

# ANALISA BIODIESEL MINYAK KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF MINYAK DIESEL

Seno Darmanto <sup>1)</sup>, Ireng Sigit A <sup>2)</sup>

## Abstract

Research is done to analyze biodiesel of coconut oil as fuel of diesel engine. The analyzing is focused on properties potential of biodiesel of coconut oil as fuel of diesel engine. The research is done in laboratory with making biodiesel of coconut oil and testing properties of biodiesel. The testing of biodiesel consists of B5, B10, B15, B20, B25 and pure biodiesel of coconut oil. Based on analyzing data, it shows that biodiesel has flash point lower than diesel fuel. Biodiesel also has kinematics viscosity higher than diesel fuel. And specific gravity of biodiesel is higher than specific gravity of diesel fuel.

**Key word: coconut oil, biodiesel, properties, viscosity, flash point, specific gravity, heat value, cetane number**

## PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak bumi (fosil) diperkirakan sekitar 60 tahun lagi akan habis apabila dieksploitasi secara besar-besaran. Untuk memperlambat dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bumi tersebut salah satunya adalah dengan bahan bakar biodiesel yang bahan bakunya sangat besar untuk dikembangkan. Adapun biodiesel dapat dibedakan menjadi dua yaitu yang berasal dari tumbuhan dan hewan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bilangan cetana (CN) biodiesel lebih tinggi dari pada minyak diesel(solar). Angka cetana rata-rata minyak diesel 45, sedangkan biodiesel 62 untuk yang berbasis kelapa sawit, 51 untuk jarak pagar dan 62,7 untuk yang berbasis kelapa sayur (Soerawidjaja, 2003). Untuk mengetahui karakteristik bahan bakar biodiesel maka diadakan penelitian campuran minyak biodiesel dengan minyak solar yang diharapkan akan mendapatkan unjuk kerja yang optimal.

Bertitik tolak dari alasan tersebut di atas, kajian dan penelitian terhadap bahan bakar yang bersumber dari bahan yang dapat diperbaharui mempunyai potensi sangat besar. Kajian dan analisa bahan bakar yang dapat diperbaharui diharapkan akan mendapatkan gambaran tentang kelebihan dan kekurangan yang dimiliki biodiesel sehingga akan memberikan kontribusi untuk membantu mengatasi masalah energi di masa-masa yang akan datang.

## TINJAUAN PUSTAKA

Motor bakar torak pada umumnya mempunyai tujuan yaitu mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi panas/thermal yang kemudian energi panas ini mendorong torak untuk bergerak (energi mekanik). Adapun energi mekanik dari torak diteruskan ke poros engkol(*crank shaft*) menjadi gerak rotasi, yang selanjutnya diteruskan ke roda daya(*fly wheel*) dan kesuatu transmisi. Motor bakar torak terbagi menjadi dua jenis utama yaitu motor bensin (*otto*) dan motor diesel. Salah satu yang membedakan antara motor bensin dan motor diesel adalah bahan bakarnya. Motor bensin seperti namanya menggunakan bensin/premium sebagai bahan bakarnya, sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Selain itu pada motor bensin terdapat karburator dan busi. Sebelum masuk ke dalam silinder (ruang bakar), bensin dan udara dicampur di

---

<sup>1)</sup> Staf Pengajar PSD III TEKNIK Mesin UNDIP

<sup>2)</sup> Staf Pengajar PSD III TEKNIK Mesin UNDIP

dalam karburator. Sehingga karburator berfungsi untuk memberi campuran yang ideal antara bahan bakar dan udara. Sedangkan busi berfungsi untuk memberikan loncatan bunga api di dalam ruang bakar. Sedangkan motor diesel, tidak menggunakan karburator dan busi, bahan bakar dan udara masuk kedalam ruang bakar tidak secara bersamaan. Pada proses hisap yang masuk adalah udara sedangkan bahan bakar masuk pada saat proses kompresi di mana pada saat itu temperatur dan tekanannya tinggi melebihi temperature nyala bahan bakar sehingga bahan bakar akan terbakar secara spontan dengan sendirinya.

