
PENGARUH EMULGATOR BUAH LERAK (*sapindus rarak*) DENGAN EMULSI AIR DAN SOLAR SEBAGAI BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL RAMAH LINGKUNGAN

Ismail, Dwi Nova, Nova Suparmanto, Dwi Rahayu, Rusliyanto
Mahasiswa FT Universitas Negeri Yogyakarta

Abstract

This research is aimed at finding out the effect of emulsion of water and diesel fuel with lerak emulsifier on the gas emission of diesel fuel and its effect on the power produced by the diesel motor.

The steps involved in the research are extracting *lerak* and blending the emulsion of water and diesel fuel by using *lerak* extract emulsifier. To test the sample of *lerak* extract methods used were IKU/5.4/TK-02 for Viscosity Kinematic at 30°C, IKU/5.4/TK-03 for Flash Point PM.CC, IKU/5.4/TK-04 for Pour Point, ASTM 130 for Copperstrip Corosion at 100°C, (3hrs), ASTM 473 for Sediment test, dan ASTM D 95 for Water Content.

The reasearch result showed that the *lerak* extract was made successfully by using ethanol solvent. However, the process of blending the *lerak* emulsifier and water as well as diesel fuel was not successful yet. They were not blended perfectly yet though the result of the blending process had shown the different contents of diesel fuel.

Keywords: emulsifier, lerak fruit, water emulsion, diesel engine

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi harus ditopang oleh ketersediaan sumber energi yang mendukung dan memadai. Sumber energi merupakan sumber utama bagi kehidupan makhluk hidup yang dapat diperoleh dari berbagai macam sumber baik sumber energi yang dapat terbarukan (*renewable energy*) maupun yang tak terbarukan (*unrenewable energy*). Salah satu hasil perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah motor diesel yang kemudian banyak diaplikasikan sebagai sumber penggerak pada sarana transportasi baik darat maupun laut. Selain

itu, motor diesel juga dimanfaatkan sebagai sumber tenaga pada proses pengolahan barang di industri.

Mesin diesel merupakan motor penggerak dengan sistem pembakaran dalam (*internal combustion chamber*), sehingga untuk memperoleh energi gerak diperlukan proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar. Motor diesel dikenal dengan ketahanan kerja dan efisiensi penggunaan bahan bakar yang tinggi. Oleh karena itu, motor diesel banyak digunakan dalam kehidupan masyarakat mulai dari pembangkit tenaga listrik, sarana transportasi darat dan laut, dan sebagai

sumber tenaga untuk menjamin berjalannya proses produksi atau pengolahan barang.

Meningkatnya permintaan motor diesel sebagai sarana transportasi atau sumber tenaga industri secara tidak langsung akan memunculkan permasalahan dalam penyediaan sumber energi untuk pembakaran. Di Indonesia, jumlah kendaraan yang menggunakan motor diesel mencapai 3.000.000 unit, dengan rincian 2.100.000 unit digunakan pada sarana transportasi darat dan 900.000 unit digunakan untuk sektor transportasi air. Penggunaan motor diesel pada dunia industri mencapai 1.200.000 unit. Sementara, pemenuhan kebutuhan terhadap konsumsi bahan bakar cair khususnya motor diesel sepenuhnya ditopang dari sumber energi bahan bakar fosil yaitu solar yang bersifat tidak terbarukan. Selain itu, ketersediaan bahan bakar fosil sebagai sumber utama bahan bakar solar semakin menipis. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian bahwa jika tidak ditemukan sumur minyak bumi baru maka cadangan minyak bumi nasional hanya mampu memenuhi kebutuhan hingga 10-15 tahun mendatang.

Faktor lain yang menjadi masalah dari penggunaan bahan bakar fosil adalah tingginya efek polutan dari hasil pembakaran bahan bakar kendaraan. Dari seluruh total sumber pencemaran udara, sektor transportasi memberikan kontribusi sebesar 70% dan sektor industri mencapai 23% dalam hal penyumbang pencemaran udara. Hal ini diperparah, dengan meningkatnya permintaan sarana transportasi, khususnya yang bermesin diesel, sebesar 4-5% per tahun. Selain itu, polusi akibat emisi gas

buang hasil pembakaran motor diesel mempunyai dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Emisi tersebut terdiri dari partikulat-partikulat, residu karbon, karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), karbondioksida (CO₂), sulfuroksida (SO_x), dan nitrogenoksida (NO_x), yang masing-masing mempunyai dampak berbeda bagi perusakan kesehatan manusia dan lingkungan.

