan pencampuran solar dengan minyak cengkeh pada prosentase 25% dan 50% menghasilkan performa yang tidak jauh berbeda apabila menggunakan solar murni pada pencampurannya [4]. Pada pengujian yang dilakukan oleh Seno

Darmanto dan Ireng Sigit menyatakan bahwa, *biodiesel* menggunakan minyak kelapa mempunyai peluang besar untuk menggantikan penggunaan solar. Dikarenakan nilai *flash point* dari *biodiesel* minyak kelapa lebih rendah dari pada solar dan memiliki nilai kalor yang sama dengan solar [5].

Nilai kalor merupakan sejumlah energi yang dilepaskan oleh bahan bakar pada saat terjadi oksidasi unsur – unsur kimia yang ada dalam bahan bakar tersebut. Nilai kalor suatu bahan bakar juga dapat diperoleh melalui alat ukur kalor seperti, kalorimeter.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis melakukan percobaan uji kalor bahan bakar campuran solar dan minyak nabati dengan komposisi tertentu sehingga mampu meningkatkan kalor solar, untuk menghasilkan suatu produk yang dapat dijadikan sebagai sumber energi terbarukan yang praktis, aman, dan dapat diterapkan pada skala perorangan.

2. Perancangan Penelitian

2.1. Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu solar dan minyak nabati. Minyak nabati yang akan digunakan adalah minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak jarak, minyak zaitun, dan minyak cengkeh. Percobaan dilakukan menggunakan 15 jenis sampel dari 5 macam minyak nabati dan solar, dengan persentase minyak nabati sebesar 10%, 15%, dan 20% dari volume total sebesar 200 ml. Maka komposisi campuran solar dan minyak nabati dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komposisi Campuran Solar dan Minyak Nabati

Persentase	Solar (ml)	Minyak Nabati (ml)
10 %	180	20
15 %	170	30
20 %	160	40

2.2. Pengukuran Nilai Kalor

2.2.1. Metode Sederhana

Untuk pengujian nilai kalor bahan bakar campuran solar dan minyak nabati dapat menggunakan hukum kekekalan energi pada pertukaran kalor (*Azaz Black*) yang dinyatakan dalam bentuk persamaan [5] :

$$Q_{\text{Lepas}} = Q_{\text{Terima}} \quad (2.1)$$

Semakin tinggi kalor yang dihasilkan maka pemakaian bahan bakar dalam proses pembakaran semakin sedikit. Jika suatu benda menerima kalor, maka kalor itu digunakannya untuk menaikkan suhu benda, atau berubah wujud dengan mencair atau menguap. Pada penelitian ini kalor hasil pembakaran sempurna disebut sebagai kalor bakar. Nilai kalor pada suatu reaksi dapat diukur melalui pengukuran perubahan temperatur yang terjadi pada reaksi tersebut. Dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [5] :

$$Q = m \times c \times \Delta T \quad (2.2)$$

Dimana :

- Q = jumlah kalor (J)
- m = massa zat (g)
- ΔT = perubahan suhu ($T_{\text{Awal}} - T_{\text{Akhir}}$) ($^{\circ}\text{C}$ atau K).
- C = kalor jenis (J/ g. $^{\circ}\text{C}$)

2.2.2. Kalorimeter Bom

Kalorimeter bom adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam O_2 berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar atau khusus digunakan untuk menentukan kalor dari reaksi - reaksi pembakaran. Prinsip kerja dari kalorimeter adalah mengalirkan arus listrik melalui kawat penghantar yang dimasukkan ke dalam bom. Kemudian pembawa muatan akan bertumbukan dengan atom logam, akibat dari tumbukan tersebut akan menyebabkan kawat yang dialiri arus listrik memperoleh energi kalor atau panas. Kemudian panas yang dihasilkan kawat akan membakar sampel yang ada didalam bom dan terjadilah ledakan atau nyala api.

Rumus pembakaran yang terjadi di dalam bom, dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut [18]:

$$Q = \frac{W\Delta T}{g \times 1000} \quad (2.3)$$

Dimana :

- Q = Jumlah kalor (MJ/Kg)
- W = Koefisien panas kalorimeter (MJ/°C)
- ΔT = Pertambahan suhu (°C)
- g = Berat bahan bakar (Kg)

2.3. Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan dengan mempersiapkan bahan bakar solar dan minyak nabati yang sudah tercampur dengan komposisi yang sudah ditentukan. Setelah sampel telah tercampur dengan komposisi yang sesuai, maka sampel akan diuji metoda sederhana dengan melakukan perebusan air menggunakan kompor yang diisi dengan bahan bakar campuran solar dan minyak nabati yang dilakukan di Laboratorium *Renewable Energy* Telkom University, dan juga menggunakan kalorimeter bom yang dilakukan di laboratorium kimia milik Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas (PPSDM Migas), untuk mengetahui nilai kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar campuran.