#### ➤ **Bahan bakar diesel**

Bahan bakar diesel yang sering disebut solar (*light oil*) merupakan suatu campuran hidrokarbon yang didapat dari penyulingan minyak mentah pada temperature 200<sup>0</sup>C-340<sup>0</sup>C. Minyak solar yang sering digunakan adalah hidrokarbon rantai lurus (*hetadecene*(C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>)) dan *alpha-methilnaphthalene*. Bahan bakar yang sebaiknya digunakan dalam motor diesel adalah jenis bahan bakar yang dapat segera terbakar (sendiri) yaitu yang dapat memberikan periode persyaratan pembakaran rendah.

Bahan bakar motor diesel juga mempunyai sifat-sifat yang mempengaruhi prestasi. Sifat-sifat bahan bakar diesel yang mempengaruhi prestasi dari motor diesel antara lain: penguapan(*volality*), residu karbon, viskositas, belerang, abu dan endapan, titik nyala, titik tung, sifat korosi, mutu nyala dan *cetane number*.

- Penguapan(*Volality*).

Penguapan dari bahan bakar diesel diukur dengan 90% suhu penyulingan. Ini adalah suhu dengan 90% dari contoh minyak yang telah disuling, semakin rendah suhu ini maka semakin tinggi penguapannya.

- Residu karbon

Residu karbon adalah karbon yang tertinggal setelah penguapan dan pembakaran habis. Bahan yang diuapkan dari minyak, diperbolehkan residu karbon maksimum 0,10%.

- Viskositas.

Viskositas minyak dinyatakan oleh jumlah detik yang digunakan oleh volume tertentu dari minyak untuk mengalir melalui lubang dengan diameter kecil tertentu, semakin rendah jumlah detiknya berarti semakin rendah viskositasnya.

- Belerang.

Belerang dalam bahan bakar terbakar bersama minyak dan menghasilkan gas yang sangat korosif yang diembunkan oleh dinding-dinding silinder, terutama ketika mesin beroperasi dengan beban ringan dan suhu silinder menurun. Kandungan belerang dalam bahan bakar tidak boleh melebihi 0,5 %- 1,5%.

- Abu dan endapan

Abu dan endapan dalam bahan bakar adalah sumber dari bahan mengeras yang mengakibatkan keausan mesin. Kandungan abu maksimal yang diijinkan adalah 0,01% dan endapan 0,05%.

- Titik nyala.

Titik nyala merupakan suhu yang paling rendah yang harus dicapai dalam pemanasan minyak untuk menimbulkan uap terbakar sesaat ketika disinggung dengan suatu nyala api. Titik nyala minimum untuk bahan bakar diesel adalah 150<sup>0</sup>F.

- Titik Tuang.

Titik tuang adalah suhu minyak mulai membeku/berhenti mengalir. Titik tuang maksimum untuk bahan bakar diesel adalah 0<sup>0</sup>F.

- Sifat korosif.

Bahan bakar minyak tidak boleh mengandung bahan yang bersifat korosif dan tidak boleh mengandung asam basa.

- Mutu penyalaan.

Nama ini menyatakan kemampuan bahan bakar untuk menyala ketika diinjeksikan ke dalam pengisian udara tekan dalam silinder mesin diesel. Suatu bahan bakar dengan mutu penyalaan yang baik akan siap menyala, dengan sedikit keterlambatan penyalaan. Bahan bakar dengan mutu penyalaan yang buruk akan menyala dengan sangat terlambat. Mutu penyalaan adalah salah satu sifat yang paling penting dari bahan bakar diesel untuk dipergunakan dalam mesin kecepatan tinggi. Mutu penyalaan bahan bakar tidak hanya menentukan mudahnya penyalaan dan penstarteran ketika mesin dalam keadaan dingin tetapi juga jenis pembakaran yang diperoleh dari bahan bakar. Bahan bakar dengan mutu penyalaan yang baik akan memberikan mutu operasi mesin yang lebih halus, tidak bising, terutama akan menonjol pada beban ringan.

- Bilangan Cetana (*Cetane Number*).