Untuk mengatasi berbagai permasalahan tersebut, maka diperlukan adanya usaha yang tepat untuk mengatasinya. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan mensubstitusikan penggunaan bahan bakar motor diesel dengan bahan bakar campuran air dan solar yang diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar solar dan mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan, penggunaan campuran bahan bakar air dan solar mampu mengurangi emisi NO_x karena terjadinya proses ledakan mikro (*microexplosion*) dalam proses pembakaran. Ledakan mikro ini terjadi karena perbedaan titik didih antara kedua fluida.

Air merupakan zat cair yang tersusun atas hidrogen dan oksigen, zat ini mempunyai sifat polar. Sedangkan solar merupakan senyawa hidrokarbon yang bersifat non polar (tidak dapat bercampur dengan air). Dengan memanfaatkan lerak (*Sapindus rarak*) sebagai emulgator, diharapkan terjadi pencampuran yang sempurna antara solar dan air. Buah Lerak (*Sapindus rarak*) mengandung beberapa senyawa, salah satunya adalah saponin. Saponin adalah unsur yang dapat larut pada senyawa polar

dan non polar yang kemudian membentuk lapisan sabun. Dalam kehidupan sehari-hari buah lerak ini dimanfaatkan sebagai sabun tradisional, oleh karena itu dapat dimungkinkan untuk memanfaatkan ekstrak buah lerak sebagai emulgator antara solar dan air yang selanjutnya digunakan sebagai bahan bakar motor diesel.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana pengaruh penggunaan bahan bakar emulsi air dan solar dengan emulgator lerak terhadap emisi gas buang motor diesel yang dihasilkan dan bagaimana pengaruh penggunaan bahan bakar emulsi air dan solar dengan emulgator lerak terhadap daya motor diesel.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh bahan bakar emulsi air dan solar dengan emulgator lerak terhadap emisi gas buang motor diesel dan dapat mengetahui pengaruh bahan bakar emulsi air dan solar dengan emulgator lerak terhadap daya yang dihasilkan motor diesel.

KAJIAN PUSTAKA

Lerak (*Sapindus rarak*. D.C.)

Lerak merupakan jenis tanaman yang dapat tumbuh hingga tinggi 8 sampai 40 meter dan diameter batang dapat mencapai 1 meter. Tumbuhan ini memiliki bentuk daun majemuk menyirip ganjil, anak daun sempit memanjang atau *nagun lanset*, bertepi rata dan pangkal yang miring. Bunga berkelamin tunggal, berubah 1 tersusun dalam nilai yang terdapat pada ujung-ujung cabang atau

dalam ketiak-ketiak daun. Buahnya merupakan buah keras, bangun bulat seringkali 1-3 buah bergandengan dan sedikit memipih pada pangkalnya.



Gambar 1. Buah Lerak

Tumbuhan ini banyak tumbuh liar di pulau Jawa pada ketinggian antara 450 hingga 500 meter di atas permukaan laut. Kulit buahnya oleh masyarakat dimanfaatkan sebagai pengganti sabun dan terutama digunakan untuk mencuci kain batik. Karena sifatnya, sabun kulit lerak ini tidak menyebabkan warna pudar (luntur) pada kain tersebut.

Buah lerak mengandung beberapa senyawa diantaranya 12% saponin, 1% alkaloid, 0,036% steroid, dan 0,029% triterpen. Saponin adalah senyawa aktif permukaan yang kuat dan dapat menimbulkan busa jika dikocok dalam air serta pada konsentrasi yang rendah menyebabkan hemolisis sel darah merah. Sedangkan alkaloid merupakan senyawa organik yang mengandung nitrogen dan bersifat basa, yang biasanya tersebar luas dalam dunia tumbuh-tumbuhan dan banyak di antaranya mempunyai efek fisiologi yang kuat. Steroid merupakan kelas senyawa

