

PREPARASI KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK KELAPA SAWIT

Tilani Hamid S. dan Rachman Yusuf

Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, 16424

Abstrak

Penggunaan minyak nabati secara langsung sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin diesel (biodiesel) masih menimbulkan masalah. Masalah tersebut terutama diakibatkan oleh viskositas minyak nabati yang terlalu tinggi jika dibandingkan dengan petrodiesel, sehingga akan menyebabkan proses pembakaran yang tidak sempurna. Untuk itu, perlu dilakukan proses konversi minyak nabati kedalam bentuk ester (metil ester) melalui reaksi transesterifikasi guna menurunkan viskositasnya. Pada penelitian ini dilakukan proses preparasi biodiesel melalui reaksi antara minyak kelapa sawit dan metanol dengan perbandingan volume 5 : 1, serta menggunakan NaOH sebagai katalis dengan variasi 3,5 gr, 4,5 gr, 5 gr dan 5,5 gr. Reaksi berlangsung pada temperatur 60 °C dan membutuhkan waktu selama ± 1 jam. Gliserin yang terbentuk dipisahkan, kemudian hasil produk metil ester (biodiesel) yang diperoleh dicuci dengan air sampai mencapai pH normal (6-7). Semakin besar jumlah katalis yang digunakan dapat menurunkan produk biodiesel yang dihasilkan, yang berarti akan meningkatkan hasil dari produk samping. Hasil pengujian karakteristik yang diperoleh menunjukkan bahwa produk biodiesel dari penggunaan katalis (NaOH) sebanyak 3,5 gram (M3.5), 4,5 gram (M4.5) dan 5 gram (M5.0) lebih memenuhi karakteristik dari minyak diesel (untuk mesin diesel putaran rendah); sedangkan produk biodiesel dari penggunaan katalis 5,5 gram (M5.5) lebih memenuhi karakteristik dari minyak solar. Campuran antara 20 % biodiesel M5.5 dengan 80 % minyak solar (B20) mempunyai karakteristik yang lebih mendekati kondisi optimal yang dibutuhkan oleh bahan bakar mesin diesel.

Abstract

Biodiesel's characteristics preparation from palm oil. Using vegetable oils directly as an alternative diesel fuel has presented engine problems. The problems have been attributed to high viscosity of vegetable oil that causes the poor atomization of fuel in the injector system and produces uncomplete combustion. Therefore, it is necessary to convert the vegetable oil into ester (metil ester) by transesterification process to decrease its viscosity. In this research has made biodiesel by reaction of palm oil and methanol using lye (NaOH) as catalyst with operation conditions: constant temperature at 60 °C in atmospheric pressure, palm oil : methanol volume ratio = 5 : 1, amount of NaOH used as catalyst = 3.5 gr, 4.5 gr, 5 gr and 5.5 gr and it takes about one hour time reaction. The ester (metil ester) produced are separated from glycerin and washed until it takes normal pH (6-7) where more amount of catalyst used will decrease the ester (biodiesel) produced. The results show that biodiesels' properties made by using 3.5 (M3.5) gr, 4.5 gr (M4.5) and 5 (M5.0) gr catalyst close to industrial diesel oil and the other (M5.5) closes to automotive diesel oil, while blending diesel oil with 20 % biodiesel (B20) is able to improve the diesel engine performances.

Keywords: Palm oil, catalyst NaOH, transesterification, biodiesel

Pendahuluan

Dengan ketersediaan minyak bumi yang saat ini semakin terbatas, menyebabkan perhatian terhadap penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar telah bangkit kembali. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa berbagai minyak nabati memiliki potensi cukup besar sebagai bahan bakar alternatif mesin diesel (biodiesel), karena memiliki karakteristik yang serupa

dengan bahan bakar mesin diesel yang berasal dari minyak bumi (petrodiesel) [1].

Pemanfaatan minyak nabati secara langsung sebagai bahan bakar mesin diesel (biodiesel), ternyata masih dijumpai suatu masalah. Masalah yang dihadapi tersebut terutama disebabkan oleh viskositas minyak nabati yang terlalu tinggi jika dibandingkan dengan petroleum diesel [2].

