

Produksi dan Karakteristik Bio-diesel Serta Teknik Pencampurannya dengan Minyak Solar (Gas Oil)

Zuhdi MFA, Gerianto I dan Budiono T

Abstrak

Proses pembuatan methyl ester dari minyak jarak dan minyak sawit telah dipelajari dengan baik. Karakteristiknya juga telah diamati dan dibandingkan dengan produksi bahan minyak nabati lain. Karakteristik methyl ester dari minyak sawit mirip dengan jenis methyl ester yang diproduksi dengan minyak nabati lainnya. Sebaliknya methyl ester dari minyak jarak sedikit berbeda. Viskositas dan daya larut methyl ester dari minyak jarak kurang menguntungkan untuk dipakai sebagai bahan baker pencampur minyak solar (gas oil). Pada penelitian ini juga telah dipelajari bagaimana mencampur methyl ester dari minyak jarak dengan minyak solar (gas oil).

1. Pendahuluan.

Minyak nabati adalah salah satu bahan bakar alternative sebagai pengganti minyak bumi pada motor diesel. Minyak jarak dan minyak sawit merupakan candidate yang patut dipromosikan sebagai alternative pengganti diesel oil di Indonesia. Budi daya minyak sawit sudah dilakukan sejak dulu dan populasinya cukup besar. Meskipun minyaak jarak telah dibudidayakan sejak lama namun populasinya tidak terlalu luas seperti budidaya kelapa sawit. Tanaman jarak dapat tumbuh subur dilahan kritis, sehingga kemungkinan pengembangan tanaman ini sangat besar. Indonesia timur merupakan kawasan yang patut dipromosikan sebagai pemasok minyak jarak, mengingat dikawasan ini baanyak sekali lahan kritis. Mengingat keuntungan yang ditawarkan oleh tanaman jarak, maka pengadaan jarak sebagai bahan dasar bio-diesel diharapkan juga bermasa depan yang baik. Sesuai sifat hidup, jarak yang boleh dianggap sebagai tanaman liar, maka pembudidayaan jarak akan sangat menguntungkan bagi masyarakat.

Dari sifat-sifat fisika maupun kimia minyak jarak, maka penggunaannya sebagai bahan bakar pada diesel engine akan menemui berbagai kesulitan. Hal ini karena diesel engine dalam pengoperasiannya, menyaratkan beberapa criteria penting terhadap pemakaian bahan bakarnya. Pemakaian bahan bakar yang tidak sesuai dengan spesifikasi ini akan menimbulkan turunya performance diesel engine.

Masalah ini terutama disebabkan oleh sifat minyak jarak yang berkaitan dengan viskositasnya. Bahan bakar dengan viskositas tinggi akan cenderung menimbulkan masalah pada fuel injection line (Baranescu, Lusco, 1997). Selain itu viskositas yang tinggi juga berpengaruh pada tekanan injeksi bahan bakar (Masjuki, Abdul Muin, Sii,1996). Untuk menjamin bahan bakar dapat bercampur baik dengan udara dan selanjutnya siap terbakar , maka diperlukan proses atomisasi yang baik pula (Feldman, Peterson,1997).

Masalah lain yang berkaitan dengan penggunaan minyak jarak adalah berkaitan dengan cetane number yang rendah (kebanyakan vegetable oil memiliki cetane number yang rendah (Puppung, 1985) dan tidak stabil bila dicampur dengan minyak solar (Puppung , 1985 dan 1986). Sebagai bahan bakar diesel engine, hal ini tentunya sangat tidak menguntungkan. Kualitas pembakaran adalah unsur penting dari performance diesel engine. Rendahnya cetane number akan menyebabkan terlalu lamanya ignition delay, sehingga pada saat terjadi autoignition, dalam ruang bakar tersedia terlalu banyak bahan bakar yang telah siap terbakar. Akibatnya suhu pembakaran akan terlalu tinggi, dan emisi NOx –nya semakin tinggi pula.