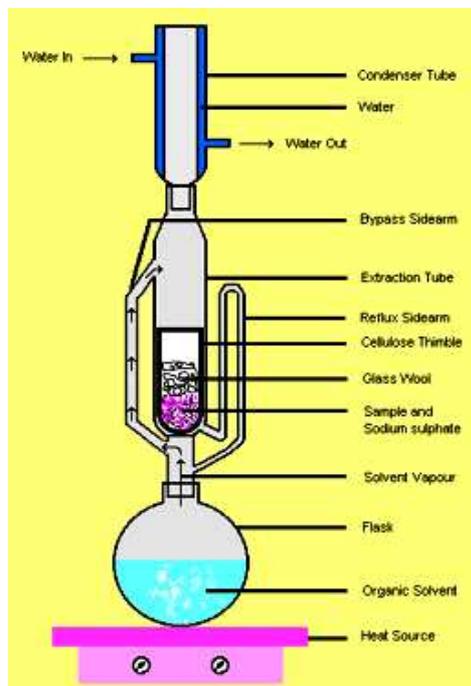
organik bahan alam yang kerangka strukturnya terdiri dari andorstan. Dan triterpen adalah senyawa yang kerangka karbonnya berasal dari enam satuan isoprene dan secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon C_{30} asiklik, yaitu skualena.

Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan atau penarikan suatu zat/substansi tertentu dari suatu bahan dengan bantuan pelarut organik. Ekstraksi dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Ekstraksi Pelarut (Cair-cair)
2. Ekstraksi Soxhlet (Cair-padat)

Ekstraktor Soxhlet adalah suatu peralatan laboratorium yang ditemukan pada tahun 1879 oleh Franz von Soxhlet. Gambar di atas merupakan bentuk asli dari ekstraksi lemak dari bahan padat. Namun, suatu ekstraktor soxhlet tidak dibatasi pada ekstraksi lemak. Ekstraksi soxhlet bertujuan untuk memisahkan senyawa yang dibatasi kelarutan pada pelarut dan zat terlarut. Pada pemisahan senyawa yang memiliki kelarutan tinggi, pelarut dapat digunakan untuk memisahkan senyawa dari material terlarut. Pada umumnya, suatu bahan padat yang mengandung beberapa senyawa terlarut ditempatkan di samping pembungkus dari kertas saring tebal yang dimasukkan ke dalam ruang utama ekstraktor soxhlet. Ekstraktor soxhlet ditempatkan di dalam botol berisi pelarut ekstraksi kemudian dihubungkan dengan kondensor.



Gambar 2. Ekstraksi Soxhlet

Pelarut dipanaskan ke dalam reflux. Uap pelarut merambat naik ke dalam lengan distilasi dan mengalir di dalam rumah tabung pembungkus padat. Kondensor mendinginkan uap pelarut dan uap pelarut tersebut jatuh ke dalam ruang bahan padat. Tabung berisi bahan padat yang terisi oleh pelarut hangat dengan lambat. Beberapa senyawa terlarut akan larut ke dalam pelarut hangat. Ketika tabung soxhlet hampir penuh, tabung secara otomatis dikosongkan oleh pipa sisi lengan, dengan turunnya pelarut ke labu distilasi. Siklus ini berlangsung berulang kali.

Berdasarkan siklus yang terjadi, suatu bagian senyawa non volatil larut di dalam pelarut. Setelah beberapa siklus, senyawa terlarut dikonsentrasikan di dalam botol destilasi. Rata-rata dari sistem ini secara bertahap dari beberapa bagian dari pelarut hangat diumpangkan ke dalam sampel, hanya satu bak dari pelarut yang dikembalikan.

Air (H₂O)

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H₂O yang mempunyai satu molekul air yang tersusun atas dua atom hidrogen dan terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air memiliki sifat-sifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273,15 K (0°C). Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting dan memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia, seperti garam - garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan molekul organik.