Viskositas minyak nabati yang terlalu tinggi menyebabkan proses penginjeksian dan atomisasi bahan bakar tidak dapat berlangsung dengan baik, sehingga akan menghasilkan pembakaran yang kurang sempurna yang dapat mengakibatkan terbentuknya deposit dalam ruang bakar. Selain itu, proses termal (panas) di dalam mesin menyebabkan minyak nabati yang merupakan suatu senyawa trigliserida akan terurai menjadi gliserin dan asam lemak. Asam lemak dapat teroksidasi atau terbakar relatif sempurna, tetapi dari gliserin akan menghasilkan pembakaran yang kurang sempurna dan dapat terpolimerisasi menjadi senyawa plastis yang agak padat [3]. Senyawa ini juga dapat menyebabkan kerusakan pada mesin, karena akan membentuk deposit pada pompa dan *nozzle injector* [4].

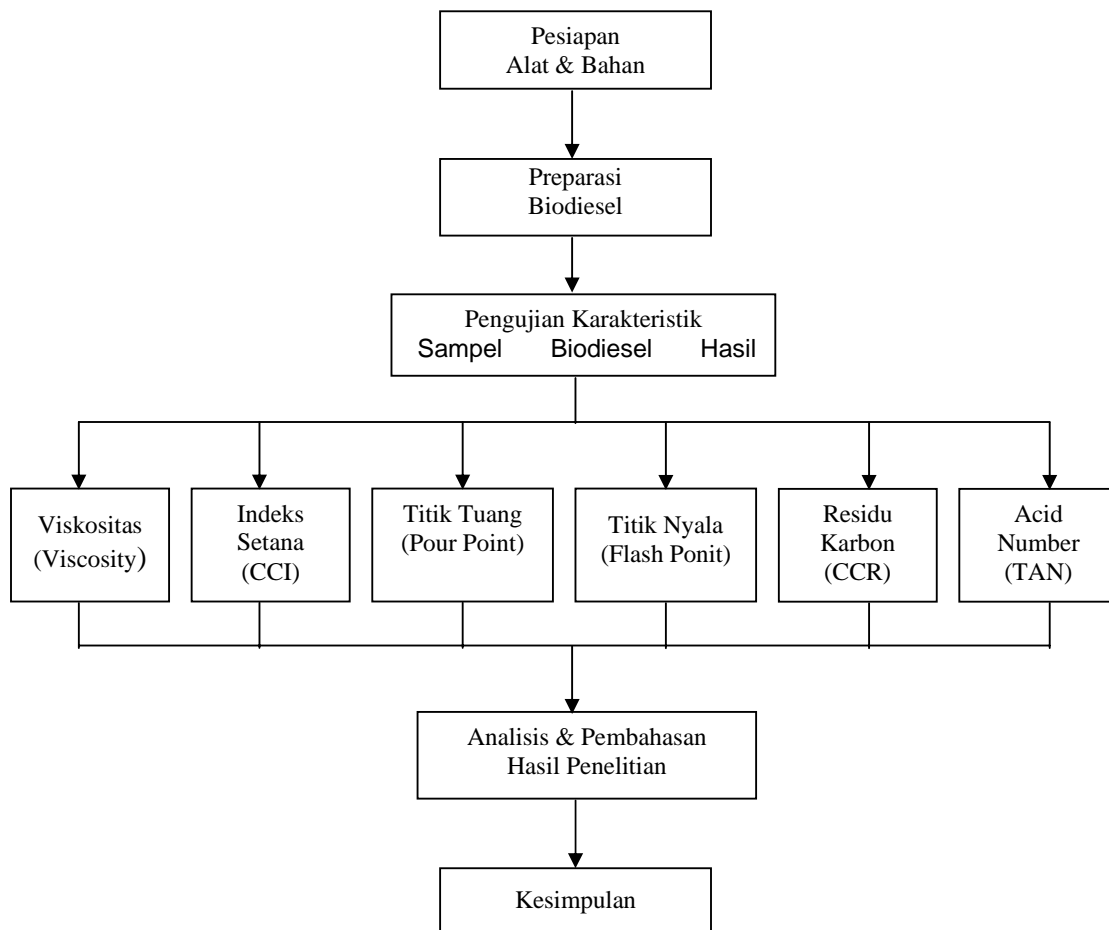
Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan proses konversi minyak nabati kedalam bentuk ester (metil ester) dari asam lemak minyak nabati melalui Proses transesterifikasi [5].

