



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN

ISSN : 2085-2614

JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



**Peningkatan Kinerja Mesin Diesel dengan Produksi Biodiesel dari Kelapa
(Coconut Nufera) dan Unjuk Kinerjanya Berbasis Transesterifikasi
dengan Sistim Injeksi Langsung**

Soni Sisbudi Harsono¹⁾ Kiman Siregar²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

²⁾Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Email: s_harsono.ftp@unej.ac.id

Abstrak

Sampai sekarang, penggunaan biodiesel khususnya biodiesel dari kelapa di Indonesia belum menyentuh kepada penggunaan sebagai bahan bakar, baik untuk bahan bakar transportasi ataupun bahan bakar industri. Dari perkembangan yang ada terutama di luar negeri bahan bakar biodiesel sudah digunakan sebagai bahan bakar transportasi meskipun hanya dalam bentuk campuran. Ketersediaan bahan bakar minyak bumi semakin hari semakin terbatas. Selain karena alasan ketersediaan minyak bumi yang terbatas, pengembangan produk biodiesel dari minyak tumbuhan seperti minyak sawit, juga diarahkan pada sifat bahan bakunya yang dapat diperbaharui. Secara teknis hasil pengujian laboratorium terhadap unjuk kerja mesin diesel menghasilkan bahwa campuran biodiesel 30% dengan 70% solar mempunyai daya maksimum 5,36 HP pada 2.190 rpm lebih rendah bila dibandingkan dengan solar 100%, 5,41 HP pada 2.200 rpm. Sedangkan torsi maksimum campuran biodiesel 30% adalah 1,748 Nm lebih rendah dari solar 100% 1,761 Nm. Kandungan *carbon monoxide* campuran biodiesel dan *hydro carbon* campuran 30% biodiesel dengan 70% solar juga lebih rendah daripada solar 100%.

Kata kunci : Biodiesel, kelapa, transesterifikasi, mesin diesel

***Improved Performance of Diesel Engines With the Production of Biodiesel From Coconut
(Coconut Nufera) and Performanced Based on Direct Injection System With
Transesterification***

Soni Sisbudi Harsono¹⁾ Kiman Siregar²⁾

¹⁾ Department of Agricultural Engineering, Jember University

²⁾ Department of Agricultural Engineering, Syiah Kuala University

Email: s_harsono.ftp@unej.ac.id

Abstract

Use of biodiesel especially from CPO has not been popularly used either for transportation nor for industrial fuel, while in foreign countries, it has been used for transportation fuel even just be blended. As the available of fosil fuel ten to decrease, the use of a renewable fuel biodiesel will be promising. This study aimed to evaluate the performance of amall diesel engine using biodiesel as fuel source. Performance test of small diesel engine using biodiesel was conducted in the laboratory by using engine dynamometer. The results shown that mixing 30% of biodiesel and 70% fosil fuel (petro diesel) gave the best performance among other percentage mixture. Mixing 30% of biodiesel and 70% fosil fuel gave maximum power 5.36 HP at 2190 rpm and maximum torque 1.748 Nm. Its lower comparing than pure petro diesel that gave 5.41 HP at 2200 rpm and maximum torque 1.761 Nm. The gas emission was also evaluated simultaneously. The results shown that the mixing 30% : 70% produced low carbon monoxide (CO) and low hydrocarbon (HC) than petro diesel.

Keyword : Biodiesel, coconut, transesterification, diesel engine

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil merupakan salah satu sumber energi yang tidak terbarukan, meskipun demikian penggunaan energi fosil lebih dominan bila dibandingkan dengan energi-energi yang lainnya, dari tahun ke tahun permintaan dan kebutuhan energi fosil terus meningkat. Kebutuhan energi fosil jika dibandingkan dengan pertumbuhan penduduk dan pertambahan industri terutama industri mesin kendaraan bermotor, maka perbandingan tersebut berbanding lurus.

Untuk memenuhi kebutuhan energi yang amat besar tersebut tentunya perlu penanganan yang serius, sebab jika kita terus bergantung pada bahan bakar fosil yang bersifat tidak terbarukan maka pada suatu saat tertentu harga bahan bakar akan meningkat drastis, dan ini juga mempengaruhi kehidupan ekonomi, sosial dan politik suatu negara. Oleh karena itu perlu adanya bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan posisi bahan bakar fosil yang strategis ini. Biodiesel merupakan sumber energi alternatif yang cocok untuk dikembangkan di Indonesia. Biodiesel dapat disintesis dari berbagai tanaman yang tumbuh di Indonesia. Biodiesel adalah bahan bakar yang dapat didaur ulang, bersih dan aman bagi lingkungan karena tidak menimbulkan emisi seperti bahan bakar fosil. Siregar *et.al* (2015) menyebutkan bahwa dengan menggunakan bahan bakar biodiesel 100 % dapat menurunkan emisi pemanasan global sebesar 37,83 % jika menggunakan *crude palm oil* (CPO) dan 63,61 % jika menggunakan bahan baku *crude jatropha curcas oil* (CJCO).

Penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif ini memberikan beberapa manfaat, yaitu (1) tidak memerlukan modifikasi mesin, (2) menghasilkan emisi CO₂, SO₂, CO, jelaga dan hidrokarbon yang lebih rendah dibandingkan petroleum, (3) tidak memberikan efek rumah kaca, (4) kandungan energinya hampir sama dengan kandungan energi petroleum, (5) mudah dalam penyimpanan karena titik nyala rendah, (6) *renewable* dan *biodegradable* dan (7) *non-toxic* (Tickell, 2000; Ju *et. al*, 2003). Siregar, dkk. (2013) juga mengatakan bahwa pada penggunaan bahan bakar biodiesel dari kelapa sawit dan jarak pagar pada produksi sudah stabil, yaitu dari tahun ke 6 sampai dengan tahun ke 25, dengan asumsi penggunaan bahan bakar biodiesel 1.005 diperoleh perhitungan nilai penurunan emisi pemanasan global jika dibandingkan dengan bahan bakar diesel sebesar 67,37 % untuk penggunaan biodiesel dari bahan baku CPO dan 80,50 % untuk penggunaan biodiesel dari bahan baku CJCO.

Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa biodiesel yang telah dibuat memiliki sifat fisika dan kimia yang hampir sama dengan solar. Berdasarkan hal tersebut, maka sangat terbuka kesempatan untuk membuat biodiesel sebagai bahan pengganti bahan bakar solar.

Namun karena dari segi ekonomis biaya pembuatan biodiesel masih lebih tinggi dari bahan bakar solar, maka harus dapat ditemukan beberapa keunggulan yang ada pada biodiesel bila dibandingkan dengan minyak solar.

Evita dkk., (2001) telah melakukan *endurance test* terhadap campuran biodiesel 30% terhadap diesel penggerak mobil 4 silinder, menghasilkan bahwa torsi maksimumnya 114 Nm pada 2.000 rpm, sementara dengan minyak solar 117 Nm pada 2.500 rpm. Ouedraogo (1991) juga telah melakukan pengujian terhadap diesel 4 (empat) silinder di Agricultural Research Center, Colorado menunjukkan bahwa maksimum daya biodiesel dari berbagai minyak nabati (*rape oil* 1,3 kW, *jathropa oil* 1,5 kW) lebih rendah dari petrodiesel I dan II (2,1 kW) ; demikian juga dengan torsi maksimum minyak nabati (*rape oil* 4,1 N-m, *jathropa oil* 4,55 Nm) lebih rendah dari petrodiesel I dan II (6,50 Nm).

Campuran biodiesel 20% dengan solar dapat mengurangi polusi udara. Bahan particulate dapat dikurangi sampai 31%, *carbon monoxide* dikurangi sampai 21% dan total *hydrocarbons* sampai 47%, juga akan mereduksi emisi sulfur dan aromatik yang terjadi. Bahkan menggunakan 100% biodiesel akan lebih mengurangi emisi gas buang dan *carcinogenic compounds* (Anonim, 2002).

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) memproduksi *coco-biodiesel* berbasis transesterifikasi; 2) mendapatkan komposisi campuran optimum (persentase bahan bakar solar dengan persentase bahan bakar biodiesel) dibandingkan dengan minyak solar murni (100%) melalui pengujian laboratorium terhadap diesel stasioner ukuran kecil (5,5 HP); dan 2) mendapatkan hasil uji gas buang yang dihasilkan dari campuran optimum bahan bakar biodiesel dengan solar dibandingkan dengan bahan bakar solar 100%.

METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu

Tempat dan waktu penelitian ini adalah di Laboratorium Teknik Pertanian Universitas Jember (UNEJ) dan Laboratorium Pengujian Traktor, BBP Mektan Serpong, untuk mencari campuran optimum solar: biodiesel dari campuran biodiesel 10% sampai dengan 100% biodiesel dibanding dengan solar 100% dan di Laboratorium Puspitek Serpong, untuk menguji emisi gas buang.

2. Pengujian Laboratorium

Parameter yang diukur meliputi parameter: keadaan/kondisi lingkungan saat pengujian, rpm *engine*, daya *engine*, torsi yang dihasilkan, konsumsi bahan bakar, suhu

engine selama pengujian berlangsung, uji kualitatif terhadap gas buang yang dihasilkan. Uji di laboratorium dipilih dengan cara menginstalasi diesel stasioner 5,5 HP secara langsung dengan dynamometer pada roda gilanya. Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbandingan *performance* diesel dengan berbagai bahan bakar solar dan biodiesel dari = 90% : 10%, 80% : 20 %, 70% : 30% dan seterusnya, dibandingkan dengan diesel menggunakan bahan bakar solar 100%.