Pengukuran kalor sederhana dengan menggunakan metoda sederhana dengan melakukan perebusan air menggunakan kompor yang diisi dengan bahan bakar campuran solar dan minyak nabati, pertama-tama menyiapkan kompor yang telah diisi bahan bakar campuran dan juga wadah yang berisi air. Kemudian kompor yang sudah siap dinyalakan dan taruh wadah berisi air diatas kompor, kemudian amati perubahan suhu yang terjadi selama 5 menit, dari suhu air keadaan awal dan keadaan akhir. Maka akan didapatkan ΔT yang akan dimasukan ke persamaan (2.4), sehingga didapatkan kalor air sebagai penerima kalor (Q_L).

Sedangkan pengujian menggunakan kalorimeter bom adalah dengan cara mengukur nilai kalor yang dilepaskan pada pembakaran sempurna. Pengukuran nilai kalor menggunakan kalorimeter bom dapat dilakukan dengan cara menempatkan sampel yang akan diuji dalam cawan dan sebuah kumparan kawat yang diketahui panjangnya (yang juga akan dibakar) dan digunakan sebagai penyulut api untuk membakar sampel di dalam bom. Bom kemudian ditutup dan dikencangkan. Setelah itu bom diisi dengan oksigen yang akan membantu proses pembakaran. Kemudian bom dimasukkan ke dalam kalorimeter yang telah diisi air. Setelah semuanya tersusun, aliran listrik dialirkan ke kawat besi yang akan menghasilkan panas sehingga terjadi proses pembakaran, dan kenaikan suhu yang diukur adalah temperatur saat awal dan temperatur pada keadaan tunak.

3. Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Menggunakan Metode Sederhana

Pengujian ini dilakukan dengan cara merebus air menggunakan kompor minyak yang telah diisi dengan bahan bakar campuran yang telah disiapkan. Dari pengujian ini didapatkan data berupa temperatur yang dihasilkan oleh air yang di rebus selama 5 menit, data tersebut kemudian diolah menjadi nilai kalor yang diterima air dari hasil pembakaran minyak yang ada didalam kompor.

Tabel 4.1 Data hasil Pengujian Menggunakan Metode Sederhana

Persentase		10%	15%	20%
Minyak Cengkeh	T_0 (°C)	25,6	24,8	23,2
	T_a (°C)	64,1	72,1	75,5
	ΔT (°C)	38,5	47,3	52,3
Minyak Jarak	T_0 (°C)	23,6	23,3	31,2
	T_a (°C)	62,5	67,8	77,4
	ΔT (°C)	38,9	44,5	46,2
Minyak Kelapa	T_0 (°C)	29,5	31,1	23,3
	T_a (°C)	75,1	78,2	75,6
	ΔT (°C)	45,6	47,1	52,3
Minyak Zaitun	T_0 (°C)	33,1	26,8	32,9
	T_a (°C)	75,8	67,7	71,8
	ΔT (°C)	42,7	40,9	38,9
Minyak Sawit	T_0 (°C)	22,4	23,1	23,8
	T_a (°C)	62,9	71,6	77,6
	ΔT (°C)	40,5	48,5	53,8