Penelitian ini dilakukan memiliki tujuan antara lain:

1. Mengkonversikan minyak nabati menjadi ester (metil ester) untuk menurunkan viskositasnya melalui proses transesterifikasi.
2. Mempelajari pengaruh dari penambahan katalis terhadap produk ester (metil ester) yang dihasilkan beserta karakteristiknya.
3. Mempelajari potensi minyak nabati, khususnya minyak kelapa sawit (*palm oil*) sebagai biodiesel dengan membandingkan hasil pengujian karakteristik dari ester minyak sawit tersebut sesuai dengan batasan nilai karakteristik dari bahan bakar mesin diesel.

Eksperimental

Penelitian ini diawali dengan persiapan alat dan bahan, proses preparasi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi antara minyak kelapa sawit dan metanol dengan perbandingan volume 5:1, serta melakukan variasi katalis yang digunakan 3,5 gr, 4,5 gr, 5 gr dan 5,5 gr. Reaksi berlangsung pada temperatur 60°C dan membutuhkan waktu selama ± 1 jam.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

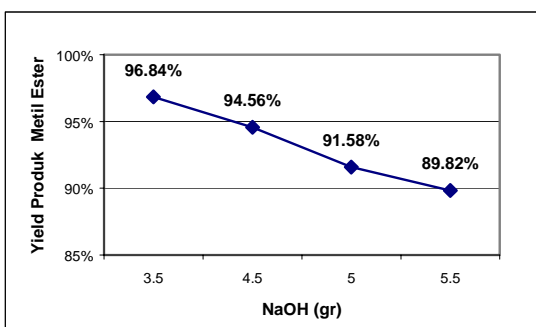
Gliserin yang dihasilkan dipisahkan, kemudian hasil metil ester (biodiesel) yang diperoleh dicuci dengan air sampai mencapai pH normal (6-7) dan dilanjutkan dengan pengujian karakteristiknya [6]. Pengujian karakteristik yang dilakukan meliputi viskositas, indeks setana (*calculated cetane index*), titik tuang (*pour point*), titik nyala (*flash point*), kadar residu karbon (*conradson carbon residue*) dan bilangan asam (*total acid number*). Dari analisis dan pembahasan yang dilakukan akan menghasilkan kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

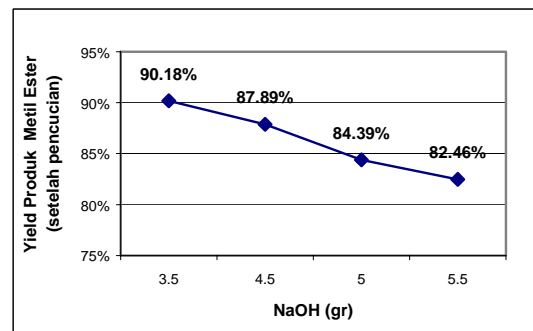
Preparasi Biodiesel

Dari hasil pereparasi biodiesel (metil ester) menunjukkan bahwa penambahan katalis (NaOH) dapat mempengaruhi produk metil ester yang dihasilkan, seperti dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