Hal-hal yang perlu diamati dan dicari pada pengujian laboratorium ini antara lain: 1) putaran *engine*; 2) torsi; 3) daya; 4) suhu *engine*; 5) suhu bahan bakar; 6) kebutuhan bahan bakar spesifik. Perlakuan untuk masing-masing uji adalah sebanyak 3 kali ulangan. (SNI 05-0738.1.1998 dan SNI 05-0738.2.1998). Dari hasil pengujian laboratorium di atas kemudian diperoleh *performance* yang paling baik (optimum) dari campuran bahan bakar solar dan biodiesel dan dibandingkan bahan bakar solar 100% sebagai kontrolnya. Pengujian beban berkesinambungan dilakukan selama 24 jam dengan pembebanan 80% dari torsi pada daya maksimum masing-masing diesel *engine* dengan bahan bakar solar 100% dan campuran bahan bakar solar dan biodiesel paling optimum. Sebelum dilakukan uji beban berkesinambungan semua komponen yang akan dicek seperti *nozzel engine*, kepala silinder serta tutup rumah silinder dibersihkan terlebih dahulu.

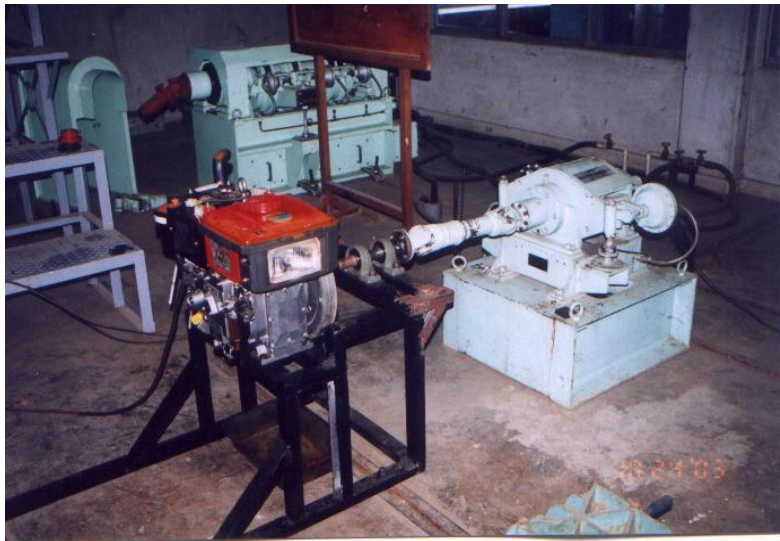
Pengujian emisi gas buang dilakukan kerja sama dengan Laboratorium Balai Thermodinamika Motor dan Propulsi, Puspitek Serpong pada bahan bakar solar 100% dan campuran bahan bakar solar yang paling optimum. Masing-masing bahan bakar diukur pada 3 tingkat rpm diesel, yang berbeda, yaitu pada 1.250 rpm, 1.500 rpm, dan 1.800 rpm, dengan alasan pada rpm yang paling banyak digunakan operator traktor di lapangan. Pengujian gas buang mengukur antara lain : opasitas, yaitu kadar kepekatan asap, yang diukur dalam *smoke number* (FSN) dan bobot dalam mg/m^3 ; kadar *Carbon Mono Oxyda* (CO, %); kadar *Hydro Carbon* (HC, PPM), CO_2 (%), dan O_2 (%).

3. Bahan

Biodiesel yang dipakai adalah biodiesel dari limbah pembuatan minyak kelapa (*cocos nucifera*) yang sudah diproduksi secara massal di Jawa Timur sejak beberapa waktu silam. Mesin diesel yang digunakan adalah mesin diesel merek Yanmar dengan alasan sudah banyak dipakai di petani dan relatif mempunyai sedikit permasalahan apabila dipakai oleh petani, sehingga akan mengurangi variabel pengamatan. Spesifikasi mesin diesel yang digunakan secara lengkap adalah seperti Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi mesin diesel yang digunakan

<i>Name of engine</i>	Yanmar, TF 55 L-di
Engine type	4 stroke cycles horisontal, direct injection
Bore (mm) x stroke (mm)	75 x 80
Cubic capacity (cc)	353
Compression ratio	17,9
Max power (HP/rpm)	5,5 / 2200
Rated power (HP/rpm)	4,5 / 2200
No of cylinders	1
Fuel injection pump	Bosch in line
Fuel injection type	Pintle
Cooling system	Radiator



Gambar 1. Instalasi uji laboratorium biodiesel

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Produksi *coco-biodiesel*

Kabupaten Jember secara geografis mempunyai wilayah pantai yang cukup luas dan membentang di sepanjang Pantai Selatan Pulau Jawa atau Samudera Indonesia dengan panjang pantai sepanjang 170 km. Sebagian besar diantaranya, tanaman yang mendominasi adalah tanaman kelapa. Pada daerah dekat pantai tersebut kelapa kurang memiliki daya tawar tinggi, karena selain semakin banyaknya pemuda desa pantai yang migran ke kota dan menjadi Tenaga Kerja Indonesia (TKI) di luar negeri juga daerah tersebut sulit dijangkau kendaraan roda 4 karena tanahnya terdiri dari tanah pasir terjal. Dengan semakin mahalnya ongkos petik buah dan rendahnya harga kelapa tersebut, maka banyak petani pemilik kelapa di daerah tersebut "membiarkan" hingga buah kelapa jatuh dengan sendirinya.