Dari semua masalah tadi maka dicoba suatu metode untuk menurunkan viskositas dan menaikkan cetane number minyak jarak. Tingginya viskositas minyak jarak berhubungan dengan density minyak jarak yang juga cukup tinggi. Untuk itulah maka dicoba untuk mengubah komposisi trigliserol pada minyak jarak menjadi ester melalui proses transesterifikasi. Dengan demikian diharapkan masalah masalah yang timbul dapat diatasi, sehingga prospek minyak jarak sebagai bahan baku diesel engine menjadi cerah. Kemampuan larut minyak jarak yang kurang baik juga telah dapat diselesaikan pada penelitian ini. Sekalipun Puppung (1985, 1986) memperoleh kesulitan mencampur minyak jarak dengan diesel oil namun dengan technique yang sederhana maka methyl ester dari minyak jarak dapat larut sempurna dengan diesel oil.

2. Metodologi

Untuk memproduksi biodiesel diperlukan beberapa langkah yaitu mulai desain alat (esterifikasi) kemudian dilanjutkan pembuatan prototype dan selanjutnya baru dilakukan pengujian prototype, setelah itu baru diakhiri dengan pemroduksian bio-disel. Setelah bio-

diesel dapat di produksi maka perlu adanya pengujian karakteristik (atau sering disebut uji properties) dari bio-diesel yang telah dihasilkan.

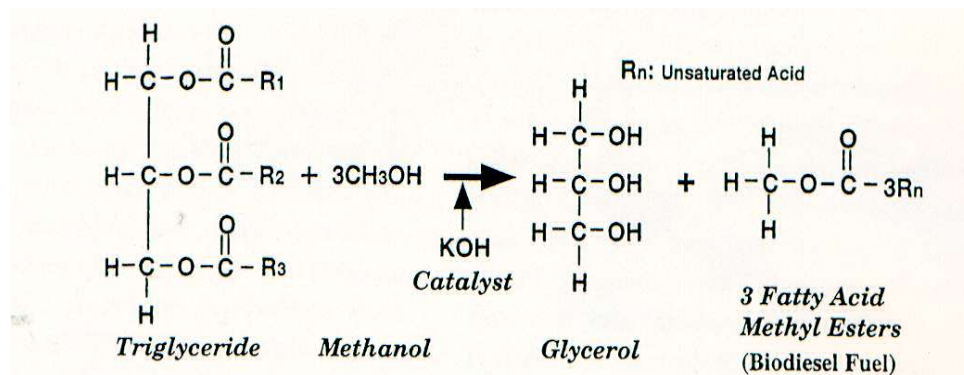
a. Estrifikasi:

i Desain unit esterifikasi

Dalam literatur disebutkan prinsip dasar proses esterifikasi yang digunakan untuk menghasilkan turunan ester dari minyak nabati. Demikian pula contoh desain alat yang telah dipakai beberapa peneliti sebelumnya. Namun demikian perlu dibuat suatu desain unit esterifikasi yang cocok dengan kebutuhan kita. Untuk itu telah disusun suatu unit esterifikasi yang baru seperti yang tampak pada gambar 1. reaktor ini lebih sederhana bila dibandingkan dengan desain Allen dan Watt (1996). Dengan desain yang lebih sederhana, maka jumlah biaya awal serta biaya operasional akan lebih murah.

ii. Produksi biodiesel.

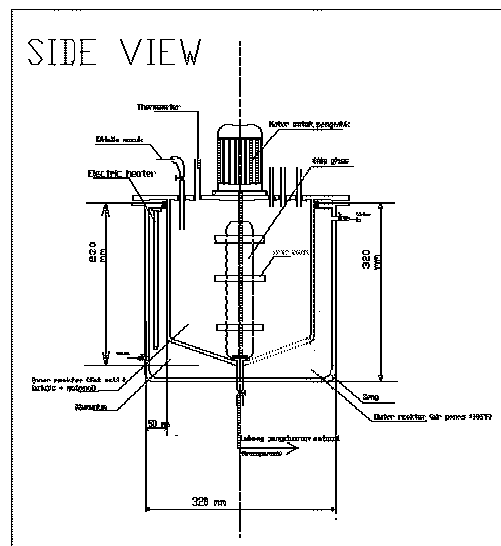
Proses transesterifikasi biodiesel secara umum yang dilakukan oleh Graboski dan McCormick, 1998 juga akan dijadikan pedoman untuk memproduksi biodiesel pada penelitian ini. Dalam bentuk metil ester, menurut Graboski dan McCormick dari 1000kg minyak nabati yang direaksikan dengan 107.5 kg netanol akan dihasilkan 1004.5 kg metil ester dan 103 kg gliserol.