Mutu penyalaan yang diukur dengan indeks yang disebut Cetana. Mesin diesel memerlukan Bilangan cetana sekitar 50. Bilangan cetana bahan bakar adalah persen volume dari cetana dalam campuran cetana dan alpha-metyl naphthalene mempunyai mutu penyalaan yang sama dan bahan bakar yang diuji. Cetana mempunyai mutu penyalaan yang sangat baik dan *alpha-metyl naphthalene* mempunyai mutu penyalaan yang buruk. Bilangan cetana 48 berarti bahan bakar cetana dengan campuran yang terdiri atas 48% cetana dan 52% alpha-metyl naphthalene.

### ➤ **Bahan Bakar Biofuel**

Muryama, at. all, (2000) melaporkan bahwa pada pengujian mesin diesel dengan bahan bakar minyak vegetatif dan minyak diesel didapatkan bahwa dengan minyak vegetatif mempunyai efisiensi dan daya mesin yang lebih besar dibanding dengan minyak diesel, karena suhu gas buang yang dihasilkan lebih rendah namun terjadi penurunan kualitas nilai kalor rata-rata 2%. Dengan nilai kalor yang rata-rata lebih rendah 2%, tetapi minyak vegetatif mempunyai angka cetana yang jauh lebih tinggi akan didapat 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.

Altin, at. al, (2000) mengadakan penelitian pemakaian minyak vegetatif dicampur dengan bahan bakar diesel dan didapatkan bahwa viskositas campuran relatif lebih tinggi dibandingkan bahan bakar diesel. Selanjutnya suhu mesin relatif lebih rendah bila digunakan bahan bakar campuran. Suhu mesin yang relatif rendah mengindikasikan efisiensi meningkat sebagai akibat dari angka cetana dari bahan bakar vegetatif jauh lebih tinggi. Dengan angka cetana yang tinggi maka pembakaran akan efektif dan keterlambatan penyalaan akan pendek dan efisiensi mesin akan tinggi. Angka viskositas yang tinggi akan menambah beban/kerja pompa lebih berat.

Penelitian minyak vegetatif untuk bahan bakar pesawat terbang telah dilakukan oleh Kavouras, at. al, (2000). Pengujian nilai kalor menunjukkan bahwa campuran B20 dan B30 lebih rendah masing-masing 2% dan 3%. Penggunaan minyak vegetatif pada turbin gas yang mempunyai nilai kalor lebih rendah (2-3 %) tidak begitu berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin. Dengan demikian minyak vegetatif memenuhi sebagai pengganti bahan bakar pesawat terbang, sedangkan emisi gas buang lebih rendah 10 % bila dibandingkan dengan bahan bakar yang dipakai turbin gas dan tidak berpengaruh terhadap atmosfer.

Wang, et. al, (1999) mengadakan penelitian pada minyak vegetatif didapatkan hasil bahwa minyak vegetatif mempunyai nilai kalor lebih rendah dibanding minyak diesel tapi didapat angka cetana yang tinggi, namun emisi gas buang yang rendah untuk CO dan HC sedang NOx naik.

Krishna (2002) mendapatkan emisi gas NOx paling rendah pada campuran B20 untuk berbagai macam perbandingan udara dan bahan bakar, karena pada B20 didapatkan suhu gas buang relatif rendah, ini dipercaya bahwa efisiensi meningkat terbukti karena suhu gas buang rendah karena angka cetana tinggi akan menghasilkan keterlambatan waktu penyalaan pembakaran lebih pendek.

Pengujian viskositas minyak vegetatif yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa viskositas minyak vegetatif lebih besar bila dibandingkan dengan minyak diesel. Viskositas minyak vegetatif berkisar antara (2.3 - 6) cst (Soerawidjaja, 2002) dan (2.6 - 4.8) (Juniartini, 1998)

Saat orang mendengar minyak kelapa maka mereka mengira minyak kelapa adalah minyak untuk memasak. Tapi kini minyak kelapa telah dikembangkan sebagai bahan bakar karena dalam satu molekul minyak kelapa terdiri dari 1 unit gliserine dan sejumlah asam lemak. Dan 3 (tiga) unit asam lemak dari rantai karbon panjang adalah *triglyseride* (lemak dan minyak). Komponen *glycerine* memiliki titik didih tinggi yang dapat melindungi minyak dari penguapan (*volatilizing*). Pada biodiesel, komponen asam lemak dari minyak dikonversikan ke elemen lain yang disebut ester. *Glycerine* dan asam lemak dipisahkan dengan proses esterifikasi. Minyak tumbuhan bereaksi dengan alkohol dan katalis, jika minyak tumbuhan adalah metanol dan kelapa, dan komponen reaktannya adalah alkohol maka akan dihasilkan *coco metil ester*. *Coco metil ester* adalah nama kimia dari *coco biodiesel*.