Produk *coco-biofuel* sudah diuji secara laboratorium di Laboratorium Minyak dan Pelumas PERTAMINA Surabaya pada bulan Juli tahun 2008 tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik *Coco-biofuel* menggunakan Standar Uji ASTM ^{*)}

No	Test	Units	Limits	Methode	Hasil
1	Viscosity Kinematic at 40 °C	cSi	2 – 5	ASTM D – 445	2,7
2	Flash Point COC	° C	-	ASTM D – 92	240
3	Pour Point	° C	Max 18	ASTM D – 97	21
4	Calculated Cetane Index		Min 48	ASTM D - 976	36
5	Density at 15 ° C	Kg/lr	0,81 – 0,87	ASTM D – 1296	0,841
6	Sulfur Content	% wt	Max 0,35	ASTM D – 4294	0,04
7	CCR on 10% Vol. Bottom	% wt	Max 0,10	ASTM D – 189	0,475
8	Calorific Value Gross			ASTM D – 240	19
9	Water content	% wt	Max 500	ASTM D – 304	278
10	Acid number	mgKOH/g	Max 0,50	ASTM D – 664	0,32
11	Distillation at 95% recovery	° C	Max 370		325

2. Bahan Baku *Coco-Biofuel*

2.1. Identifikasi bahan baku *coco-biofuel*

Secara keseluruhan, proses pengolahan *coco-biofuel* dapat dibagi menjadi dua tahapan yaitu tahap perlakuan pendahuluan dan tahap ekstraksi. Tahap perlakuan pendahuluan dapat berupa pemanasan dan pengecilan ukuran bahan, bertujuan untuk mempermudah proses selanjutnya dalam usaha mendapatkan rendemen (hasil) yang tinggi. Sedangkan tahap ekstraksi adalah suatu tahap untuk mendapatkan minyak dari bahan yang diduga mengandung minyak (kopra).

Dalam proses pengolahan *coco-biofuel*, bahan baku yang digunakan adalah berupa kopra. Kopra diperoleh dari hasil pengeringan daging kelapa. Untuk memperoleh minyak *coco-biofuel* yang berkualitas, diperlukan pengeringan daging kelapa yang baik agar didapatkan kopra yang berkualitas (tidak tengik, berwarna putih) dan tidak terserang jamur. Pengeringan dilakukan selama 5 hari dengan kadar air sebesar 5-6 %. Dengan tingkat kadar air tersebut, kopra tidak akan mudah terserang jamur, memudahkan penanganan selanjutnya dan mendapatkan mutu yang diinginkan. Daging buah kelapa yang berkadar air 5-6% keadaannya sudah menjadi kaku dan mudah dipatahkan.

Pengukuran kadar air kopra dilakukan dengan dua cara yaitu secara kasar dan digital. Secara kasar, dilakukan dengan jalan membakar irisan-irisan tipis dari kopra. Jika irisan kopra terbakar dengan mudah, maka menunjukkan kadar airnya di bawah 7%. Jika irisan kopra dibakar dengan nyala meletik-letik, menunjukkan kadar air berkisar antara 7-10%. Jika

irisan kopra yang dibakar sulit menyala, menunjukkan kadar airnya di atas 10% (Warsito, 1992). Secara digital, pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan *moisture tester*. Kopra yang digunakan seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kopra

Selain itu, untuk mendapatkan kopra yang bermutu baik maka diperlukan buah kelapa yang baik dengan umur yang cukup tua. Sebelum dilakukan proses pengupasan sabut, kelapa yang masak dilakukan penimbunan terlebih dahulu untuk meningkatkan mutu kopra dan hasil minyaknya. Mutu kopra akan sangat menentukan mutu minyak yang dihasilkan.

Pada pembuatan kopra dalam proses pengolahan *coco-biofuel*, buah kelapa diperoleh dari petani kelapa di daerah Jember dan luar daerah Jember. Kelapa yang digunakan terutama kualitas C. Hal ini dikarenakan selain harganya lebih murah, kualitas kelapa yang terendah ini juga memiliki kadar minyak yang cukup tinggi. Selain itu, juga bertujuan agar tidak mengganggu proses produksi minyak goreng dari kelapa yang semakin tinggi permintaannya di masyarakat.

Buah kelapa terdiri dari bagian-bagian yang kaya energi serta dapat dipanen dari pohon kelapa. Bagian-bagian ini antara lain sabut, tempurung, air kelapa, dan daging buah kelapa. Dengan rata-rata berat buah kelapa 2,136 kg, maka berat tipikal dari bagian-bagian tersebut disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Berat tipikal dari bagian-bagian buah kelapa

Bagian	Berat tipikal (kg/buah kelapa)	Persentase (%)
Sabut	1,102	51,41
Air kelapa	0,345	18,96
Daging buah	0,398	15,89
Tempurung	0,295	14,07

Menurut pengamatan di lapang, kelapa yang dijual oleh para pedagang tidak dilakukan proses sortasi untuk memisahkan kualitasnya. Penyortasian pada kelapa-kelapa tersebut sangat diperlukan untuk menyesuaikan harga dan mengoptimalkan penggunaannya sesuai dengan kualitasnya. Kelapa yang berkualitas rendah mempunyai bentuk yang agak bulat dan tidak kembang sedangkan kelapa yang berkualitas terbaik mempunyai bentuk yang lonjong dan kembang. Penyortasian ini dilakukan berdasarkan jumlah serabut kelapa yang terkandung dalam kelapa.