Transesterifikasi dari methyl ester

b.Uji karakteristik biodiesel.

Biodiesel yang dihasilkan melalui esterifikasi dengan prototipe yang telah dibuat kemudian diuji karakteristiknya. Pengujian ini mutlak perlu dilakukan untuk menguji keberhasilan proses esterifikasi, dan juga untuk keperluan analisa data yang akan dihasilkan dari percobaan motor diesel dengan menggunakan biodiesel. Uji karakteristik dilakukan dengan dua method yaitu dengan menggunakan eksperimen dan juga dikembangkan dengan menggunakan formula perhitungan, terutama hasil dari percampuran dari bahan bakar misalnya saja Bxx.



Gambar.1. Design Esterifikasi type batch

3. Hasil Eksperimen dan Pembahasan.

3.1. Produksi

Produk dari biodiesel diperoleh dengan esterifikasi, dalam proses esterifikasi dipergunakan dengan esterifikasitype batch. Kapasitas dari prototype ini tidakterlalu besar, apabila dalam proses pembuatan biodiesel dilakukan pencucian langsung dengan menggunakan *Allen and watts (96)* technique maka produksi dari biodiesel hanya 6 liter maksimum per prosesnya. Namun apabila menggunakan bubble techniques maka dalam setiap pemrosesan menghasilkan duakali lebih besar. Hasil dari pemrosesan ini dimungkinkan karena apabila kita menggunakan Allen dan Watts technique maka kita perlu menambahkan deswater sebesar 1:1. Oleh karena kapasitas reactor hanya kurang lebih 12 liter maka produk dari biodiesel yang

dimungkinkan hanya 6 liter maksimum. Prototype ini dirancang dalam kapasitas riset dalam skala laboratorium sehingga produksinya tidak terlampau besar.