Dari grafik terlihat bahwa hasil produk metil ester yang dihasilkan sudah sangat baik. karena dari variasi penambahan katalis (NaOH) yang dilakukan dapat menghasilkan produk metil ester yang sudah lebih besar dari 80%. Semakin besar jumlah katalis yang digunakan akan semakin berkurang produk metil ester yang dihasilkan, dimana terlihat pada penggunaan katalis sebanyak 3.5 gram, 4.5 gram, 5 gram dan 5.5 gram secara berurutan menghasilkan produk biodiesel sebesar 96.84%, 94.56%, 91.58% dan 89.82%. Hal ini dapat disebabkan akibat penambahan katalis yang cenderung dapat meningkatkan hasil dari produk samping yaitu gliserin, yang menunjukkan semakin besarnya jumlah minyak yang terkonversikan menjadi ester. Namun, kandungan asam lemak yang terdapat dalam minyak juga dapat mempengaruhi jumlah produk metil ester yang dihasilkan, karena asam lemak terlebih dahulu akan bereaksi dengan katalis (NaOH) dan membentuk sabun (*soap*), sehingga jumlah katalis yang dikonsumsi pada reaksi transesterifikasi menjadi berkurang yang berarti tidak semua minyak akan terkonversi menjadi ester. Selain itu, sabun yang dihasilkan juga akan



Gambar 2. Grafik Yield Produk Metil Ester vs NaOH



Gambar 3. Grafik Yield Produk Metil Ester (setelah pencucian) vs NaOH

mengambat terjadinya reaksi transesterifikasi, dan apabila berlebihan sabun tersebut akan mengemulsikan minyak yang akan mengendap bersama gliserin. Akibat adanya emulsi minyak oleh sabun tersebut menyebabkan semakin berkurang minyak yang akan terkonversi, sehingga *yield* produk metil ester menjadi berkurang dan akan semakin bertambah jumlah produk samping yang dihasilkan selain gliserin.

Dengan semakin besar produk sabun yang dihasilkan tersebut juga menyebabkan proses pencucian metil ester menjadi semakin sulit, karena sabun akan mengikat produk metil ester dengan air sehingga menyebabkan proses pemisahannya menjadi sulit. Hal ini selain dapat menyebabkan konsumsi air pencucian yang lebih besar, juga akan menyebabkan semakin berkurangnya hasil dari produk metil ester tersebut akibat terbuang bersama air. Besarnya pengurangan (*loss*) produk metil ester yang terjadi setelah dilakukannya pencucian dapat dilihat pada grafik berikut ini, dimana rata-rata kehilangan yang terjadi sekitar 7 – 9 % dari hasil produk sebelumnya.

Pengujian Karakteristik Biodiesel

Dari hasil pengujian karakteristik yang dilakukan menunjukkan bahwa semua produk metil ester (biodiesel) yang dihasilkan secara garis besar telah memenuhi batasan karakteristik dari spesifikasi minyak solar dan minyak diesel, yaitu untuk karakteristik titik tuang (*pour point*), titik nyala (*flash point*), kadar residu karbon (CCR) dan *total acid number* (TAN). Untuk karakteristik indeks setana (*calculated cetane index*), produk metil ester dari penggunaan katalis (NaOH) sebanyak 5.5 gram (M5.5) sudah memenuhi batasan minimal minyak solar, sedangkan untuk produk metil ester lainya yang menggunakan katalis (NaOH) sebanyak 3,5 gram (M3.5), 4.5 gram (M4.5) dan 5 gram (M5.0) sudah memenuhi batasan karakteristik minyak diesel untuk mesin diesel putaran rendah. Sedangkan untuk viskositas, hanya produk metil ester M5.5 yang dapat memenuhi batasan maksimal nilai viskositas dari

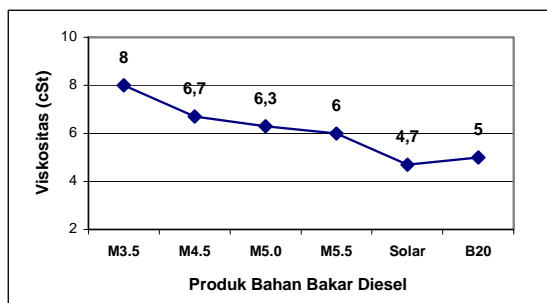
minyak diesel yang hanya sedikit berbeda dari minyak solar. Untuk itu dilakukan penambahan sampel uji, yaitu sampel **B20** yang merupakan campuran 20% produk biodiesel M5.5 dengan 80% minyak solar. Namun perbedaan viskositas yang dihasilkan dari produk metil ester M3.5, M4.5 dan M5.0 ini pun masih relatif kecil, sehingga masih memungkinkan untuk dicampur (*blending*) dengan bahan bakar solar seperti halnya pada produk M5.5.