2.2. Proses pembuatan bahan baku *coco-biofuel*

Secara umum proses pembuatan kopra sebagai bahan baku *coco-biofuel* meliputi:

a) Pengupasan sabut

Pengupasan sabut dilakukan dengan menggunakan alat berupa linggis besi yang berdiri secara vertikal dengan ujung yang tajam dan meruncing. Pengupasan dilakukan pada bagian demi bagian sampai sabutnya terlepas dari tempurung. Dengan cara, buah kelapa ditancapkan ke ujung linggis sampai menembus sabut, tangan kanan menekan bagian kanan buah kelapa dan tangan kiri mengangkat bagian sabut kelapa yang tertusuk pada linggis. Demikian seterusnya pada setiap bagian sampai selesai.

b) Pemecahan tempurung beserta daging buah

Tempurung beserta daging buah dipecah menjadi dua bagian menggunakan golok untuk mempermudah dalam pencungkilan daging buah.

c) Pelepasan daging buah dari tempurung (pencungkilan)

Pencungkilan dilakukan dengan cara menggunakan alat pencungkil. Proses ini bertujuan untuk memisahkan antara tempurung dengan daging buah kelapa yang kemudian akan dikeringkan sehingga menjadi kopra. Sebelum dilakukan pencungkilan, daging buah kelapa pada tempurung dibagi menjadi beberapa bagian untuk mempermudah dalam pelepasan daging buah serta mempercepat proses pengeringan pada saat dikeringkan.

Dari Tabel 3, berat tempurung pada setiap buah kelapa adalah 0,295 kg/buah kelapa. Dengan demikian, di dalam 1.000 butir kelapa menghasilkan tempurung sebesar 295 kg. Tempurung yang dihasilkan sementara disimpan untuk diproses menjadi asap cair.

Sedangkan pada daging buah kelapa, berat daging buah yang dihasilkan adalah 0,398 kg/buah kelapa, jadi berat daging buah pada 1.000 butir kelapa adalah 398 kg yang kemudian dikeringkan.

d) Pengeringan

Pada penelitian ini, pengeringan daging kelapa segar dilakukan secara langsung dengan sinar matahari dengan cara meletakkan daging kelapa segar di atas lantai semen selama 5 hari pada cuaca terang. Kelebihan dari pengeringan ini antara lain proses pengeringan dan peralatan yang digunakan sederhana, caranya mudah dan tidak membutuhkan banyak biaya, dengan cuaca yang baik akan mendapatkan mutu kopra yang sangat baik. Sedangkan kekurangan dari proses pengeringan ini antara lain panas tergantung pada cuaca (alam), tempat yang dibutuhkan sangat luas, waktu pengeringan cukup lama karena suhu pengeringan tidak dapat dikontrol.

Berdasarkan data tersebut maka kadar air yang diuapkan pada penjemuran selama 5 hari adalah 19,42%; 35,05%; 43,07%; 47,06%; 50,67%. Besarnya penguapan kandungan air pada setiap harinya tidak sama, hal ini karena pada pengeringan secara langsung panas yang digunakan tergantung dari alam sehingga panas yang digunakan tidak dapat diatur untuk kesesuaian pengeringan.

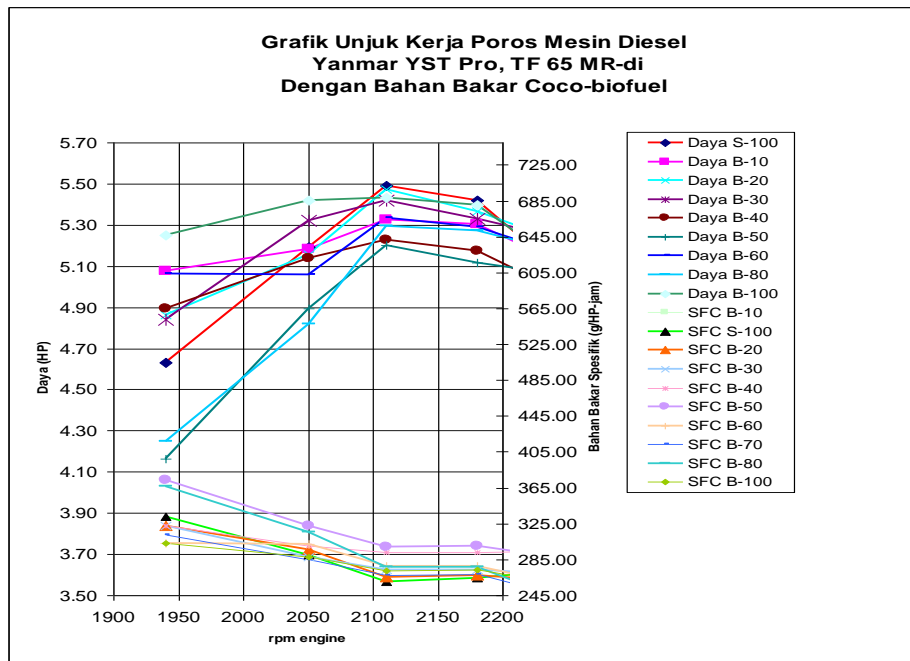
Kendala yang dihadapi dengan pengeringan secara langsung ini adalah apabila terjadi hujan. Mengingat bahwa Indonesia pada setiap tahunnya terjadi musim kemarau dan musim penghujan, maka pada saat musim penghujan pengeringan tidak akan membutuhkan waktu yang lama bahkan tidak dapat dilakukan lagi. Apabila proses pengeringan berlangsung sangat lama, maka mikro organisme akan mudah tumbuh pada daging buah oleh karena adanya aktivitas air yang masih tinggi sehingga akan menimbulkan kerusakan pada daging buah kelapa. Oleh sebab itu, perlu adanya alat pengering buatan sehingga proses pengeringan akan lebih cepat lagi, dapat terkontrol dan tidak tergantung pada musim (alam).