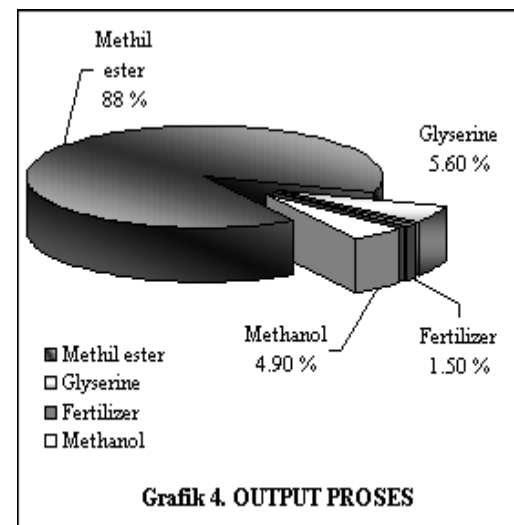
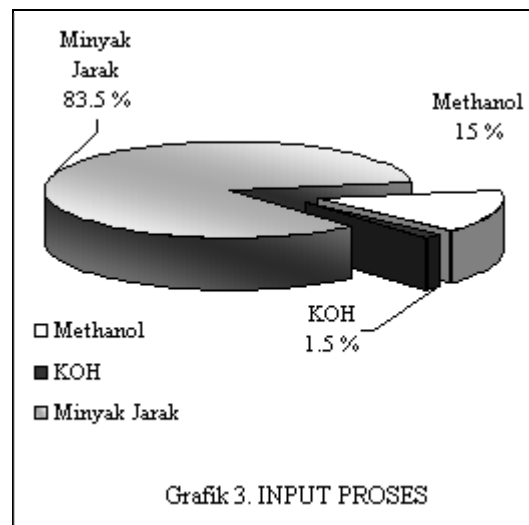
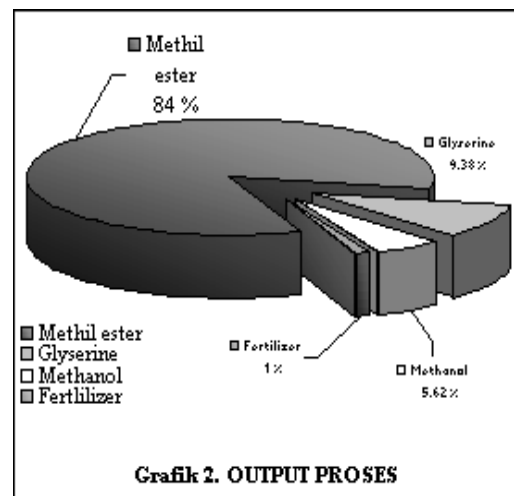
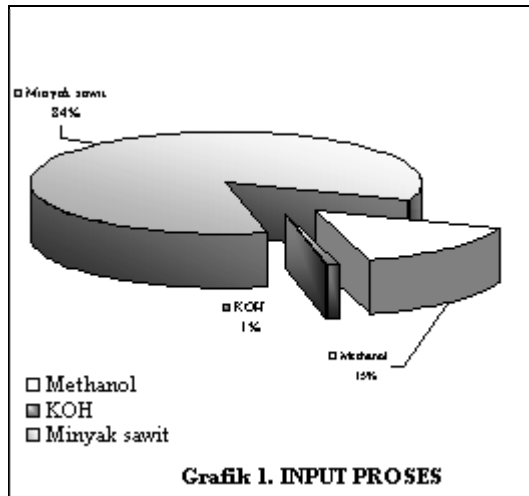
Produksi minyak sawit (Palm methyl Ester) tidak terlalu rumit seperti minyak jarak (Castor Methyl Ester). Minyak jarak mempunyai karakteristik bahan baku yang sedikit berbeda dibandingkan dengan sawit. Viskositasnya sangat tinggi sehingga apabila dibuat biodiesel yang direaksikan dengan methanol diperlukan volume yang lebih besar. Karena dalam pembuatan methyl ester diperlukan 15-20% persatuan berat dari methanol. Densitas dari minyak jarak lebih tinggi sehingga komposisinya sedikit berbeda. Walaupun pembuatan biodiesel dari castor oil telah sukses namun perlu dikembangkan lagi agar diperoleh karakteristik yang lebih baik. Hasil akhir dalam pembuatan castor methyl ester hanya dapat mengambil glyserol sebesar 5.1-6.1 %. Walaupun jumlah glyserol yang diambil lebih sedikit namun penurunan viskositasnya sangat banyak. Viskositas kinematik yang dicapai nya adalah 12-22 cSt. Keuntungan yang diperoleh adalah produksi biodieselnnya lebih besar yaitu 84-92% dari bahan baku yang disediakan. Cek juga pada pie diagram yang diperlihatkan pada gambar 3 dan 4.

3.2. Karakteristik Biodiesel

Kualitas Palm methyl ester yang diproduksi sangat mirip dengan yang distandardkan National Biodiesel Board. Namun begitu perlu juga dikembangkan pemrosesan yang lebih ekonomis. Masalah yang dihadapi dari palm methyl ester (PME) adalah tidak stabilnya viskositas. Kadang-kadang diperoleh viskositas yang rendah kadang-kadang diperoleh viskositas yang tinggi. Walaupun semua viskositas yang dihasilkan masih masuk dalam ring yang distandardkan oleh US National Biodiesel Board namun diperlukan dicari solusi agar ringnya bias diperkecil. Diperkirakan hasil ini dikarenakan ketidak stabilan dalam proses atau juga factor ketelitian komposisi serta waktu pemrosesan yang semuanya sangat berpengaruh dalam menghasilkan kualitas biodiesel.