Motor Diesel

Berdasarkan karakteristiknya, sistem *Internal Combustion Engine* dapat dibedakan menjadi *Spark Ignition Engine* dan *Compression Ignition Engine*. *Spark Ignition Engine* (*SI Engine*) adalah motor bensin di mana proses pembakaran bahan bakar (bensin) menggunakan percikan bunga api (*spark*) pada busi. Sedangkan *Compression Ignition Engine* (*CI Engine*) adalah untuk motor Diesel yang proses pembakaran bahan bakar (solar) memanfaatkan panas udara hasil kompresi. Motor diesel merupakan

suatu sistem, dimana terjadi perubahan energi kimia bahan bakar (solar) menjadi energi mekanik. Proses perubahan energi tersebut dimungkinkan terjadi karena terjadinya proses pembakaran di dalam mesin itu sendiri dan didukung oleh siklus kerja dalam setiap langkah operasinya. Siklus kerja tersebut terdiri dari langkah isap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang.

Motor Diesel dapat dibedakan menjadi jenis motor Diesel 4 tak dan motor Diesel 2 tak. Motor Diesel 4 tak menyelesaikan siklus tersebut menggunakan 4 langkah piston atau 2 putaran poros engkol. Sedangkan motor Diesel 2 tak menyelesaikan satu siklus dalam 2 langkah atau 1 putaran poros engkol.

Emulsi

Emulsi adalah dispersi koloid dimana zat terdispersi dan medium pendispersi merupakan cairan yang tidak saling bercampur. Agar terjadi suatu campuran koloid, maka harus ditambahkan suatu bahan yang disebut zat pengemulsi atau emulgator.

1. Jenis Emulsi

Berdasarkan jenisnya emulsi dapat dibedakan menjadi: emulsi padat atau gel, emulsi gas, emulsi cair.

2. Sifat-sifat emulsi

- Demulsifikasi
- Hidrasi
- Tiksotropi
- Pengenceran*
- Menunjukkan gerak Brown

- f. Sifat Listrik
 - g. Sensitif terhadap elektrolit
3. Emulsi dapat dirusak dengan (Sukardjo. 2004 : 211):
- a. Pemanasan
 - b. Pembekuan
 - c. Penggojogan
 - d. *Centrifuge (cream dari milk)*
 - e. Penambahan elektrolit
 - f. Destruksi emulgator dengan zat-zat kimia.

Bahan Bakar Solar

Bahan bakar solar adalah bahan bakar jenis distilat yang digunakan untuk mesin *Compression Ignition* (Motor Diesel). Kualitas bahan bakar solar ditentukan oleh angka *Cetan (Cetan Number)*. Makin tinggi *cetan number*, semakin mudah suatu solar untuk dibakar. Bahan bakar solar biasanya dipakai untuk motor Diesel putaran tinggi (diatas 1.000 rpm) dan juga digunakan pada pembakaran langsung yang membutuhkan pembakaran bersih. Solar juga biasa disebut sebagai *Gas Oil, Automotive Diesel Oil*, atau *High Speed Diesel*.

Emisi Gas Buang Kendaraan

Gas buang kendaraan adalah hasil akhir dari proses pembakaran bahan bakar. Dalam gas buang kendaraan, mengandung berbagai zat yang berbahaya, baik untuk kehidupan manusia maupun lingkungan. Zat berbahaya tersebut dapat berupa Hidrokarbon (HC), Karbon monoksida (CO), Sulfur dioksida (SO_x), Nitrogen oksida (NO_x), Partikulat, Lamda (ë).

Daya Motor Diesel

Pembakaran kendaraan bermotor akan menghasilkan usaha pada saat langkah ekspansi yaitu pada saat silinder bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) pada akhir langkah kompresi. Usaha yang dilakukan tiap siklus akan menghasilkan daya. Daya motor adalah besarnya kerja motor selama waktu tertentu. Satuan daya ditetapkan dalam kilowatt. Untuk menghitung besarnya daya, harus diketahui torsi yang dihasilkan selama proses pembakaran motor yang diukur menggunakan *engine test bed* yang dihubungkan dengan *dynamometer*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai Mei 2012 di Laboratorium Kimia UNY dan Laboratorium Minyak Bumi dan Mineral UGM. Subyek penelitian adalah ekstraksi buah lerak. Variabel bebas adalah air dan emulgator buah lerak, variabel terikat adalah emisi gas buang dan daya, dan variabel kontrol adalah solar.

Alat-alat yang digunakan antara lain pisau, loyang, blender, kertas saring, blender, oven, labu ukur 100 mL, pipet ukur 10 mL, gelas kimia 100 mL, soxhlet, dan evaporator. Bahan-bahan yang digunakan antara lain buah lerak, solar, aquades, serta etanol 90%.