Molekul metil ester adalah rantai karbon lurus yang sama dengan bahan bakar diesel dari minyak bumi atau sedikit terikat yang memiliki molekul oksigen pada ujung rantai karbon. Pada aplikasi minyak tanah, tata nama asam lemak rantai terbuka dan asam lemak rantai tertutup berubah ke nama IUPAC nya yaitu "*alkane*" di mana rantai karbon tertutup dengan hubungan hidrokarbon yang dinyatakan dengan  $C_nH_{2n+2}$ , rantai asam lemak tertutup tunggal menjadi "*alkene*" (*ofelin*) dengan hubungan hidrokarbon yang dinyatakan dengan  $C_nH_{2n}$ , asam yang mengandung banyak rantai lemak terbuka menjadi "*alkyne*" dengan hubungan hidrokarbon  $C_nH_{2n-2}$ .

## METODOLOGI PENELITIAN

### ➤ Bahan

- Minyak Kelapa (coconut oil). Minyak kelapa adalah sebagai bahan baku dari minyak bio-diesel.
- Metanol. Methanol sebagai bahan pereaksi untuk mengikat lemak yang terkandung dalam minyak kelapa sehingga terjadi endapan.
- NaOH. NaOH berbentuk padat (kepingan) yang berfungsi sebagai katalis yaitu untuk mempercepat reaksi tetapi NaOH sendiri tidak ikut bereaksi. Apabila dalam campuran tersebut mengandung air maka akan terbentuk sabun.

### ➤ Peralatan

- Bekker glass. Bekker glas merupakan gelas kaca yang mempunyai skala ukur (1000 ml) yang fungsinya sebagai tempat campuran antara minyak kelapa dengan sodium metoksid dan untuk tempat memasak campuran.

- Gelas Ukur. Gelas ukur berfungsi untuk mengukur banyaknya cairan metanol yang digunakan. Ukuran gelas ukur yang digunakan disini yaitu 100 ml sebanyak 1 buah.
- Pipet Mata. Pipet mata berfungsi untuk mengambil cairan yang jumlahnya berlebih, biasanya digunakan apabila cairan tersebut belum sesuai dengan ukuran dan kelebihanannya sangat sedikit yang tidak mungkin dilakukan penuangan, begitu juga dengan sebaliknya.
- Labu Takar. Labu takar digunakan sebagai tempat pembuatan sodium metoksid yaitu dengan mencampurkan methanol dengan NaOH. Labu takar yang digunakan mempunyai ukuran 1000 ml sebanyak 1 buah.
- Termometer. Termometer berfungsi untuk mengukur suhu minyak bio-diesel saat dimasak. Termometer yang digunakan mempunyai kemampuan membaca sampai 110° C.
- Statip dan Klem. Statip dan klem berfungsi untuk penempatan corong pemisah pada panyangga agar memudahkan dalam proses pemisahan minyak bio-diesel dari gliserin.
- Stirer Pemanas dan magnet. Stirer pemanas digunakan untuk memanasi campuran (minyak kelapa + sodium metoksid ). Di dalam stirrer juga terdapat pengaduk yang terbuat dari magnet yang dijalankan oleh rotor.
- Corong Pemisah. Corong berfungsi untuk memisahkan antara minyak bio-diesel dengan endapan (lemak).
- Stopwatch yang untuk pengukuran waktu pada proses pembuatan bio-diesel.
- Pengaduk yang berfungsi membantu pengadukan dari stirrer.
- Neraca Ohaus (digital) yang digunakan untuk menimbang NaOH sebelum direaksikan dengan methanol.