Kualitas Castor Methyl Ester (CME) juga masih bervariasi, kualitas bahan baku diperkirakan penyebab utama. Teknik pemrosesan untuk membuat Castor Methyl Ester telah dikembangkan namun sampai tahap pertama ini dilakukan hasil yang diperoleh seperti yang dilihat pada table 1. Permasalahannya adalah jumlah glycerol yang bisa diambil hanya sekitar 5.1-6.1% saja sehingga viskositasnya masih lebih besar. Apabila memilih ring viskositas dihasilkan maka castor Methyl Ester mirip-mirip dengan minyak diesel produk Pertamina. Karakteristik yang

kurang menguntungkan adalah teretak pada viskositas bahan bakarnya. Sedangkan karakteristik yang lainnya sangat bagus, titik tuang yang sangat rendah sangat menguntungkan dimana biodieslnya tidak beku pada temperatur yang rendah dimana Palm Methyl Ester dapat membeku. Kelebihan lainnya adalah kepekaannya terhadap temperatur memberikan keuntungan dalam proses pembakaran. Castor Methyl Ester mudah berkembang sehingga densitasnya drop apabila dipanaskan.



3.3 Blending technique

Palm Methyl Ester mudah larut dengan minyak solar dan tidak menjadi masalah apa bila dicampur dengan bahan bakar ini dengan perbandingan komposisi berapapun, karena dapat

larut sempurna. PME direkomendasikan untuk digunakan sebagai suplemen sebagai penggerak motor diesel putaran tinggi. Sangat berbeda dengan Castor Methyl Ester (CME). Biodiesel ini tidak dapat larut sempurna dengan minyak solar. Sekalipun diemulsikan dengan menggunakan surfactant yaitu twin 80 dan span 60 dalam jumlah yang cukup besar tidak mampu untuk mengikat dua jenis bahan bakar ini. CME bias larut sempurna dengan minyak diesel produk Pertamina. Kemungkinan masalah viskositas yang membuat kedua bahan bakar bisa larut dengan baik.

Umumnya biodiesel dapat larut dengan minyak solar perkecualian dengan dengan Castor Methyl Ester. Idea dari *Clements, 1996* yang memberikan informasi bahwa pada masa yang akan datang bahan baku biodiesel sangat bervariasi sehingga perlu untuk memodelkan karakteristik biodiesel. Idea ini mendorong untuk mencoba secara eksperimen mencampur kedua jenis biodiesel yaitu PME dan CME dalam sebuah komposisi. Hasil dari eksperimen dapat larut sempurna dan tak terjadiseparation. Percampuran kedua jenis biodiesel ini membentuk karakteristik biodiesel yang baru. Setidaknya dua kelebihan dari blending kedua jenis bahan bakar ini yaitu viskositasnya menjadi lebih moderat sedangkan titik tuangnya pun akan berdampak baik terhadap PME. PME yang dulunya mudah membeku pada temperatur rendah maka dengan percampuran ini titik tuangnya bias diturunkan.

Keberhasilan memproduksi PME dan CME blend memberikan kesempatan dalam upaya untuk mempertemukan CME dengan minyak solar agar dapat larut sempurna. 50-50 PME dan CME blend ternyata dapat larut sempurna dengan minyak solar. Keberhasilan ini adalah kelebihan dari percampuran biodiesel. Dari hasil percampuran inilah CME dapat dilarutkan dengan solar dengan menggunakan PME sebagai surfactantnya. Dengan technique inilah permasalahan penggunaan CME dengan solar dapat diselesaikan dengan tanpa penambahan pengemulsi seperti Twin 80 dan span 60 yang akan menambah besar biaya. Pada bagian terdahulu telah dipelajari karakteristik biodiesel hingga percampurannya. Dalam mempelajari telah dikembangkan secara eksperimen dan juga dengan menggunakan pemodelan. Tabel 1 adalah hasil dari perhitungan untuk bahan bakar yang di campur dalam komposisi 10 dan 20 %. Viskositas yang dihasilkan secara eksperimen sedikit berbeda apabila di dibandingkan dengan perhitungan. Hal ini disebabkan dengan viskositas Pertamina yang bervariasi. Standard

Pertamina memberikan viskositas kinematik sebesar 4.5. Angka ini yang dipergunakan untuk pemodelan secara matematik, sedangkan eksperimen digunakan minyak solar produk Pertamina yang beredar di Surabaya. Kemungkinan viskositas yang beredar lebih kecil dari standrd yang diberikan sehingga hasil perhitungan dan eksperimen sedikit berbeda hasilnya. Untuk lebih jelasnya lihat kembali besarnya viskositas secara eksperimen dan bandingkan dengan tabel 1