Solar	T ₀ (°C)	33,2
	T _a (°C)	81,7
	ΔT (°C)	48,5

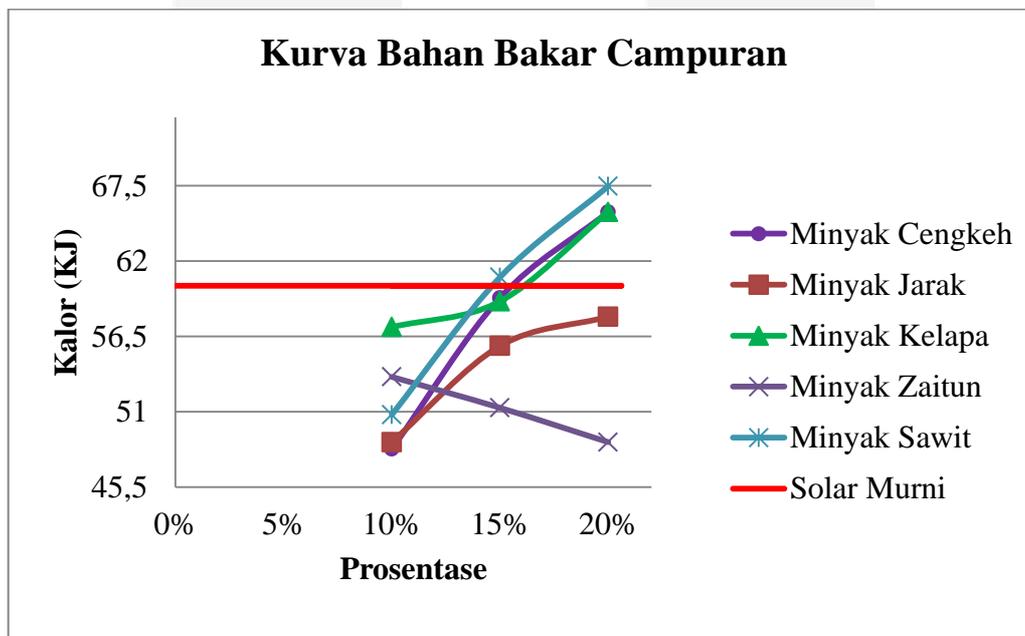
3.1.1. Nilai Kalor

Nilai kalor dari setiap bahan bakar campuran dapat di peroleh menggunakan persamaan (2.3) dengan kalor bahan bakar campuran sebagai Q_{Lepas}, dan kalor air sebagai Q_{Terima} . Menggunakan data yang di ketahui sebagai berikut :

Volume air = 300 mL = 0,0003 m³
 Massa jenis air = 1000 Kg/m³
 Massa Air (m) = Massa jenis air x Volume air
 = 1000 x 0,0003
 = 0,3 Kg
 Kalor jenis air (c) = 4180 J/Kg.

Tabel 4.2 Nilai kalor yang dihasilkan dari campuran bahan bakar dan minyak nabati

prosentase campuran	Minyak Cengkeh	Minyak Jarak	Minyak Kelapa	Minyak Zaitun	Minyak Sawit	Solar
	Q (J)	Q (J)	Q (J)	Q (J)	Q (J)	Q (J)
10%	48279,0	48780,6	57182,4	53545,8	50787,0	60819
15%	59314,2	55803,0	59063,4	51288,6	60819,0	
20%	65584,2	57934,8	65584,2	48780,6	67465,2	



Gambar 3.1 Grafik Kalor Bahan Bakar Terhadap Presentase Campuran

3.3. Pengujian Menggunakan Kalorimeter Bom

Pengujian ini dilakukan di laboratorium kimia milik PPSDM Migas Cepu dengan menggunakan kalorimeter bom. Kalor yang dihasilkan oleh kalorimeter bom berasal dari panas yang dihasilkan akibat pembakaran yang terjadi di dalam bom yang kemudian diserap oleh air yang berada disekeliling bom, setelah

itu kenaikan temperatur dapat terlihat pada termometer yang telah terpasang pada kalorimeter bom. Setelah prosesnya selesai akan diketahui selisih (ΔT) antara temperatur akhir dan temperatur awal (sebelum bom dinyalakan).

Tabel 3.1 Nilai kalor yang dihasilkan menggunakan metode kalorimeter bom

No.	Jenis	Nilai kalor (MJ/Kg)
1.	Campuran solar dengan 15% minyak cengkeh	42,67
2.	Campuran solar dengan 15% minyak sawit	42,13
3.	Solar murni	45,02

Tabel 3.2 Nilai kalor yang dihasilkan menggunakan metode sederhana

No.	Jenis	Nilai kalor (MJ/Kg)
1.	Campuran solar dengan 15% minyak cengkeh	0,34
2.	Campuran solar dengan 15% minyak sawit	0,34
3.	Solar murni	0,35

3.4. Analisis

Pada gambar 3.1 menunjukkan bahwa setiap campuran bahan bakar mengalami kenaikan kecuali untuk bahan bakar campuran dengan minyak zaitun, dikarenakan minyak zaitun memiliki lebih banyak asam oleat (asam lemak tak jenuh tunggal) dan membuat kandungan *monounsaturated* (Lemak tak jenuh tunggal) menjadi lebih banyak sehingga menyebabkan minyak zaitun lebih tahan terhadap oksidasi [10]. Jadi dapat disimpulkan jika semakin banyak menambahkan minyak zaitun pada campuran bahan bakar maka semakin besar penurunan nilai kalor yang di hasilkan karna sifat minyak zaitun yang tahan terhadap proses oksidasi menyebabkan pembakaran yang terjadi tidak optimal. Sedangkan, kenaikan nilai kalor yang paling tinggi ditunjukan pada bahan bakar campuran minyak sawit, dikarenakan ikatan ganda pada lemak tak jenuh (*Polyunsaturated*) mudah teroksidasi [9], sehingga bahan bakar campuran minyak sawit memiliki nilai kalor yang tinggi karena proses pembakaran yang optimal.

