

## Pengaruh Variasi Persentase Minyak Kelapa Pada Bahan Bakar Solar Terhadap Intermittensi Api Pembakaran

Jemmy Charles K.\*

\* Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

### Abstrak

Beberapa dekade terakhir, dunia dilanda krisis energi, hal ini memicu pemerintah membuat kebijakan untuk mengembangkan sumber energi terbarukan dan dapat diaplikasikan didalam permesinan, salah satunya adalah bahan bakar nabati dari minyak kelapa. Ketika minyak kelapa dicampur dengan solar, maka struktur fisik dan kimia bahan bakar ini akan berubah, dan tentunya akan merubah juga perilaku dari dinamika pembakaran campuran bahan bakar ini, yakni intermittensi apinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur pengaruh komposisi minyak kelapa pada solar terhadap intermittensi api pembakaran. Penelitian ini dilakukan dengan mencampur minyak kelapa pada solar, dari komposisi solar murni 100% : minyak kelapa 0% sampai 0% solar : 100% minyak kelapa, diuji dengan menggunakan mesin pertanian merk Yanmar dengan pompa injector 10,5 bar, nosel 7,5 bar dengan diameter 1 mm, menggunakan motor listrik dengan 2572,2 rpm sebagai penggerak *nok* untuk memompa *injection pump*. Intermittensi api dan dinamikanya diamati menggunakan video kamera resolusi tinggi. Hasil menunjukkan bahwa jumlah intermittensi api sebanyak 1 kali, 2 kali, 3 kali dan 4 kali paling banyak terjadi pada campuran minyak kelapa antara 40%-60%. Sedangkan jarak dan periode intermittensi api paling tinggi terjadi pada minyak kelapa 50% yakni masing-masing 119,294 cm dan 0.04646. Frekuensi intermittensi api paling besar terjadi pada minyak kelapa 40%, yaitu 37,74 Hz. Pada komposisi minyak kelapa 80% - 100 % api padam dimana tidak terjadi reaksi pembakaran.

**Kata kunci:** Bahan bakar solar, Intermittensi api, Minyak kelapa, Viskositas.

### Abstract

During the last decades the world has faced the energy crisis. This might stimulate government to create policies to develop renewable energy resources and applicable to machineries. When coconut oil mixed with diesel fuel, the physical and chemical structures of these fuels would change. It might influence the injection manners and the dynamics of combustion of the mixture, that is flame intermittent. This research aimed to measure the influence of coconut oil composition on diesel fuel intermittency flame combustion. This research conducted by mixing coconut oil and diesel fuel, by using the ratios of 100% diesel fuel : 0% coconut oil to 0% diesel fuel : 100% coconut oil. These mixtures were tested by using Yanmar machines, using injector pump with the power 10.5 bar, nozzle 7.5 bar with its diameter 1 mm. Furthermore, the writer used electric motor with 2572,2 rpm as the motor of *nok* to pump the injection pump. The spray injection angle and bursting atomization intermittency and flame intermittency, observed by using video camera high resolution. The results show that the numbers of flame intermittency were 1, 2, 3, and 4 had on the ratio of mixtures coconut oil and diesel fuel 40%-60%. Whereas the distance and periode of flame intermittency were highest in 50% coconut oil, with the approximate values 119.29 cm and 0.04646. The highest flame intermittency frequency had on 40% coconut oil, approximately 37.74 Hz. In the ratio 80% - 100% coconut oil, the flame was extinct, where there was no combustion reaction.

**Keywords:** Coconut oil, Diesel Fuel, Flame intermittency, Viscosity.

### PENDAHULUAN

Adaya krisis energi beberapa tahun terakhir ini, seluruh dunia termasuk Indonesia, berusaha mencari sumber-sumber energi-energi baru, termasuk energi terbarukan seperti minyak nabati.

Di tahun 2006, pemerintah mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5

Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti Bahan Bakar Minyak menekankan pada upaya untuk mencari sumber energi yang terbarukan. Upaya pengembangan Bahan Bakar Nabati (*biofuel*) ini ditunjang Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006.