Test	Solar	10%CME	10%PME	20%CME	20%PME	100%CME	100%PME
Strong Acid Numb KOH/g	Nil	0.268	0.18	0.536	0.36	2.68	1.8
Flash Point °C	75	97.5	85	100	95	200	175
Pour Point °C	2	0.8	2.6	-0.4	3.2	-10	8
Sediment % wt	Nil	0.021	0.008	0.042	0.016	0.21	0.08
Specific Gravity 25/25 °C	0.837	0.848	0.842	0.859	0.847	0.945	0.885
Sulpur Content % wt	0.4	0.36	0.36	0.32	0.32	-	-
Viscosity Kin./40 °C cSt	4.5	5.25	4.445	6	4.39	12	3.95
Water content % Vol	Nil	Nil	0.064	Nil	0.128	Nil	0.64
Caloric Value, Gross Kcal/ltr	9063	8992	8983	8921	8902	8353	8258

Tabel 1. Properties dari Solar, bio-diesel dan campurannya

Kesimpulan

Dari pengujian produksi dan karakteristik bio-diesel serta pencampurannya dengan minyak solar maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan castor methyl ester dan palm ethyl ester sebagai bahan bakar diesel engine sangat bagus. Palem metyl ester mempunyai properties yang mirip dengan jenis bio-diesel yang lainnya, bahkan sesuai dengan yang telah di standardkan seperti DIN V 51606 dan ASTM.
2. Dilihat dari visokositasnya castor methyl ester masih terlalu tinggi karena bahan bakunya sudah cukup tinggi sehingga viskositas anatar 12- 22 cSt merupakan hasil yang paling optimum. Namun apabila di blend dengan palm methyl ester diperoleh properties yang lebih bagus dimana vikositasnya turun dengan pour point yang cukup rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen C A W, dan Watt K.C.,[1996] “A Batch Type For Methyl And Ethyl Biodiesel Fuels”., CSAE 96-404.
- Baranescu R A., dan Lusco J J.,[1997] “Performance, Durability, And Low Temperature Evaluation Of Sun Flower Oil As Diesel Fuel Extender”., American Society of Agricultural Engineer Publication, pp.312-328
- Clement D.,[1996] “*Blending Rules Formulating Biodiesel Fuel*”., American Society of Agricultural Engineer Publication
- Culshaw, FA.,[1993] “*The Potential Of Biodiesel From Oilseed Rape*”, Journal Of Power And Energy, Proc. Instn. Mech. Engrs. Vol 207 pp:173-17
- Feldman, dan Peterson, [1997] “*Fuel Injector Timing And Pressure Optimization On A DI Diesel Engine*”., American Society of Agricultural Engineer Publication, pp111-123
- Grabosky MS., dan McCormick R L., [1998]“*Combustion Of Fats And Vegetable Oil Derived Fuels In Diesel Engine*”., Prog. Energy Comb. Sci. Vol 24 pp.125-164
- Kac, A, [2001] “*The Foolproof Way to Make Biodiesel*” Journey to Forever.
- La Puppung P., [1985] “Beberapa Minyak Nabati Yang Memiliki Potensi Sebagai Bahan Bakar Aternatif Untuk Motor Diesel”., Lembaran Publikasi Lemigas No.4/1985 pp.34-46
- La Puppung P., [1986] “Minyak Jarak Memiliki Potensi Sebagai Bahan Dasar Minyak Pelumas”., Lembaran Publikasi Lemigas No.4/1986 pp.55-64
- Masjuki HH, Abdul Muin MZ, dan Sii HS.,[1996], “*Investigation On Preheat Palm Oil Methyl Ester In The Diesel Engine*”., Proch Instn Mech Engines Vol 210, A00195 ©ImechE 1996
- Pelly M, [2000], “*Mike Pelly’s Biodiesel method*” Journey to Forever
- Sapuan SM, Masjuki HH, dan Azlan A.,[1996] “*The Use Of Palm Oil As Diesel Fuel Substitute*”., Proch Instn Mech Engines Vol 210, A00195 ©ImechE 1996