

# **ANALISA KARAKTERISTIK BIODIESEL KAPUK RANDU SEBAGAI BAHAN BAKAR MESIN DIESEL**

**Seno Darmanto\***

\*Program Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik UNDIP

## *Abstract*

*This research is carried out to analyze the production of ceiba petandra biodiesel and performance examination in diesel engine. Production of ceiba petandra biodiesel is carried out with transesterification method and alkali catalyst. Transesterification reaction uses methanol and NaOH catalyst. The performance examination is carried out with engine test bed. Engine test bed consists of diesel engine, generator, load and instrumentation. Production of ceiba petandra biodiesel by transesterification method shows the conversion of ceiba petandra biodiesel reaches 90% in condition 50°C – 55°C and material composition consist of 80% of ceiba petandra oil, 20% of methanol and 2 gram NaOH per 100 ml methanol. Characteristic natural biodiesel of ceiba petandra shows 22,76 mm<sup>2</sup>/s of viscosity, 14°C of flash point, 0,9171 of specific gravity and 8858 kalori/gram of calorific value.*

*Key word: ceiba petandra, transesterification, biodiesel and characteristics*

## **PENDAHULUAN**

Pengalihan bahan bakar bersumber minyak bumi ke minyak biodiesel tidak dapat secara otomatis diaplikasikan pada mesin diesel. Perbedaan sifat (*properties*) kedua minyak bahan bakar tersebut mempengaruhi konstruksi sistem saluran bahan bakar dan pengaturan saat pembakaran (*injection timing*). Kekentalan minyak biodiesel lebih besar dari pada minyak diesel sehingga akan mempengaruhi laju aliran di sistem saluran bahan bakar dan formasi pengabutan bahan bakar oleh injektor. *Fash point dan pour point* kedua bahan bakar berbeda sehingga mempengaruhi pengaturan (*setting*) injeksi bahan bakar (*injection dan ignition timing*). Kedua bahan bakar mengandung pengotor (*impurities*) yang berlainan di mana bahan bakar biodiesel mengandung dan cenderung membentuk lilin (*paraffin*) pada temperatur rendah (kamar) sehingga perlu treatment tertentu terhadap bahan bakar biodiesel untuk mencegah terbentuknya lilin di lapisan permukaan (Tyson, 2004). Bahan bakar biodiesel mudah mengeras (*aging*) dan mengalami oksidasi (*oxidation*) sehingga korosi di saluran bahan bakar mudah terjadi (Stombaugh at. all., 2006; Strawn, 1995). Bahan bakar biodiesel mempunyai masalah kestabilan (*stability*). Kestabilan bahan

bakar merujuk pada 2 dua istilah yakni kestabilan dalam jangka panjang (*long-term stability or aging*) yang berhubungan erat dengan sifat oksidasi dan kestabilan yang berhubungan dengan temperatur/tekanan elevasi (*stability at elevated temperatures and/or pressures*) biasa dinamakan kestabilan termal (*thermal stability*) yang berhubungan dengan penurunan kualitas bahan bakar (*fuel degradation*) di sistem saluran terutama komponen injektor di mana efek lebih lanjut menyebabkan coking injeksi (*injector coking*) (Tyson, 2004).

Transesterifikasi secara kimia menggunakan proses katalis alkali cukup sukses dalam mengkonversi trigleserida ke minyak biodiesel (metylester). Meskipun reaksi transesterifikasi dengan katalis alkali menghasilkan tingkat konversi yang tinggi dan waktu reaksi yang cepat namun reaksi tersebut mempunyai kekurangan yakni energi besar, gliserin sulit dipulihkan (*recovery*), katalis dibuang dan perlu pengolahan, asam lemak bebas dan air bercampur dengan reaksi. Proses transesterifikasi dengan enzim cenderung mempunyai kelebihan dalam peningkatan kualitas hasil konversi minyak nabati menjadi minyak biofuel/biodiesel. Keuntungan aplikasi katalis enzim dibandingkan dengan katalis alkali dalam peningkatan kuantitas dan kualitas konversi minyak nabati ke biodiesel meliputi temperatur kerja lebih rendah (30°C – 40°C), tanpa busa, hasil konversi (methel ester) tinggi, bersifat murni (mudah/tanpa pemurnian), glycerol mudah dipulihkan (*recovery*) dan tidak terpengaruh kandungan air (Fukuda, at al, 2001; Hasan, 2006). Produksi enzim secara mandiri/asli (*indigenous*) menjadi faktor penting untuk mendukung proses transesterifikasi secara enzimatik. Beberapa enzim indigenous telah dibuat dan diaplikasikan untuk proses hidrolisis, esterifikasi dan tranesterifikasi secara enzimatik meliputi enzim ekstrak kecambah biji wijen (Suhendra, at al., 2002), dedak padi, *bromelin* (Susanti, 2004), protease (Susanti, 2003), ragi tempe (Susanti, 2000).