\* Alamat Korespondensi Penulis:

**Jemmy Charles Kewas**

Email : jemmyschalwyk@gmail.com

Alamat : Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado,  
Tondano – Sulawesi Utara.

Kelapa merupakan salah satu bahan baku pembuat energi alternatif yang banyak tumbuh di daerah pantai maupun pegunungan. Indonesia merupakan salah satu negara yang sangat kaya sebagai penghasil kelapa terbesar di dunia yaitu 16.146 juta butir kelapa setara dengan 3.229.251 M.T ekuivalen kopra dengan luas area 3.882.558 Ha. Apabila dihasilkan kelapa sebanyak 16,146 juta butir kelapa dengan berat per butir rata-rata 1,8 kg, maka setara dengan berat 29.062,8 ton kelapa [1].

Di Indonesia, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri (BPPI) Departemen Perindustrian pada tahun 2005 telah melakukan uji coba produksi *cocodiesel* sebagai bahan bakar alternatif. Proyek percontohan ini dilakukan di tiga lokasi, yaitu Manado, Sulawesi Utara; Pemeung Peuk, Garut - Jawa Barat; dan di Banyuwangi, Jawa Timur.

Karakteristik bahan bakar khususnya campuran minyak kelapa dan bahan bakar solar tentunya sangat menarik untuk dipelajari. Pada penelitian-penelitian sebelumnya, pengaruh campuran minyak kelapa dan bahan bakar solar belum pernah diteliti lebih mendalam, oleh karenanya sangat perlu untuk dipelajari bagaimana perilaku campuran bahan bakar ini. Permasalahannya adalah bagaimana pengaruh minyak kelapa pada bahan bakar solar terhadap sudut penyebaran dan intermittensi atomisasi ketika diinjeksikan dan yang kedua adalah mempelajari dinamika pembakarannya, baik berupa intermittensi api, periode, frekuensi, panjang dan lebar api.

Studi tentang minyak nabati telah banyak dilakukan yang menyertakan penggunaan minyak nabati diperbandingkan dengan campuran bahan bakar diesel yang melebihi 20 persen telah dilakukan pada awal tahun 1980an. Riset jangka panjang pada mesin, menunjukkan ketahanan mesin itu masih diragukan ketika campuran bahan bakar diesel lebih dari 20% minyak nabati [2].

Pada tahun 2004, Rodjanakid dan Chinda melakukan pengujian sudut penyebaran pada bahan bakar solar dicampur dengan biodiesel minyak kelapa dengan menggunakan mesin Yanmar. Dari hasil penelitian didapatkan sudut penyebaran solar sebesar  $13,7^{\circ}$ , sedangkan biodiesel minyak kelapa (*coconut oil*) sebesar  $11,5^{\circ}$ .

Pada pengujian mesin diesel dengan bahan bakar minyak vegetatif dan minyak diesel didapatkan bahwa minyak vegetatif mempunyai efisiensi dan daya mesin yang lebih besar dibanding dengan minyak diesel, suhu gas buang

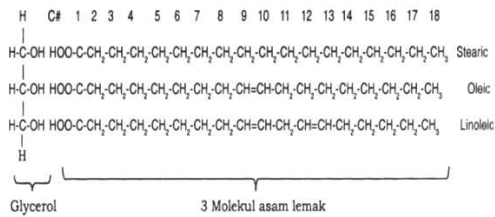
yang dihasilkan lebih rendah namun terjadi penurunan kualitas nilai kalor rata-rata 2% [3]. Dengan nilai kalor yang rata-rata lebih rendah 2%, dan minyak vegetatif mempunyai angka cetana yang jauh lebih tinggi akan di dapat keterlambatan penyalaan yang lebih pendek bila dibandingkan dengan minyak diesel. Adanya keterlambatan penyalaan yang lebih pendek (*ignition delay*) daya yang dihasilkan besar dan efektif, maka akan dihasilkan unjuk kerja yang optimum [4].