Dari Gambar 2 dapat diketahui besarnya kopra yang dihasilkan pada satu butir kelapa selama lima hari pengeringan secara langsung di bawah terik matahari adalah 0,1965 kg. Dengan demikian kopra yang dihasilkan dalam 1.000 butir kelapa adalah sebesar 196,5 kg.

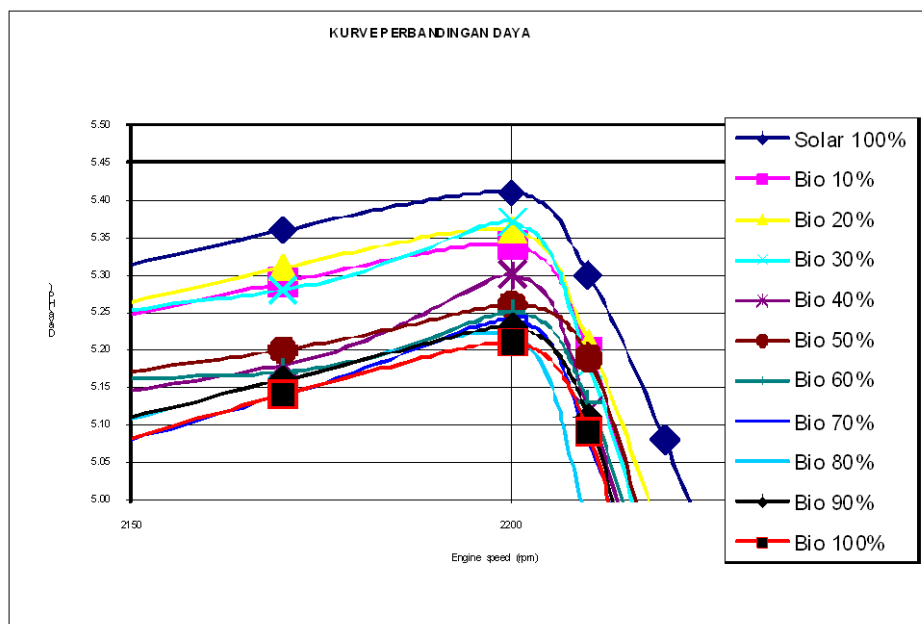
3. Daya Maksimum

Hasil pengujian laboratorium terhadap perbandingan daya solar 100% dan berbagai campuran solar dengan biodiesel menunjukkan hasil bahwa campuran solar : biodiesel 70% : 30% mempunyai daya maksimum 5,36 HP dengan efisiensi daya 97,64% pada 2.190 rpm, paling mendekati bila dibandingkan dengan daya maksimum solar murni (100%), 5,41 HP

dengan efisiensi daya 98,36% pada 2.200 rpm. Jadi dapat dikatakan bahwa campuran solar 70% : biodiesel 30% adalah campuran optimum. Daya maksimum campuran-campuran yang lain meskipun tidak berbeda jauh dengan daya maksimum solar murni tetapi mempunyai daya maksimum di bawah daya maksimum campuran optimum tersebut. Hasil daya yang dihasilkan dari perbandingan persentasi biodiesel dan solar diperlihatkan pada Gambar 3. Perbandingan dayanya dengan berbagai persentasi biodiesel diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik Unjuk Kerja Poros Traktor Mesin Diesel Yanmar YST Pro, TF 65 MR-di dengan Bahan Bakar Coco-biodiesel