Pengujian bahan bakar biodiesel pada mesin diesel menunjukkan indikasi yang baik pada waktu-waktu awal namun unjuk kerja akan mengalami penurunan setelah waktu berjalan agak lama. *Durability test* menunjukkan bahwa mesin akan gagal operasi secara dini ketika beroperasi dengan bahan bakar campuran yang mengandung minyak tumbuhan. Aplikasi bahan bakar petroleum yang dicampur dengan biodiesel di mana sifat bahan bakar petroleum cenderung membentuk endapan (*deposit*) dan sifat bahan bakar tumbuhan yang bisa melumasi (*lubrication ability*) menyebabkan endapan bisa lepas dan bergerak/berpindah dan efek lebih lanjut dapat menyumbat saluran bahan bakar dan saringan

Di sisi lain, efek samping yang ditimbulkan oleh polusi hasil pembakaran minyak bumi sangat beragam dari masalah pernapasan sampai pemanasan global. Masalah-masalah tersebut ditimbulkan oleh beberapa unsur yang terkandung dalam asap pembakaran antara lain : HC (hidrokarbon) yang dapat mengganggu pernafasan mahluk hidup, NO<sub>x</sub> (Oksida Nitrogen) yang dapat menimbulkan hujan asam, CO (Karbon Monoksida) yang bila dalam konsentrasi tinggi akan menyebabkan gagal nafas yang dapat menyebabkan kematian dalam beberapa menit, CO<sub>2</sub> (Karbon Dioksida) yang menyebabkan efek rumah kaca pada lapisan ozon yang menyebabkan pemanasan global, SO<sub>2</sub> (Belerang Dioksida) yang akan berubah menjadi SO<sub>3</sub> bila bercampur dengan udara yang menyebabkan hujan asam. Dengan menambahkan 1% bio diesel pada solar dapat mengurangi polusi sampai 60%, dan NO<sub>x</sub> sampai 20%. Bio diesel juga mengefisienkan pemakaian bahan bakar dan pelumasan mesin, sehingga jarak tempuh dan umur mesin lebih panjang .

Pengujian mesin diesel dengan bahan bakar minyak nabati dan minyak solar menunjukkan bahwa aplikasi minyak nabati akan menghasilkan efisiensi dan daya mesin yang lebih besar dibanding dengan minyak solar, karena suhu gas buang yang dihasilkan lebih rendah. Ada penurunan kualitas nilai kalor rata-rata 2% (Muryama, at. al., 2002; Grabosky at al, 1999). Namun demikian minyak nabati mempunyai angka cetane (cetane number) yang jauh lebih tinggi, hal ini akan menguntungkan karena diperoleh keterlambatan penyalaan (*ignation delay*) yang lebih pendek bila dibandingkan dengan minyak solar. Adanya keterlambatan penyalaan yang lebih pendek, daya yang dihasilkan menjadi besar dan efektif, maka performan mesin lebih optimum. Kemudian untuk pengujian minyak biodiesel kelapa dengan komposisi minyak biodiesel kelapa 5%, 10%, 15% dan 20% di mesin diesel menunjukkan bahwa efisiensi daya maksimum dicapai pada komposisi 15% minyak biodiesel kelapa (Darmanto at al, 2007). Penelitian kinerja pompa injeksi menunjukkan bahwa pemakaian minyak nabati dicampur dengan bahan bakar solar akan diperoleh viskositas campuran relatif lebih tinggi dibandingkan bahan bakar solar, dan didapatkan suhu emisi gas buang relatif lebih rendah, sehingga meningkatkan efisiensi. Angka viskositas yang tinggi menyebabkan beban kerja pompa bahan bakar menjadi lebih berat (Altin, at al., 2002). Penelitian minyak nabati untuk bahan bakar pesawat terbang menunjukkan bahwa penggunaan minyak nabati pada turbin gas yang mempunyai nilai kalor lebih rendah (2-3%) dan tidak begitu berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin. Dengan demikian minyak nabati memenuhi kriteria 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 (Kavouras, et al., 2000). Peneliti lain terhadap minyak nabati menunjukkan bahwa minyak nabati mempunyai nilai kalor lebih rendah dibanding minyak diesel atau solar, angka cetane yang tinggi, emisi gas buang CO dan HC lebih rendah, NOx lebih tinggi (Wang et al., 1999). Emisi gas NOx paling rendah pada campuran B20 (20% biodiesel) untuk berbagai macam perbandingan udara dan bahan bakar (Krishna, 2002).