Untuk pengujian sampel ekstraksi buah Lerak digunakan metode IKU/5.4/TK-02 untuk Viscosity Kinematic at 30°C, IKU/5.4/TK-03 untuk Flash Point PM.CC, IKU/5.4/TK-04 untuk

Pour Point, ASTM 130 untuk Copperstrip Corosion at 100°C, (3hrs), ASTM 473 untuk Sediment test, dan ASTM D 95 untuk Water Content.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Buah Lerak

Sampel buah Lerak merupakan buah yang masih basah dan tumbuh liar di pulau Jawa. Buah lerak dipotong kecil-kecil kemudian di-oven dengan suhu 100°C selama 6 jam hingga kandungan air berkurang dan kering. Setelah kering, kemudian diblender sehingga menjadi bubuk halus. Selanjutnya serbuk buah Lerak dilarutkan dalam etanol 96% dan digojog, kemudian didiamkan selama 2 hari. Hasil maserasi kemudian disaring dan diperoleh ekstrak buah Lerak. Setelah mendapatkan ekstraksi buah lerak dengan campuran etanol kemudian dilakukan evaporasi dengan suhu 80°C. Setelah itu akan didapatkan ekstrak buah lerak.

Proses Pencampuran

Proses pencampuran emulsi air dan solar dengan emulgator ekstraksi buah lerak dalam penelitian adalah sebanyak 300 mL solar dan 150 mL air dimasukkan ke dalam corong pemisah dan digojog, kemudian memasukkan ekstraksi buah lerak sebagai emulgator sebanyak 25 mL ke dalam corong pemisah dan digojog sehingga ketiga bahan tersebut bercampur dan didiamkan selama 2 jam.

Penyediaan Ekstraksi

Penelitian yang telah dilakukan adalah membuat ekstraksi buah lerak dengan pelarutnya, yaitu ethanol. Hasil ekstraksi ini kemudian diujikan di laboratorium dan disajikan pada tabel 1. berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Kandungan Buah Lerak

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pemeriksaan	Metode Pemeriksaan
1.	Viscosity Kinematic at 30°C	mm ² /s	131.7	IKU/5.4/TK-02
2.	Flash Point PM.CC	°C	*)	IKU/5.4/TK-03
3.	Pour Point	°C	-15	IKU/5.4/TK-04
4.	Copperstrip Corosion at 100°C, (3hrs)	-	1B	ASTM 130
5.	Sediment test	%wt	**) 53,63	ASTM 473

Dari hasil pengujian, kandungan emulgator lerak menunjukkan bahwa nilai *flash point* dari emulgator tersebut terlalu rendah, dengan adanya *flash point* yang rendah ini maka kandungan tersebut mudah terbakar. Untuk *viscosity kinematic* dan *sediment test* terlalu besar, menunjukkan bahwa tingkat kekentalan yang terlalu tinggi dan jumlah endapan yang banyak sehingga perlu untuk diencerkan dan dilakukan penyaringan lebih agar endapan dapat berkurang.

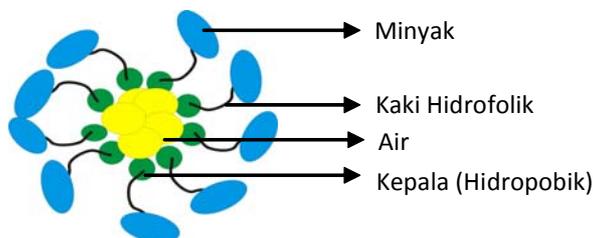
Pencampuran Emulgator Buah Lerak dengan Air dan Solar

Bahan bakar emulsi merupakan salah satu jenis bahan bakar alternatif yang diperuntukkan bagi sistem pembakaran *compressed auto ignition* (CAI) engine yang komposisinya berupa air dan minyak. Dengan penambahan emulgator (surfaktan), memungkinkan penyatuan air (polar) dan hidrokarbon yang bersifat non polar. Melalui struktur yang dimiliki, bagian kepala yang bersifat hidrofolik akan cenderung mengikat air sedangkan bagian ekor yang bersifat hidrofobik akan cenderung mengikat minyak.