Viskositas Kinematik (*Kinematic Viscosity*)

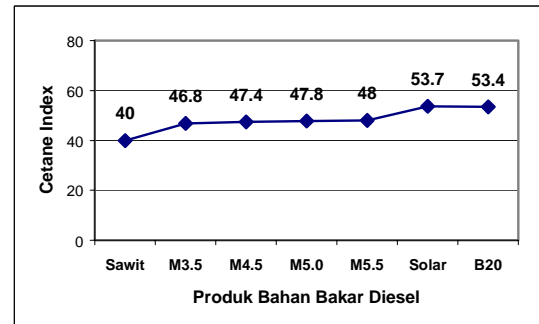
Tujuan utama dari proses konversi minyak kelapa sawit (minyak nabati) menjadi ester (metil ester) ini adalah untuk menurunkan viskositasnya. Dari hasil pengujian pada minyak kelapa sawit sebelum dikonversikan menjadi ester menghasilkan viskositas yang sangat tinggi, yaitu sebesar 43.1 cSt sehingga sangat tidak memungkinkan untuk dicampur dengan bahan bakar solar.

Setelah dikonversikan menjadi ester (metil ester), viskositasnya turun menjadi 6 – 8 cSt yang berarti terjadi penurunan viskositas sebesar 82– 86 % seperti dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

Dari grafik terlihat bahwa pada sampel M3.5, M4.5 dan M5.0 menghasilkan viskositas sebesar 8, 6.7 dan 6.3 cSt, dimana masih sedikit dibawah batasan maksimal dari karakteristik dari minyak diesel, yaitu 6 cSt. Tetapi sampel M5.5 mempunyai viskositas sebesar 6 cSt yang berarti sudah memenuhi batasan maksimal dari minyak diesel, tetapi masih sedikit lebih besar viskositas minyak solar yaitu 5.8 cSt. Untuk sampel B20 menghasilkan viskositas yang sedikit lebih tinggi, yaitu 5 cSt dibandingkan pada sampel solar 4.7 cSt, yang berarti penggunaan biodiesel sebagai campuran bahan bakar diesel dapat memperbaiki tingkat pelumasan (*lubricity*) dari bahan bakar solar tersebut. Viskositas yang sedikit lebih tinggi tersebut akan menambah tingkat pelumasan terhadap pompa injeksi dan komponen mesin lainnya yang bergesekan dengan pompa injeksi bahan bakar.



Gambar 4. Grafik Viskositas vs Produk bahan bakar diesel



Gambar 5. Grafik Cetane Index vs Produk bahan bakar diesel

Indeks setana (*Calculated Cetane Index*)

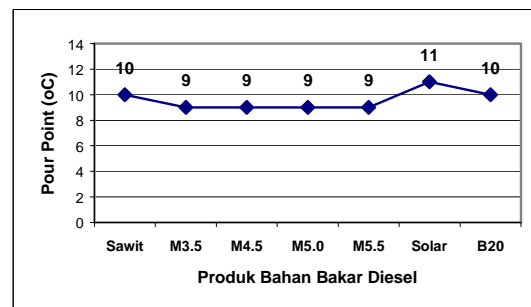
Dari hasil perhitungan indeks setana dapat dilihat bahwa untuk semua produk biodiesel tersebut mempunyai hasil kalkulasi indeks setana yang berada dibawah sama dengan indeks setana sampel solar, yaitu sebesar 53.7.

Untuk produk M5.5 sudah menghasilkan indeks setana yang sama dengan batasan minimal dari minyak solar, yaitu 48. Sedangkan untuk produk biodiesel lainnya (M3.5, M4.5 dan M5.0) telah memenuhi batasan nilai indeks setana untuk mesin diesel yang mempunyai nilai minimal 43.

