

Analisis Korosivitas Biodiesel Yang Diproduksi dari Minyak Goreng Bekas Terhadap Material Baja Karbon

Adhi Setiawan^{1*}, Agung Nugroho²

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah Keselamatan dan Kesehatan Kerja

²Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*adhstw23@gmail.com

Abstrak

Kemajuan teknologi di bidang industri dan transportasi mendorong konsumsi bahan bakar fosil semakin meningkat sehingga persediannya akan semakin menipis dan berpotensi menimbulkan krisis energi di masa yang akan datang. Selain itu, pembakaran dari bahan bakar fosil menjadi penyebab utama dari pencemaran udara. Hal ini mendorong pengembangan energi alternatif terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Biodiesel adalah salah satu energi alternatif terbarukan yang dapat menjadi solusi dari permasalahan tersebut namun pemakaian biodiesel masih berpotensi menimbulkan korosi sehingga perlu dilakukan investigasi tentang penyebab dan mekanisme korosi pada biodiesel khususnya pada baja. Bahan baku yang digunakan dalam sintesis biodiesel yaitu minyak goreng bekas dan methanol dengan molar rasio 1:6. Reaksi transesterifikasi biodiesel dilakukan pada suhu 70 °C dengan katalis NaOH dengan waktu reaksi dua dan tiga jam. Dari hasil uji GC-MS menunjukkan bahwa kandungan FAME pada biodiesel yang ditransesterifikasi selama 2 dan 3 jam masing-masing sebesar 98,74% dan 98,41% dengan komponen yang terdiri dari metil palmitate, metil linoleat, metil oleat, dan metil stearat. Besarnya laju korosi pada baja karbon pada biodiesel dengan waktu esterifikasi reaksi 2 jam-30d-30°C yaitu 0,0212 mpy sedangkan pada biodiesel dengan waktu esterifikasi reaksi 3 jam-30d-70°C sebesar 0,79 mpy. Analisis XRD pada sample baja menunjukkan munculnya peak yang terdeteksi sebagai senyawa FeO, Fe₂O₃, FeO(OH) dan Fe₂O₂CO₃ sebagai akibat dari korosi.

Kata Kunci: Biodiesel, korosi, FAME, transesterifikasi, minyak goreng jelantah

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang industri dan transportasi mendorong konsumsi bahan bakar fosil semakin meningkat dengan cukup pesat sehingga persediannya semakin lama akan semakin menipis. Hal ini disebabkan bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui sehingga sangat berpotensi menimbulkan krisis energy dimasa yang akan datang (Jin dkk, 2015). Selain itu pembakaran bahan bakar fosil menyebabkan masalah bagi lingkungan terutama meningkatkan polusi udara. Berbagai usaha telah dilakukan untuk menemukan energy alternative terbarukan sebagai pengganti bahan bakar fosil di masa mendatang sehingga dapat menurunkan angka konsumsi dari bahan bakar fosil. Salah satu bentuk energy terbarukan yang disintesis dari minyak nabati adalah biodiesel. Indonesia merupakan negara yang menghasilkan produksi minyak sawit yang melimpah sekitar 7 juta ton/tahun sehingga berpotensi mengembangkan produksi biodiesel dari minyak sawit (Sibua dan Poshman 2003). Hasil produksi minyak sawit tersebut sebagian diekspor ke pasar internasional sedangkan sebagian lainnya digunakan sebagai bahan baku produksi minyak goreng.

Pemakaian minyak secara berulang-ulang secara langsung akan menurunkan kualitas dari minyak goreng yang ditandai perubahan warna minyak dari kuning jernih hingga kecoklatan. Dalam kondisi demikian minyak harus dibuang karena menurunkan mutu penggorengan bahkan berpotensi membahayakan kesehatan manusia. Namun membuang limbah minyak goreng bekas dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan (Charpe dkk, 2011). Oleh karena itu, dengan memanfaatkan limbah minyak goreng bekas sebagai sumber energy alternative biodiesel diharapkan dapat menyelesaikan masalah pencemaran lingkungan serta kesehatan.