Selain itu emulgator berperan sebagai penyetabil campuran bahan bakar emulsi, sehingga memungkinkan terjaganya homogenitas campuran.

Menurut Jim Jialo dan Diane J. Burges (2002) bahwa sistem emulsi pada bahan bakar emulsi menggunakan sistem emulsi air dalam minyak (W/O). Minyak memiliki fase terdispersi (berlanjut/pencampur) sedangkan air merupakan fase dispersi (tercampur).

Pada penelitian ini emulgator yang digunakan adalah ekstraksi buah lerak. Emulgator ini digunakan untuk mencampurkan antara air dan solar. Proses pencampuran dari emulgator buah lerak dengan air dan solar menggunakan metode *blending*. Proses ini dilakukan untuk mencampurkan ketiga bahan selama sehari yang diharapkan dari ketiga bahan dapat bercampur secara sempurna. Dari proses *blending* tersebut belum dapat bercampur secara sempurna sehingga terbentuk dua fase. Hal ini disebabkan karena dari ketiga bahan, yaitu air dan solar dan penambahan emulgator buah lerak tidak dapat melarutkan secara sempurna tetapi ada sebagian dari emulgator tersebut yang terlarut pada solar.



Gambar 3. Ikatan Molekul Minyak dan Air

Untuk pengujian, dilakukan pada sampel pada fase yang sebagian dari emulgator buah lerak terlarut dalam solar. Hasil uji *blending* antara air dan solar dengan emulgator buah lerak dan uji solar dapat dilihat sebagai berikut :

SIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekstraksi buah Lerak berhasil dibuat dengan pelarut ethanol. Untuk proses *blending* antara emulgator buah Lerak dengan air dan solar belum dapat bercampur

Tabel 2. Hasil Uji *Blending* antara Air dan Solar dengan Emulgator Buah Lerak dan Uji Solar

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pemeriksaan		Metode Pemeriksaan
			Solar	Solar + Emulgator	
1.	Viscosity Kinematic at 30°C	mm ² /s	3.387	3.747	IKU/5.4/TK-02
2.	Flash Point PM.CC	°C	70.5	70.5	KU/5.4/TK-03
3.	Pour Point	°C	0	3	KU/5.4/TK-04
4.	Copperstrip Corosion at 100°C, (3hrs)	-	1A	1A	ASTM D 130
5.	Sediment test	%wt	0,003	0,001	ASTM D 473
6.	Water Content	%vol	Nil	Nil	ASTM D 95

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa dalam emulsi lerak dengan air dan solar memiliki kandungan yang hampir sama, untuk kekentalan kinematiknya di bawah nilai solar sehingga lebih encer. Untuk nilai *pour point* lebih rendah, sedangkan untuk *sediment*nya sedikit lebih besar daripada solar. Dari hasil keseluruhan dapat disimpulkan bahwa kandungan emulsi lerak dengan air dan solar hampir mendekati kandungan solar, sehingga bahan bakar ini sudah dapat diterapkan pada mesin diesel.

secarasempurna namun untuk kandungan dari hasil proses *blending* tersebut sudah menunjukkan adanya perbedaan kandungan dari solar.

Untuk mendapatkan campuran yang sempurna diperlukan suatu katalis. Proses pencampuran dengan katalis sendiri masih belum bisa dilakukan karena keterbatasan alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Jialo Jim and Burges J. Diane. 2002. *Rheology and Stability of Water-in-Oil-in-Water Multiple Emulsions Containing Span 83 and Tween 80*. AAPS PharmSci. Published: March 13, 2003.
- Sukardjo. 1986. *Kimia Fisika*. Yogyakarta: FMIPA IKIP Yogyakarta.
- Santoso Budi. 1992. *Tehnis Praktis Mobil Diesel*. Surabaya: Karya Anda.
- Toyota. 1996. *Toyota Service Training. Step 1*. PT. Toyota Astra-Motor.
- NN. 2007. *Jumlah Kendaraan Bermotor Di Indonesia*. Didwload dari <http://www.kompascybermedia.com/jumlahkendaraanbermotordiindonesia.htm/> 28 Februari 2009.
- NN. 2005. *Teknologi sederhana industri kecil*. Didwload dari http://www.pikiranrakyat.com/Teknologi_sederhana_industikecil.htm/28Februari 2005.