Begitupun dengan penelitian yang lain tentang pemakaian minyak vegetatif dicampur dengan bahan bakar diesel dan didapatkan bahwa viskositas campuran relatif lebih tinggi dibandingkan bahan bakar diesel [5]. Beberapa minyak nabati memiliki *cetane number* berkisar antara 32-40, densitas berkisar  $0,916 \text{ g/cm}^3$  pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ , viskositas  $28,5 - 37,1 \text{ mm}^2/\text{s}$  pada suhu  $38^{\circ}\text{C}$  [6]. Minyak nabati dengan bahan bakar diesel juga memiliki efisiensi konversi *brake fuel* nya hampir sama [7].

Pada tahun 2009, peneliti dari salah satu universitas di India melakukan pengujian campuran minyak kelapa dan bahan bakar solar dan didapatkan nilai *specific gravity* dari minyak kelapa dan solar hampir sama yaitu, 0,81 untuk solar dan 0,918 untuk minyak kelapa murni [8], sehingga densitas minyak kelapa dan solar tidak berbeda jauh, hal ini mengindikasikan bahwa ketika bahan bakar solar dicampur dengan minyak kelapa, maka akan terjadi campuran yang homogen atau tidak terjadi pemisahan.

Secara teoritis bahwa komposisi asam lemak minyak kelapa terdiri dari asam laurat ( $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$ ) sebesar 48 %, asam miristat ( $\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$ ) sebesar 17,5 %, asam palmitat ( $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ) sebesar 8,8 %, asam kaplirat ( $\text{C}_7\text{H}_{17}\text{COOH}$ ) sebesar 8 %, asam kaprat ( $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{COOH}$ ) sebesar 7 %, asam oleat ( $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ ) sebesar 6 %, asam linoleat ( $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ) sebesar 2,5 % dan asam stearat ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ) sebesar 2 % [9].

Bahan bakar minyak kelapa tersusun dari molekul-molekul *triglyceride* yang terdiri dari *glycerol* yakni alkohol dengan tiga rantai karbon sebagai tulang punggung (rantai utama) dan tiga cabang asam lemak dengan rantai 18 karbon atau 16 karbon.



Gambar 1. Susunan ikatan molekul *triglyceride* [10]

Pembakaran stoikiometri merupakan pembakaran yang mana semua atom dari pengoksida bereaksi secara kimia untuk berbagai produk [10]. Berdasarkan hasil perhitungan reaksi stoikiometri dari reaksi kimia minyak kelapa dan solar yang bereaksi dengan udara, didapatkan bahwa pada pembakaran campuran minyak kelapa dan bahan bakar solar membutuhkan udara sebanyak 182,25% agar bisa terjadi pembakaran pada campuran bahan bakar tersebut. Untuk pembakaran 100% solar murni membutuhkan udara sebesar 24,5%, sedangkan pada campuran minyak kelapa 10 % dan bahan bakar solar 90 % pembakaran campuran ini membutuhkan udara sebanyak 37,83%. Kemudian berturut-turut 20:80 sebanyak 51,15%, perbandingan 30:70 sebanyak 64,48%, perbandingan 40:60 sebanyak 77,80%, perbandingan 50:50 sebanyak 91,13%, perbandingan 60:40 sebanyak 104,45%, perbandingan 70:30 sebanyak 117,78%, perbandingan 80:20 sebanyak 131,10%, perbandingan 90:10 sebanyak 144,43%, dan 100% minyak kelapa murni membutuhkan udara sebanyak 157,75%.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk mengukur pengaruh komposisi minyak kelapa pada solar terhadap intermitensi api pembakaran.

**METODE PENELITIAN**

Variasi campuran minyak kelapa dan solar diukur menggunakan gelas ukur, kemudian dimasukkan ke dalam tangki bahan bakar, bahan bakar mengalir ke pompa injeksi melalui selang bahan bakar, bahan bakar ini mengalir akibat terhisap oleh pompa injeksi. Pompa injeksi ditekan dengan menggunakan putaran *knock as* yang digerakkan dengan menggunakan dinamo yang dihubungkan dengan *v belt* pada pquili yang diintegrasikan dengan *knock as*. Dari pompa injeksi, bahan bakar dikompresikan dengan tekanan dari pompa dan dialirkan ke nosel melewati pipa bahan bakar. Kemudian bahan bakar keluar berbentuk kabut / atomisasi melalui nosel membentuk sudut tertentu. Kabut bahan