Uji komposisi campuran minyak kelapa pada prosentasi 10 % - 30 % dengan solar menunjukkan kekentalan akan cenderung naik, flash point cenderung menurun dan caloric value relatif konstan terhadap sifat (properties) solar (Darmanto et al., 2006). Ceiba petandra oil murni dapat digunakan sebagai bahan bakar motor diesel, tetapi dengan memodifikasi motor tersebut, antara lain pompa bahan bakar, filter, timing injection, heater (Cloin, 2004). Uji sifat fisik dan kimia (properties) minyak kelapa menunjukkan bahwa minyak kelapa mempunyai kekentalan yang lebih tinggi dari pada solar (11,2 cst lebih besar dari pada 3,69 cst (Singh, 2006)) dan flash point yang lebih rendah dari pada solar (68°F lebih rendah dari pada 144°F) (Darmanto et al., 2006).

### **Metodologi Penelitian**

Bahan utama pembuatan biodiesel secara kimia terdiri dari minyak kapuk randu, metanol dan NaOH.

Mekanisme pembuatan biodiesel kapuk randu terdiri dari penyaringan, menyiapkan sodium metoksit dan pemanasan dan pencampuran, pengendapan dan pemisahan. Minyak kapuk randu yang masih kotor perlu disaring terlebih dahulu agar bersih dari kotoran. Kotoran biasanya berupa serpihan kapuk randu hasil pamarutan yang ikut masuk ke dalam minyak kapuk randu. Penyaringan yang dilakukan dengan menggunakan kain yang agak rapat dan bersih. Selanjutnya pembuatan sodium metoksit dilakukan dengan menentukan komposisi methanol yakni 20% dari jumlah minyak kapuk randu. NaOH yang digunakan ditentukan 4 gram untuk satu liter minyak kapuk randu. NaOH sebanyak 2 gram disiapkan dan ditimbang dengan menggunakan timbangan elektrik (neraca ohaus), dan selanjutnya dimasukkan ke dalam labu takar. Methanol sebanyak 100 ml disiapkan dengan menggunakan gelas ukur dan kemudian dituang ke dalam labu takar yang sudah ada NaOH.



Gambar. 1 Pembuatan sodium metokside

Pembuatan minyak biodiesel kapuk randu pertama-tama dilakukan dengan menuang minyak kapuk randu ke dalam bakker glass. Kemudian bakker glas ditaruh di atas stirer dan dipanaskan untuk menguapkan uap air hingga temperature mencapai suhu  $50^{\circ}\text{C}$ . Pemanasan awal dilakukan selama 5-10 menit tergantung dari penyetelan pemanasnya. Setelah suhu  $50^{\circ}\text{C}$  tersebut tercapai maka larutan sodium metoksid dituangkan ke dalam minyak kapuk randu dan diiringi dengan proses pengadukan hingga kedua larutan tersebut menyatu. Pemanasan dan pengadukan secara merata dilakukan pada suhu  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  ( $45\text{-}55^{\circ}\text{C}$ ) selama satu jam. Setelah proses pemanasan dan pencampuran selesai kemudian campuran tersebut dimasukan ke dalam corong pemisah. Di dalam corong pemisah campuran tersebut didiamkan selama 24 jam atau lebih untuk memisahkan biodiesel kapuk randu dengan gliserin (deposit) (Pelly, 2005).



Gambar. 2 Pencampuran minyak kapuk randu dengan sodium metoksid

### Hasil dan Pembahasan

Biodiesel kapuk randu secara prinsip di peroleh dari reaksi transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang melibatkan methanol dan katalis asam atau basa. Pembuatan biodiesel kapuk randu secara kimia (transesterifikasi) dengan beberapa komposisi memberikan hasil atau konversi minyak kapuk randu ke biodiesel kapuk randu

yang berbeda. Kondisi perlakuan selama pembuatan biodiesel diatur sama yakni temperatur 50°C – 55°C dan waktu total 75 menit. Pengaturan temperatur menjadi perhatian serius mengingat minyak kapuk randu memerlukan waktu pemanasan lama dan temperatur pemanasan sulit untuk dikontrol. Kemudian waktu pembuatan terbagi 15 menit pemanasan awal dan 60 menit proses reaksi transesterifikasi.