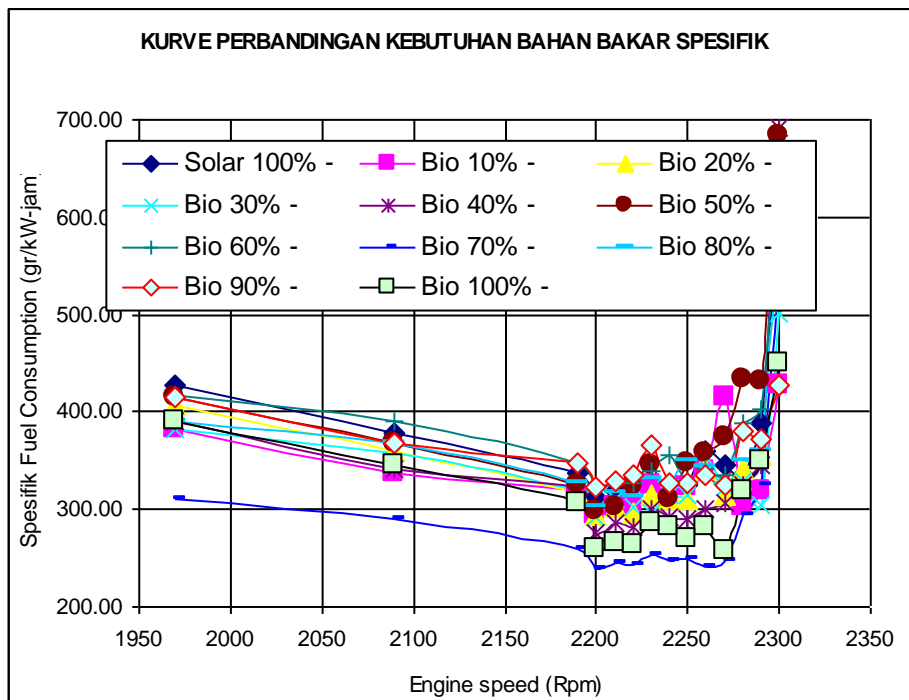
Gambar 4. Kurva perbandingan daya antara solar 100% dengan berbagai campuran solar : biodiesel

4. Torsi Maksimum

Torsi maksimum pada daya maksimum bahan bakar campuran solar 70% : biodiesel 30% adalah 1.748 kgm, torsi maksimum campuran solar 80% : biodiesel 20%, 1.745 kgm, sedangkan torsi maksimum pada daya maksimum campuran solar 90% : biodiesel 10% adalah 1.738 kgm. Ketiga torsi maksimum bahan bakar campuran tersebut berada di bawah torsi maksimum solar 100%, 1.761 kgm.

5. Kebutuhan Bahan Bakar Spesifik

Kebutuhan bahan bakar spesifik pada daya maksimum campuran solar 70% : 30% adalah 293,53 g/kW-jam, campuran bahan bakar solar 80% : biodiesel 20%, 294,56 g/kW-jam, dan kebutuhan bahan bakar spesifik solar 100%, 311,81 g/kW-jam. Kurva perbandingan kebutuhan bahan bakar spesifik antara solar 100% dan campuran biodiesel 30% dan 20% dapat dilihat seperti Gambar 5.



Gambar 5. Kurva perbandingan kebutuhan bahan bakar spesifik antara solar 100% dengan berbagai campuran solar : biodiesel

6. Aplikasi pada Mesin Diesel

Setelah melewati masa uji coba sesuai standar ASTM di laboratorium Pengolahan Minyak di PERTAMINA Surabaya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 di atas, diadakan pengujian *coco-biofuel* pada mesin diesel 6 PK di Laboratorium Pengujian Traktor 2 Roda Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Departemen Pertanian di Serpong, Tangerang.

7. Uji Beban Berkesinambungan

Pengujian beban berkesinambungan dilakukan selama 24 jam dengan pembebanan 80% dari torsi pada daya maksimum masing-masing diesel engine dengan bahan bakar solar 100% dan campuran bahan bakar solar 70% : biodiesel 30% (sebagai campuran bahan bakar optimum). Sebelum dilakukan uji beban berkesinambungan semua komponen yang akan dicek seperti nozle engine, kepala silinder serta tutup rumah silinder dibersihkan terlebih dahulu. Perlakuan dengan bahan bakar solar 100% diatur torsi poros engine sebesar 1,41 km (80% dari 1.761 km), untuk campuran bahan bakar solar 70% : biodiesel 30% torsi poros engine diatur sebesar 1,40 km (80% dari 1.748 km). Sampai selesai pengujian beban berkesinambungan selama 24 jam ternyata tidak ditemukan masalah yang berarti. Secara kualitatif kotoran pada nozel dan silinder serta rumah silinder pada perlakuan campuran bahan bakar solar 70% : biodiesel 30% lebih banyak daripada solar 100%.

8. Uji Emisi Gas Buang

Pengujian emisi gas buang dilakukan kerja sama dengan Laboratorium Balai Termodinamika Motor dan Propulsi, Puspitek Serpong pada bahan bakar solar 100%, campuran solar 70% : 30%, dan campuran solar 80% : biodiesel 20%, dengan masing-masing bahan bakar diukur pada 3 tingkat rpm diesel, yang berbeda, yaitu pada 1.250 rpm, 1.500 rpm, dan 1.800 rpm. Pengujian gas buang mengukur antara lain : opasitas, yaitu kadar kepekatan asap, yang diukur dalam *smoke number* (FSN) dan bobot dalam mg/m^3 ; kadar *Carbon Mono Oxyda* (CO, %); kadar *Hydro Carbon* (HC, PPM), CO_2 (%), dan O_2 (%). Hasil pengukuran emisi dapat dilihat seperti Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran emisi mesin diesel Yanmar TF 55 L-di