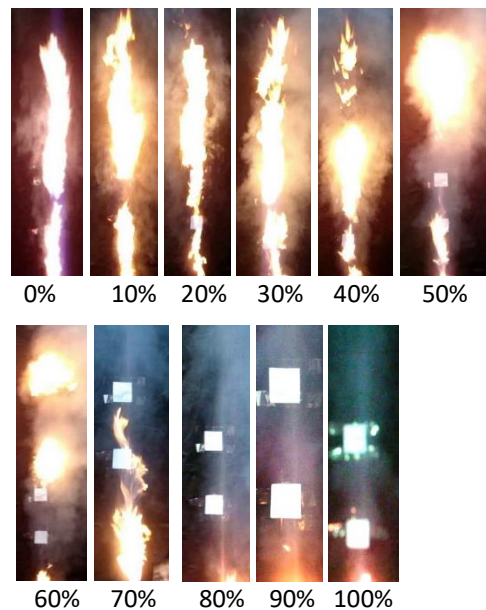
bakar diaktivasi menggunakan api. Intermitensi dan dinamika pembakaran direkam menggunakan kamera video resolusi tinggi.

Pengamatan sudut penyebaran dan rambatan api dilakukan secara dua dimensi. Pelangambilan data dimulai dengan melakukan pengukuran campuran minyak kelapa 10% kemudian dicampur dengan solar 90%, kemudian diaduk campuran tersebut sampai homogen. Campuran bahan bakar tersebut dimasukkan ke tangki bahan bakar, dan motor listrik dihidupkan dengan rpm dokonstantakan (2572,2 rpm). Tuas akselerasi pompa injeksi dinaikkan (besarannya dikonstantakan), dan campuran bahan bakar yang keluar dari nosel berbentuk atomisasi diaktifasi dengan api. Pengukuran frekuensi intermitensi api dihitung dari nilai periode yang didapat, dengan rumus :  $f = \frac{1}{T}$

Api hasil pembakaran campuran bahan bakar direkam dengan menggunakan kamera *high resolution* dan datanya ditransfer ke komputer untuk dianalisa video dengan menggunakan perangkat *software design grafis* dan *ImageJ*. Pengambilan data untuk satu campuran bahan bakar dilakukan sebanyak 5 kali. Data kemudian dianalisa secara grafis dengan bantuan program *microsoft excel*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian menunjukkan terjadinya dinamika rambatan api pada berbagai persentase volume minyak kelapa didalam bahan bakar solar, hal ini dapat dilihat pada gambar 2.

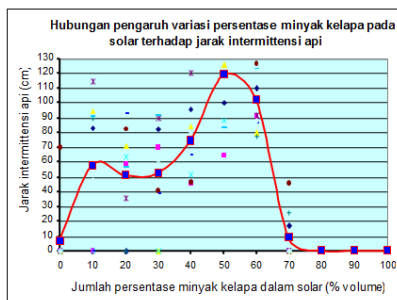


Gambar 2. Dokumentasi hasil penelitian dinamika api

Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah intermittensi api paling banyak terjadi pada campuran minyak kelapa 40%-60%, dimana intermittensi tertinggi terjadi pada minyak kelapa 50%, sedangkan minyak kelapa 10%-30% dan 70% mengalami intermittensi sekitar 10%-40% baik intermittensi api sebanyak 1 kali, 2 kali, 3 kali, dan 4 kali.

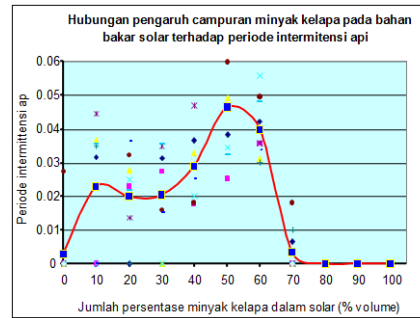
Api mengalami kenaikan intermittensi seiring dengan kenaikan prosentase minyak kelapa pada bahan bakar solar [10]. Hal ini tentunya mengakibatkan kenaikan jumlah rantai lemak dalam campuran bahan bakar ini, dimana rantai lemak ini mengakibatkan sulitnya terjadi reaksi pembakaran, sehingga apinya tidak terjadi secara utuh tapi terputus-putus (intermittensi). Disamping itu kenaikan prosentase minyak kelapa, menyebabkan kenaikan viskositas, sehingga sebaran atomisasi bahan bakar tidak maksimal, sehingga sulit terbakar dengan baik [4].