Pembuatan biodiesel kapuk randu dengan komposisi 400 minyak kapuk randu, 100 methanol dan 2 gram NaOH ( $B_{(400,100,2)}$ ) memberikan hasil atau konversi minyak kapuk randu ke biodiesel kapuk randu relatif lebih rendah dan stabil. Kestabilan biodiesel didasarkan pada kondisi fisik bahan bakar yang relatif konstan pada berbagai kondisi cuaca. Komposisi  $B_{(400,100,2)}$  memberikan kondisi relatif stabil dibanding dengan biodiesel kapuk randu dengan komposisi lain. Komposisi  $B_{(400,100,2)}$  juga menghasilkan konversi biodiesel kapuk randu relatif tinggi yakni mencapai 90%. Dan untuk langkah kajian dan analisa lebih lanjut, biodiesel kapuk randu dengan komposisi  $B_{(400,100,2)}$  dibuat lebih banyak untuk uji properties dan unjuk kerja di mesin diesel.



Gambar 3. Biodiesel kapuk randu dengan komposisi  $B_{(400,100,2)}$

Tabel 2. Karakteristik biodiesel kapuk randu

No	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan sampel				Metode	
		Murni	B5	B10	B15		
1.	Viscosity kinematik 40°C, mm <sup>2</sup> /s	22,7654	4,0624	4,4628	5,1353		ASTM D445
2.	Flash point , °C	14	42	26	21		ASTM D93
3.	Specific gravity at 60/60 °F	0,9171	0,8544	0,8574	0,8613		ASTM D1298
4.	Calorific value, Calori/gram	8858					

Kekentalan bahan bakar biodiesel kapuk randu cenderung lebih kental. Biodiesel kapuk randu murni mempunyai kekentalan 22,76 mm<sup>2</sup>/s. Pencampuran bahan bakar biodiesel kapuk randu dengan solar pada berbagai komposisi menghasilkan penurunan nilai kekentalan terhadap kekentalan bahan bakar biodiesel. Bahan bakar dengan komposisi B5 (biodiesel kapuk randu 5% dan solar 95%) menghasilkan kekentalan 4,06 mm<sup>2</sup>/s. Nilai kekentalan bahan bakar biodiesel dengan berbagai komposisi ditunjukkan di

tabel 2. Selanjutnya titik nyala (*flash point*) bahan bakar biodiesel kapuk randu cenderung lebih rendah dari pada solar. Biodiesel kapuk randu murni mempunyai titik nyala (*flash point*) 14<sup>o</sup>C. Pencampuran bahan bakar biodiesel kapuk randu dengan solar pada berbagai komposisi menghasilkan kenaikan nilai titik flash point terhadap flash point bahan bakar biodiesel kapuk randu. Bahan bakar dengan komposisi B5 (biodiesel kapuk randu 5% dan solar 95%) menghasilkan fash point 42<sup>o</sup>C. Nilai flash point bahan bakar biodiesel kapuk randu dengan berbagai komposisi ditunjukkan di tabel 2. Kemudian specific gravity bahan bakar biodiesel kapuk randu cenderung lebih tinggi dari pada solar. Biodiesel kapuk randu murni mempunyai specific gravity 0,9171. Pencampuran bahan bakar biodiesel kapuk randu dengan solar pada berbagai komposisi menghasilkan penurunan nilai specific gravity terhadap specific gravity bahan bakar biodiesel kapuk randu. Bahan bakar dengan komposisi B5 (biodiesel kapuk randu 5% dan solar 95%) menghasilkan specific gravity 0,8544. Nilai specific gravity bahan bakar biodiesel kapuk randu dengan berbagai komposisi ditunjukkan di tabel 2. Dan nilai kalor (*calorific value*) bahan bakar biodiesel kapuk randu cenderung lebih rendah dari pada solar. Biodiesel kapuk randu murni mempunyai nilai kalor 8858 kalor/gram.

### **Kesimpulan**

Minyak biodisel kapuk randu diperoleh dari minyak kapuk randu yang direaksikan dengan methanol serta katalis NaOH yang menghasilkan methyester (biodiesel) dan gliserin. Keberhasilan proses pembuatan biodisel dipengaruhi oleh putaran pengadukan, temperatur pemanasan dan kadar katalis serta kandungan air ketika pembuatan sodium metoksid. Temperatur raksi diatur 50<sup>o</sup>C – 55<sup>o</sup>c. Konversi biodiesel kapuk randu akan optimum pada komposisi 80% minyak kapuk randu, 20% methanol dan 2 gram NaOH tiap 100 ml methanol. Kemudian karakteristik bahan bakar biodiesel kapuk randu relatif berbeda dengan solar terutama pada sifat kekentalan. Dan analisa teknis biodiesel kapuk randu menunjukkan bahwa biodiesel kapuk randu berpotensi menjadi bahan bakar mesin diesel dengan memperbaiki kualitas kekentalan.