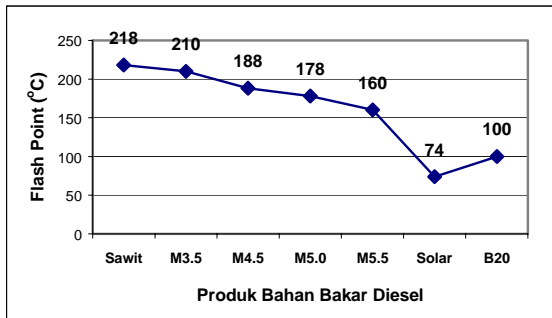
Pada sampel B20, ternyata menghasilkan indeks setana yang hampir sama dengan sampel solar, yaitu sebesar 53.4.

Titik Tuang (*Pour Point*)

Dari hasil pengujian titik tuang (*pour point*) menunjukkan bahwa dari ke semua sampel biodiesel mempunyai titik tuang yang sama yaitu sebesar 9 °C, dimana lebih rendah dari sampel solar, yaitu 11 °C. Semakin rendah titik tuang tentunya lebih baik karena mengurangi kecenderungan bahan bakar untuk



Gambar 6. Grafik Pour Point vs Produk bahan bakar diesel



Gambar 7. Grafik Flash Point vs Produk bahan bakar diesel

membeku pada temperatur yang dingin. Untuk sampel B20 ternyata menghasilkan titik tuang yang lebih rendah 1 derajat dibandingkan solar yang mempunyai titik tuang 10 °C.

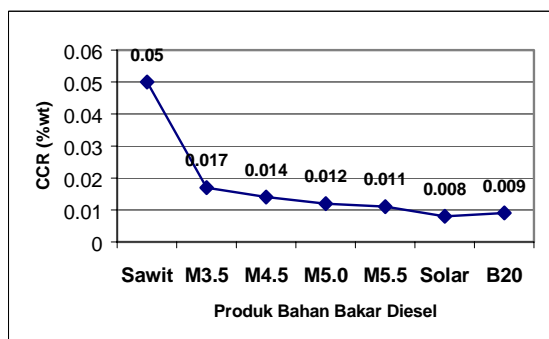
Titik Nyala (*Flash Point*)

Dari hasil pengujian titik nyala (*flash point*) untuk semua sampel biodiesel dan minyak sawit menghasilkan titik nyala yang berbeda satu dengan yang lainnya, bahkan jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar . Hal tersebut tentunya sangat baik karena menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut lebih aman, karena tidak akan mudah terbakar pada temperatur lingkungan ambien.

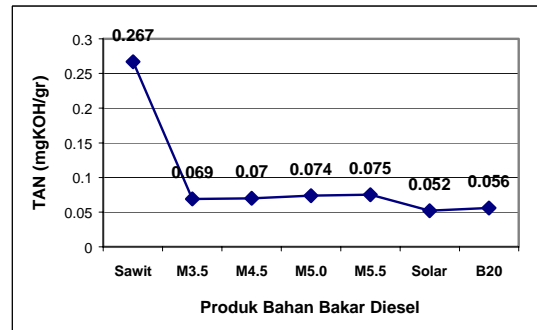
Dari grafik terlihat bahwa hasil pengujian titik nyala pada sampel B20 dapat menghasilkan titik nyala sebesar 100°C yang berarti lebih tinggi dari solar yaitu 74°C dan merupakan salah satu keuntungan dari penggunaan biodiesel in sebagai aditif dari bahan bakar solar.

Conradson Carbon Residu (CCR)

Dari hasil pengujian residu karbon akan menunjukkan besarnya deposit karbon yang dihasilkan oleh biodiesel ketika mengalami proses pembakaran.