Hasil penelitian pada jarak intermittensi api menunjukkan terjadinya kenaikan panjang intermittensi api dari minyak kelapa 0%-10%, kemudian cenderung datar sampai minyak kelapa 30%, selanjutnya pada minyak kelapa 30%-50% naik, dan kemudian turun sampai apinya mati pada minyak kelapa 80%. Jarak intermittensi api tertinggi terjadi pada kandungan minyak kelapa 50% (Gambar 3).



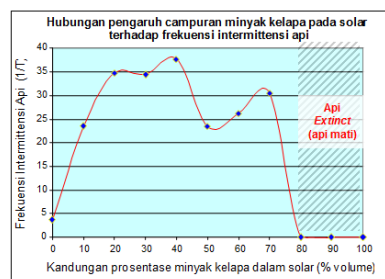
Gambar 3. Hubungan antara pengaruh campuran minyak kelapa pada bahan bakar solar terhadap jarak intermittensi api

Perubahan jarak intermittensi api ini terjadi karena naiknya jumlah rantai lemak dan nilai viskositas campuran bahan bakarnya seiring bertambahnya kandungan minyak kelapa dalam bahan bakar solar [10]. Selanjutnya dihitung periode intermittensi api dengan kecepatan semprotan bahan bakar 2612,56 mm/det, sehingga didapat hasil seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara pengaruh campuran minyak kelapa pada bahan bakar solar terhadap periode intermittensi api

Hasil menunjukkan bahwa pada periode intermittensi terjadi kenaikan dari minyak kelapa 0%-10%, kemudian cenderung datar pada komposisi minyak kelapa 10%-30%, kemudian naik lagi dari minyak kelapa 30%-50%, selanjutnya turun hingga apinya padam pada 80% minyak kelapa. Periode intermittensi api tertinggi terjadi pada kandungan minyak kelapa 50%. Sedangkan frekuensi intermittensi api menunjukkan bahwa pada solar murni terjadi frekuensi yang rendah dan terjadi kenaikan frekuensi sampai pada campuran minyak kelapa 20% kemudian mendatar hingga minyak kelapa 40% (Gambar 5). Pada campuran 40%-50% minyak kelapa terjadi penurunan frekuensi, dan selanjutnya naik kembali hingga 70% dan kemudian pada campuran 80% minyak kelapa, api mati.



Gambar 5. Hubungan antara pengaruh campuran minyak kelapa pada bahan bakar solar terhadap frekuensi intermittensi api

Secara keseluruhan kenaikan kandungan minyak kelapa pada bahan bakar solar mengalami kecenderungan yang sama dimana pada campuran minyak kelapa 40% sampai 70% terjadi perubahan perilaku api yang sangat signifikan. Ini menunjukkan bahwa pada campuran minyak kelapa 40% - 70% perilaku api mengalami gejala dan fluktuasi yang besar, hal ini disebabkan karena pada kisaran campuran minyak kelapa ini, momentum bahan bakar untuk terjadi atomisasi ketika disemprotkan dari nosel mengalami