#### ➤ **Proses Pengolahan**

- Penyaringan. Minyak kelapa yang masih kotor perlu disaring terlebih dahulu agar bersih dari kotoran. Kotoran biasanya berupa serpihan kelapa hasil pamarutan yang ikut masuk ke dalam minyak kelapa.
- Menyiapkan Sodium Metoksid. Jumlah methanol yang digunakan sebesar 20 % dari jumlah minyak kelapa sedangkan NaOH yang digunakan 6-6,25 gram untuk satu liter minyak kelapa. Siapkan NaOH sebanyak 3 gram dengan menggunakan timbangan elektrik (neraca ohaus), setelah itu dimasukkan kedalam labu takar. Siapkan methanol sebanyak 100 ml dengan menggunakan gelas ukur kemudian tuang ke dalam labu takar dan dikocok sampai mencampur rata.
- Pemanasan dan Pencampuran. Pertama kali minyak kelapa dituang ke dalam bakker glass kemudian ditaruh di atas stirer untuk dipanaskan sampai mencapai suhu 50° C, untuk pemanasan awal serta menguapkan air. Pemanasan tersebut kira-kira selama 5-10 menit tergantung dari penyetelan pemanasnya. Setelah suhu tersebut tercapai maka larutan sodium metoksid dituangkan ke dalam minyak kelapa sambil diaduk sampai kedua larutan tersebut menyatu sahingga secara kasab mata tidak terjadi pemisahan larutan antara minyak kelapa dengan sodium metoksid. Pemanasan dan pengadukan secara merata dilakukan pada suhu 50°C (45-55° C) selama satu jam. Pada saat larutan sodium metoksid dituang ke dalam minyak kelapa suhunya akan turun dari 50° C menjadi sekitar 45° C. Pada suhu ini dinaikkan sampai mencapai suhu 50° C campuran kelihatan keruh kemudian setelah suhu mencapai 50° C campuran akan kelihatan jernih.

- Pengendapan dan Pemisahan. Setelah proses pemanasan dan pencampuran selesai kemudian campuran tersebut dimasukan ke dalam corong pemisah. Di dalam corong pemisah campuran tersebut didiamkan selama 24 jam, lebih lama lebih baik. Setelah terjadi endapan kemudian proses pemisahan dimulai yaitu dengan mengambil endapannya terlebih dahulu kemudian cairan yang di atasnya, dimana cairan yang di atas berupa minyak biodiesel.

## ➤ HASIL DAN ANALISA



Gambar 1. Hasil dari pembuatan bio-diesel

Parameter keberhasilan awal dari percobaan pembuatan minyak biodiesel kelapa adalah terjadi pemisahan antara gliserin dengan ester. Hal ini ditunjukkan dengan adanya endapan. Hasil penelitian diperoleh dua lapisan yaitu :

- Lapisan pertama (yang paling atas) berupa cairan yang disebut minyak biodiesel dengan warna agak jernih.
- Lapisan kedua (yang paling bawah) berupa endapan (seperti jelly) yang disebut gliserin/lemak dengan warna coklat. Kemudian dari kedua lapisan tersebut kita pisahkan untuk mendapatkan minyak bio-dieselnnya saja.

Dari beberapa percobaan, ada juga terdapat kegagalan yaitu tidak terjadi pemisahan antara gliserin dengan ester. Hal ini disebabkan sebagai berikut:

- Pengadukan yang kurang merata sehingga antara minyak kelapa dan sodium metoksid tidak benar-benar menyatu. Di sini masih ada lapisan sodium metoksid yang masih terpisah.
- Jumlah NaOH yang digunakan tidak sesuai dengan yang dianjurkan baik terlalu sedikit maupun terlalu banyak.
- Pencampuran antara NaOH dengan metanol harus dalam keadaan kering. Maksudnya adalah apabila NaOH yang kita gunakan sudah bercampur dengan air (mungkin air di sini sisa hasil setelah pencucian) terlebih dahulu sebelum dicampur dengan metanol.
- Temperatur yang digunakan tidak boleh melebihi dari 54° C karena hal ini akan merusak molekul ester.