Gambar 8. Grafik CCR vs Produk bahan bakar diesel



Gambar 9. TAN vs Produk bahan bakar diesel

Dari grafik terlihat bahwa untuk kesemua sampel biodiesel ternyata mempunyai kandungan residu karbon yang sedikit lebih besar jika dibandingkan dengan solar, namun kadar perbedaannya relatif kecil dan masih sangat jauh dibawah batasan maksimal yang diperbolehkan, yaitu sebesar 0.1 % berat. Sebelum dikonversikan menjadi ester, minyak sawit menghasilkan residu karbon yang lebih besar sekitar 65% – 78% dari esternya.

Total Acid Number (TAN)

Dari pengujian total acid number dapat dilihat bahwa untuk semua sampel biodiesel mempunyai total bilangan asam (*total acid number*) yang relatif lebih tinggi jika dibandingkan solar, tetapi perbedaannya masih sangat kecil. Untuk kesemua sampel biodiesel tersebut masih memiliki total bilangan asam yang sangat jauh di bawah batas maksimum yang diperbolehkan, yaitu sebesar 0.6 mgKOH/gr. Tingkat keasaman ini berhubungan dengan daya tahan bahan bakar terhadap penyimpanan dan tingkat korisifitasnya.

Dari grafik diatas terlihat bahwa bilangan asam pada minyak sawit 0.267 mgKOH/gr jauh lebih besar (± 70 %) dibandingkan dengan esternya yaitu sekitar 0.069 sampai 0.075 mgKOH/gr. Hal tersebut juga menunjukkan kandungan asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak sawit tersebut cukup besar.

Kesimpulan

1. Hasil utama dari proses konversi minyak kelapa sawit menjadi metil ester (biodiesel) adalah menurunkan viskositas minyak kelapa sawit yang semula adalah 43.1 cSt menjadi 8 - 6 cSt yang berarti terjadi penurunan sekitar 82 – 86 %, dan mendekati batasan maksimal viskositas dari minyak solar dan minyak diesel, yaitu 5.8 – 6 cSt sehingga sangat memungkinkan untuk dicampur dengan minyak solar ataupun dengan minyak diesel.
2. Jumlah katalis yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi mempengaruhi produk biodiesel

(metil ester) yang dihasilkan, dimana semakin bertambah jumlah katalis NaOH yang digunakan akan menurunkan jumlah produk biodiesel yang dihasilkan.

3. Produk biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan katalis NaOH sebanyak 5,5 gram (M5.5) mempunyai karakteristik yang secara garis besar dapat memenuhi batasan karakteristik dari minyak solar.
4. Produk biodiesel selain M5.5 (M3.5, M4.5 dan M5.0) secara garis besar dapat memenuhi karakteristik dari minyak diesel (untuk mesin diesel putaran rendah).
5. Hasil dari pengujian B20 (campuran 20% biodiesel M5.5 dengan 80% minyak solar) menunjukkan bahwa biodiesel sangat baik dijadikan campuran bahan bakar mesin diesel (solar), karena dapat memperbaiki karakteristik dari bahan bakar solar terutama pada viskositasnya 5 cSt dan titik nyala (*flash point*) 100 °C, dimana dari 100% solar menghasilkan viskositas 4.7 cSt, dan titik nyala (*flash point*) 74 °C.

Daftar Acuan

- [1] Jenny Elisabeth, Tri Haryati. Artikel di harian Kompas, 2 Oktober 2001, p. 32.
- [2] R. von Wedel. Technical Handbook for Marine Biodiesel, CytoCulture International Inc., California, 1999.
- [3] J. Tickell, Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, American Society of Agricultural Engineers, Michigan, 1982.
- [4] N.J. Barsic, A.L. Humke, Performance and Emissions Characteristics of a Naturally Aspirated Diesel Engine With Vegetable Oil Fuels, Northern Agricultural Energy Center, Peoria, Illinois, 1981.
- [5] Mike Pelly, Making of Biodiesel: Mike Pelly's Biodiesel Method, http://journeytoforever.org/biodiesel_mikes.html, 2000.
- [6] Aleks Kac, The Two Stage Adaptation of Mike Pelly's Biodiesel Recipe, http://journeytoforever.org/biodiesel_aleks.html, 2000.