perubahan seiring meningkatnya kandungan komposisi minyak kelapa pada solar yang diiringi dengan kenaikan nilai viskositasnya [11]. Artinya, pembakaran akan terjadi ketika bahan bakar disemprotkan dari nosel mengalami pengembunan atau atomisasi, atomisasi erat kaitannya dengan viskositas dan ikatan rantai karbon bahan bakar, semakin tinggi viskositas dan kekuatan ikatan rantai karbonnya, maka semakin besar pula momentum yang dibutuhkan untuk terjadi atomisasi, pada jarak terjadinya atomisasi itulah proses pembakaran terjadi yaitu ketika panas energi aktifasi bereaksi secara kimia dengan bahan bakar yang telah terjadi atomisasi, sehingga terjadi ledakan berbentuk api atau dengan kata lain terjadi reaksi pembakaran [10]. Semakin besar kandungan komposisi minyak kelapa pada bahan bakar solar, maka jarak terjadinya ledakan atau rekasi pembakaran semakin jauh dari nosel. Hal lain yang membuat perubahan perilaku intermitensi api juga disebabkan karena suplai udara ketika terjadi pembakaran tidak tercukupkan seperti yang ditunjukkan pada reaksi kimia stoikiometri minyak kelapa dan solar, dimana semakin tinggi kandungan minyak kelapa pada bahan bakar solar, kebutuhan udaranya (AFR) semakin tinggi pula, sehingga tidak terjadi pembakaran sempurna, hal ini dapat diamati dengan banyaknya jelaga yang dihasilkan dari reaksi pembakarannya.

#### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah intermittensi api sebanyak 1 kali, 2 kali, 3 kali dan 4 kali paling banyak terjadi pada campuran minyak kelapa antara 40%-60%. Sedangkan jarak dan periode intermittensi api paling tinggi terjadi pada minyak kelapa 50% yakni masing-masing 119,294 cm dan 0.04646. Frekuensi intermittensi api paling besar terjadi pada minyak kelapa 40%, yaitu 37,74 Hz. Pada komposisi minyak kelapa 80% - 100 % api padam dimana tidak terjadi reaksi pembakaran

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Tim Sekretariat MAPI, 2006. Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif (Biofuel dan Biodiesel dari Kelapa). [http://www.dekindo.com/content/artikel/bahan\\_bakar.pdf](http://www.dekindo.com/content/artikel/bahan_bakar.pdf). Diakses tanggal 9 November 2009.
- [2]. Jones, S, dan C.L. Peterson, 2002. *Using Unmodified Vegetable Oils as a Diesel Fuel Extender*. Publishing by University of Idaho. USA.
- [3]. Murayama, T., Y. Fujiwara, dan T. Noto, *Evaluating Waste Vegetable Oil As a Diesel Fuel*. 2000. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D: Journal of Automobile Engineering, 214 (2): 141–148.
- [4]. Shaheed, A., dan E. Swain, 1999. *Combustion Analysis of Coconut Oil and Its Methyl Esters In a Diesel Engine*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part A: Journal of Power and Energy, 213 (5): 417 – 425.
- [5]. Altin, R., S. Centikaya, and S. Yucesu, 2002. *The Potensial Of Using Vegetable Oil Fuels as Fuel For Diesel Engines*. Energi Conversion and management, 42 (5): 529 – 538.
- [6]. Kowalewicz, A., dan M Wojtyniak, 2005. *Alternative Fuels and Their Application To Combustion Engines*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D: Journal of Automobile Engineering, 219 (1): 103 – 125.
- [7]. Canakci, M., 2005. *Performance and Emissions Characteristics Of Biodiesel From Soybean Oil*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D: Journal of Automobile Engineering, 219 (7): 915 – 922.
- [8]. Suresh R., B.D. Prasad, S.M. Raman, dan T. Nibin. 2009. *Emission Control For a Glow Plug Direct Injection CI Engine Using Preheated Coconut Oil Blended Diesel*. 2009. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, ISSN 1819-6608, 4 (8): 82 – 86.
- [9]. Hendartomo, T. 2006. *Pemanfaatan Minyak Dari Tumbuhan Untuk Pembuatan Biodiesel*. Penerbit Universitas Gajahmada. Yogyakarta.
- [10]. Wardana, I.N.G., 2008. *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*. Cetakan Pertama. Penerbit Universitas Brawijaya. Malang.
- [11]. Rodjanakid, K.O dan Charoenphonphanich, C. 2004. *Performance of an Engine using Biodiesel from Refined Palm Oil Stearin and Biodiesel from Crude Coconut Oil*. In Proc. Of the Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE), Hua Hin, Thailand. pp. 1 – 3.