### **Daftar Pustaka**

- Altin, R.; Centikaya, S.; Yucesu. S., [2002] “*The Potensial of Using Vegetable Oil Fuel for Diesel Engines*”
- Cloin.J, 2005,”Coconuts Oil as Biofeul in Pasific Islands- Challanges & Opportunities”, South Pasific Geoscience Commision, hal 2 – 4.

- Darmanto, S, dan Ireng S.A., 2006, “Analisa Sifat Fisik dan Kimia (*Properties*) Minyak Biodiesel Kelapa “, Majalah Traksi vol 4, no 2 , hal 62-68, , ISSN : 1693-3451.
- Darmanto, S., 2007, ” Analisa Unjuk Kerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Biodiesel Kelapa”, Majalah Eksergi, Vol 3 , No. 1, Periode Januari 2007
- Fukuda,H., Kondo, A., dan Noda, H., 2001, ”Biodiesel Fuel Production by Transesterification Oil”, Journal Bioscience and Bioengineering Vo. 92 No. 5, 405-416
- Grabosky MS, dan McCormick R.L., [1999] “Combustion of Fats and Vegetable Oil Derived Fuels in Diesel Engine” Prog. Energy Comb. Sci. Vol 24 pp.125-164.
- Hasan, F, Shah, A.A. dan Hameed, A., 2006, ”Industrial Aplication of Microbial Lipases” Microbial research Lab., Department of Biological, Quid-i-Azam University, Islamabad Pakistan
- Kavouras, I., 2000, “Chemical Characterization of Emissions for Vegetable Oil Processing and Their Contribution to Aerosol Mass Using The Organism Molecular Makers Approach”.
- Krishna, C . R. and Mc Donald, R. J., [2003], “Combustion Testing of a Biodiesel Fuel Blend”.
- Murayama, T., Fujiwara, Y., Noto, T. 2002, “Evaluating Waste Vegetable Oil As a Diesel Fuel”.
- Pelly, M., 2005, ”Mike Pelly's biodiesel method”
- Singh.RK, Kumar A.Kiran,Sethi.S, 2006, “Preparation Of Karanja Oil Methyl Ester”.
- Reed TB, Graboski MS, Gaur S [1992], “Biodiesel from Waste Vegetable Oil” International Pyrolysis Conference.
- Stombough, T., Czarena Crofchek dan Mike Montross, 2006, “ *Biodiesel FAQ*”, UK Cooperative Extension Service, Universitas of Kentucky, www.ca.uky.edu, hal 1-2.
- Strawn, N. dan Norm Hinman, 1995, *Biodiesel, Bio Facts*, National Renewable Energy Laboratory, US Department of Energy, hal 1-2.
- Susanti, M.T., 2004, ‘*Bioekstraksi Minyak Dari Krim Santan Kelapa Oleh R. Oligosporus, L.Bulgaricus, Sacharomyces Cerevicie, Icsi Tubuh Kepiting Darat Dan Enzim Bromelin*, Seminar Nasional Penelitian Dosen Muda Studi Kajian Wanita Dan Social Keagamaan Jakarta 2004
- Susanti, M.T, 2003, ‘*Optimasi Produksi Minyak Kelapa Dengan Proses Fermentasi Oleh R. Oligosporus, L Bulgaricus Dan Enzim Bromelin*, Prosidingseminar Nasional Hasil Penelitian Unggulan, Lembaga Penelitian Undip 13 Maret 2003
- Susanti, M.T, 2003, *Optimasi Produksi Minyak Kelapa Dengan Proses Fermentasi Oleh R. Oligosporus, L Bulgaricus Dan Enzim Protease*’, Seminar Nasional Hasil Penelitian Dosen Muda Perguruan Tinggi Dikti Nasional Cisarua Bogor 19-21 September 2002
- Susanti, M.T., 2000, ‘*Optimasi Produksi Minyak Kelapa Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Ragi Tempe*’, Prosidingseminar Nasional Peran TTG Terhadap Pengembangan Iptek &SDM Unibrow-Malang,
- Suhendra, L., Tranggono dan Hidayat, C., 2002, ‘*Aktifitas Hidrolisis dan Esterifikasi Lipase Ekstrak Kecambah biji Wijen (Sesamun Indium)*’, Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Fak. Tek. Pertanian UGM Yogyakarta.
- Tyson, S., K, 2004, Biodiesel Handling and use Guidelines”, National Renewable Energy
- Wang, 1999, “Chaohuan Studies of Thermal Polymerization of Oil With a Differential Scanning Calori Meter”