Tabel 1. Hasil Pengujian Bahan Bakar Mesin Diesel

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan sampel dengan kode							Metode Pemeriksaan
	B0...()	B5	B10	B15	B20	B25	Biodiesel	
Viscosity Kinematic at 100 °F,cst	3,694	4.442	4.635	5.123	5.299	5.635	11.20	ASTM D 1298
Flash Point P.M,c.c., °F	144	101	99	98	108	106	68	ASTM D 445
Specific gravity at 60 °F	0.8478	0.8547	0.8578	0.8559	0.8586	0.8612	0.9119	ASTM D 93
Caloric Value,BTU/lb	19603	19559	19539	19551	19533	19517	19177	
Cetana Number	51.4							

Karakteristik biodiesel kelapa untuk beberapa variasi komposisi dapat ditunjukkan di tabel 1. Dari tabel 1. terlihat bahwa untuk minyak biodiesel kelapa mempunyai viskositas yang lebih tinggi daripada solar (B0), sehingga apabila digunakan pada mesin diesel akan mempengaruhi (efek berat) pada pompa bahan bakar. Pompa bekerja agak berat dan juga pengkabutan yang kurang baik, tetapi dengan komposisi pencampuran yang tepat akan diperoleh hasil yang lebih maksimal. Flash point dari biodiesel kelapa lebih rendah dari pada solar sehingga hal ini diharapkan bahan bakar biodiesel lebih cepat terbakar pada saat pembakaran. Dengan didukung oleh angka setana untuk biodiesel kelapa yang lebih tinggi dari pada solar (Soerawidjaja, 2003), maka hal ini akan berpengaruh terhadap periode keterlambatan penyalaan yang pendek. Dan efek lebih lanjut akan didapatkan efisiensi yang lebih tinggi.

Berdasarkan karakteristik bahan bakar biodiesel seperti ditunjukkan tabel 1. terlihat bahwa dari beberapa campuran, bahan bakar B15 (85% solar dan 15% coconut oil) mempunyai kelebihan yakni *flash point* yang lebih rendah dan *caloric value* yang lebih besar dari pada B10 dan B20 namun sedikit lebih rendah dari B5.

## KESIMPULAN

1. Minyak biodiesel yang bersumber dari minyak kelapa dapat dibuat secara mudah dengan cara mereaksikan (mencampurkan) minyak kelapa dengan methanol dan katalis NaOH yang akan menghasilkan biodiesel dan gliserin.
2. Tingkat keberhasilan dalam proses pembuatan biodiesel dipengaruhi oleh putaran pengadukan, temperatur pemanasan dan kadar katalis serta kandungan air ketika pembuatan sodium metoksid.
3. Bahan bakar biodiesel minyak kelapa mempunyai potensi besar untuk diaplikasikan sebagai bahan bakar pengganti minyak diesel/solar. Flash point dari biodiesel kelapa lebih rendah dari pada solar. Nilai kalor bahan bakar biodiesel minyak kelapa setara dengan solar.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Altin, R.; centikaya, S.; Yucesu. S., “ The potensial of using vegetable oil fuel for diesel engines”, 2002.
2. Arismunandar, Wiranto, Pengerak Mula Motor Bakar Torak. Institu Teknologi Bandung : Bandung, 1988.
3. Arismunandar, Wiranto; Tsuda, Koichi, Motor Diesel Putaran Tinggi, Pradya Paramita, Jakarta, 2002.
4. Maleev, V.L, Operasi Dan Pemeliharaan Motor diesel, Erlangga, Jakarta, 1995
5. Mike Pelly, ‘‘Mike Pelly's biodiesel method’’, 2005
6. Murayama, T., Fujiwara, Y., Noto, T., “Evaluating Waste Vegetable Oil As a Diesel Fuel”, 2002
7. Singh.RK, Kumar A.Kiran,Sethi.S, “Preparation Of Karanja Oil Methil Ester”, 2006
8. Soerawidjaja, T. H., Standar Tentatif Biodiesel Indonesia dan Metode-metode Pengujiannya”, Disampaikan dalam Diskusi Forum Biodiesel Indonesia, Bandung, 11 Desember 2003.