Campuran bahan bakar solar dengan minyak kelapa menghasilkan nilai kalor cukup besar dan meningkat, akan tetapi minyak kelapa memiliki titik beku yang tinggi sehingga tidak cocok digunakan pada daerah yang memiliki cuaca yang dingin atau bersuhu rendah. Kemudian pada campuran bahan bakar dengan minyak jarak juga mengalami kenaikan meskipun, walaupun nilai kalor pada konsentrasi 20% belum melebihi nilai kalor solar murni.

Nilai kalor yang didapat pada pengujian menggunakan kalorimeter bom adalah 42,67 MJ/Kg untuk campuran bahan bakar cengkeh dengan konsentrasi campuran 15% dan 42,13 MJ/Kg untuk campuran bahan bakar sawit dengan konsentrasi campuran 15%, sedangkan pada pengujian menggunakan metode sederhana nilai kalor yang di dapat adalah 0,3455 MJ/Kg untuk bahan bakar campuran cengkeh dengan konsentrasi campuran 15% dan 0,3389 MJ/Kg untuk bahan bakar campuran sawit dengan konsentrasi campuran 15%. Nilai yang didapat menggunakan kalorimeter bom lebih besar daripada dengan menggunakan metode sederhana. Dikarenakan pada pengujian dengan kalorimeter bom menggunakan sistem terisolasi maka tidak ada energi maupun materi yang keluar ke lingkungan sehingga kalor yang dihasilkan akan lebih optimal, sedangkan pengujian dengan metode sederhana menggunakan sistem terbuka dimana terjadi pertukaran energi dan juga materi ke lingkungan sehingga kalor yang dihasilkan tidak maksimal karena ada kalor yang terbuang ke lingkungan dan juga ada pengaruh dari lingkungan ke sistem. Akan tetapi baik pengujian sederhana maupun menggunakan kalorimeter bom, menunjukkan trend yang sama untuk nilai kalornya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pencampuran solar dan minyak nabati dapat meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan, untuk pencampuran solar dengan minyak kelapa sawit meningkatkan nilai kalor sebesar 6646,2 J lebih besar dari nilai kalor solar murni pada konsentrasi campuran 20% ,sedangkan untuk minyak kelapa dan minyak cengkeh dapat meningkatkan nilai kalor sebesar 4765,2 J lebih besar dari nilai kalor solar murni pada konsentrasi 20%.
2. Penambahan konsentrasi campuran pada masing – masing minyak nabati berpengaruh terhadap kenaikan nilai kalor, untuk minyak cengkeh dan minyak kelapa kondisi ideal terjadi pada konsentrasi campuran 20% dengan nilai kalor sebesar 65584,2 J, dan untuk minyak sawit terjadi pada konsetrasi campuran 15% dengan nilai kalor sebesar 60819 J. Sedangkan untuk minyak zaitun kondisinya mengalami penurunan pada setiap penambahan konsentrasi campuran.

Daftar Pustaka

- [1] Blin, J., Brunschwig, C., Chapuis, A., Changotade, O., Sidibe, S., Noumi, E., et al. (2013). Characteristics of vegetable oils for use as fuel in stationary diesel engines—Towards specifications for a standard in West Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 580-597
- [2] R. Misra and M. Murthy. 2011. Jatropa — The future fuel of India, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1350-1359.
- [3] Susilo, Jurio. 2014. Penggunaan Minyak Astsiri Sebagai Aditif Dispersan Untuk Mengatas Deposit Pada Ruang Bakar Mesin Diesel Berbahan Bakar B20. Pekanbaru: UIN Suska Riau.
- [4] M. Mbarawa, “Performance, emission and economic assessment of clove stem oil–diesel blended fuels as alternative fuels for diesel engines,” *Renewable Energy* , 871-882, 2010.
- [5] Darmanto, Seno., dan Ireng Sigit. 2006. Analisa Biodiesel Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Minyak Diesel. *Traksi*. Vol. 4. No. 2.
- [6] Susilo, Jurio. 2014. Penggunaan Minyak Astsiri Sebagai Aditif Dispersan Untuk Mengatas Deposit Pada Ruang Bakar Mesin Diesel Berbahan Bakar B20. Pekanbaru: UIN Suska Riau.