Komp bahan bakar (%)	Put. mesin (rpm)	Suhu Gas ($^{\circ}\text{C}$)	Opasitas		CO (%)	HC (PPM)	CO_2 (%)	O_2 (%)
			FSN	mg/m^3				
Solar 100%	1250	91,30	0,23	3	0,003	14,33	0	20,73
	1500	97,6	0,22	3	0,02	21	0	20,85
	1800	109,5	0,2	2,67	0,01	10,5	0	20,82
Biodiesel 20%	1250	90,2	0,19	2,33	0	3	0	20,74
	1500	98,2	0,19	2,33	0	5,5	0	20,92
	1800	106,1	0,19	2,33	0	4,5	0	20,81
Biodiesel 30%	1250	85	0,19	2,33	0	15,5	0	20,98
	1500	97	0,18	2	0	13,5	0	20,42
	1800	107,3	0,18	2,67	0,01	13,33	0	20,79

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka ditarik diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan campuran solar 70% : biodiesel 30% mempunyai daya maksimum 5,37 HP pada 2.200 rpm, dengan efisiensi daya 97,64% paling mendekati daya maksimum solar 5,41 HP pada 2.200 rpm, dengan efisiensi daya 98,36 %. Torsi maksimum campuran solar 90% : biodiesel 10% adalah 1.772, sementara torsi maksimum campuran solar 80% : biodiesel 20% dan campuran solar 70% : biodiesel 30% mempunyai nilai sama yaitu 1.768 kgm, ketiganya ada di bawah torsi maksimum solar 100% yaitu 1.783 kgm. Kebutuhan bahan bakar spesifik campuran solar 70% : biodiesel 30% yaitu 293,01g/kW-jam dan bahan bakar solar 100% 311,81 g/kW-jam.
2. Hasil uji emisi menunjukkan bahwa dengan campuran bahan bakar solar dengan biodiesel (30% dan 20%) mempunyai kandungan *carbon monoxida* dan *hydrocarbon* rata-rata yang lebih baik daripada bahan bakar solar 100%.
3. Secara teknis, dari hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa campuran bahan bakar solar 70%: biodiesel 30% layak digunakan sebagai alternatif bahan bakar karena mempunyai unjuk kerja yang paling mendekati bahan bakar solar 100% dan mempunyai efek lingkungan yang lebih baik.

2. Saran

Penelitian lanjut perlu dilakukan untuk pengujian beban berkesinambungan yang lebih teliti terhadap sifat teknis biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, A.A. 2002. Biodiesel dari Minyak Jelantah. Koran Kompas, 20 Juli 2002, hal 39.
- Anggraini, A.A. 2001. Prospect of Vegetable Oil for Technical Utilization in Indonesia. Procceding on International Biodiesel Workshop. Medan, Indonesia.
- Anonim. 1998. Prosedur dan Cara Uji Traktor Roda Dua, Standar Nasional Indonesia. SNI 05-0738.1.1998. Badan Standardisasi Nasional, BSN.
- Anonim. 1998. Unjuk Kerja Minimum Traktor Roda Dua, Standar Nasional Indonesia. SNI 05-0738.2.1998. Badan Standardisasi Nasional, BSN.
- Anonim. 2002. Why Biodiesel, http://www.biodiesel.com/why_biodiesel.htm
- Darnoko, D. 2002, Biodiesel Sawit Bahan Bakar Alternatif. Majalah Intisari Edisi Agustus 2002, hal 138 –144.

- Evita, L. 2001. Experience in Palm Biodiesel Uses for Transportation. Proceeding on International Biodiesel Workshop. Medan, Indonesia.
- Novaol. 2001. Livorno : Largest Biodiesel Production Plant in Italy. Biodiesel Courier. Austrian Biofuels Institut, edisi N2-2001.
- Ouedraogo, M. 1991. Diesel Engine Performance Tests Using Oil from *Jatropha Curcas* L, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. Vol. 22 No. 4 Tahun 1991.
- Pakpahan, A., 2001, Palm Biodiesel : Its potency, technology, businness prospect, and environmental implication in Indonesia. Proceeding on International Biodiesel Workshop. Medan, Indonesia.
- Panggabean, L. M., 2001, Meningkatkan Aplikasi Energi Terbarukan. MKI-on-line.
- Siregar, K., A.H. Tambunan., A.K. Irwanto., S.S. Wirawan., T. Araki. 2013. Perbandingan penilaian siklus hidup (life cycle assessment) produksi biodiesel secara katalis dari Crude Palm Oil dan Crude *Jatropha Curcas* Oil. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 23 (2) : 129-141.
- Siregar, K., A.H. Tambunan., A.K. Irwanto., S.S. Wirawan., T. Araki. 2015. A comparison of life cycle assessment on Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) and Physic Nut (*Jatropha curcas* Linn.) as feedstock for Biodiesel production in Indonesia. Journal of Energy Procedia. 65 : 170-179.
- Worldenergy, 2001, Clean School Bus, Biodiesel Courier, Austrian Biofuels Institut, edisi N2-2001.