Pada dasarnya biodiesel merupakan fatty acid methyl esters (FAMES). Biodiesel dapat disintesis melalui esterifikasi asam lemak bebas atau transesterifikasi trigliserida yang terkandung dalam minyak nabati (Leung dkk, 2010). Produksi biodiesel dari minyak goreng bekas dapat menjadi solusi terhadap ketergantungan pemakaian bahan bakar fosil. Namun disisi lain kualitas dari biodiesel yang diproduksi dari limbah minyak goreng harus ditingkatkan. Biodiesel memiliki kandungan komponen saturated ester dan unsaturated ester yang cenderung bersifat tidak stabil, sensitive terhadap cahaya, suhu, dan ion logam (Jain dkk, 2011). Bila

dibandingkan dengan diesel, biodiesel memiliki kandungan uap air, asam organik, aldehid, dan peroksida, keton, dan ester yang menyebabkan korosi pada sistem bahan bakar (Fazal dkk, 2014). Beberapa bagian dari mesin diesel dibuat dari baja karbon seperti tangki bahan bakar, saluran bahan bakar, sistem injeksi sehingga berpotensi terserang korosi apabila kandungan impurities dalam biodiesel tinggi (Haseeb dkk, 2011).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan biodiesel bersifat lebih korosif dibandingkan dengan bahan bakar diesel biasa namun memberikan pelumasan pada mesin yang lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar diesel (Haseeb dkk, 2011). Park dkk melaporkan bahwa penggunaan bioethanol yang dicampur dengan gasoline dapat meningkatkan ketahanan korosi pada paduan aluminium dengan metode analisis elektro impedance spektroskopi. Savita kaul mempelajari korosi pada mesin diesel dan menemukan bahwa kandungan belerang dalam biodiesel menjadi penyebab utama timbulnya serangan korosi.

Pada penelitian ini difokuskan untuk mempelajari pengaruh biodiesel yang disintesis oleh limbah minyak goreng terhadap korosi pada baja karbon yang belum dipelajari oleh beberapa peneliti sebelumnya. Pemilihan material baja karbon sebagai pertimbangan bahwa hampir seluruh bagian mesin diesel dibuat dari material baja karbon. Dengan mengetahui korosivitas pada biodiesel pada baja karbon diharapkan memberikan informasi bagi peneliti untuk meningkatkan kualitas produk biodiesel sehingga kandungan impurities penyebab terjadinya korosi dapat dihilangkan serta dapat dikembangkan metode pencegahan korosi yang ditimbulkan pada pemakaian biodiesel dengan bahan baku minyak goreng bekas

2. METODOLOGI

Sintesis biodieselawali dengan tahap perlakuan awal umumnya ditujukan untuk mengurangi kandungan air dan asam lemak bebas di dalam bahan baku minyak. Untuk menghilangkan kandungan air di dalam minyak dapat dilakukan pemanasan pada suhu 100 °C. tahap selanjutnya dilakukan filtrasi untuk memisahkan pengotor yang tersuspensi di dalam minyak jelantah sehingga diperoleh minyak goreng yang jernih dan transparan. Sintesis biodiesel dilakukan mereaksikan 1,5 gr NaOH (Merck) dengan 100 ml metanol (Merck) agar terbentuk larutan natrium metoksida. Larutan trigliserida selanjutnya direaksikan dengan larutan metoksida pada rasio molar 6:1 disertai dengan pengadukan pada 200 rpm dan pemanasan pada suhu 60 °C selama 2 jam. campuran dipindahkan ke dalam corong pisah kemudian didiamkan selama 24 jam sehingga akan terbentuk lapisan gliserol dan lapisan biodiesel. Setelah proses tersebut selesai dilanjutkan dengan memisahkan lapisan biodiesel dan gliserol. Biodiesel yang terbentuk dicuci dengan aquadest untuk memisahkan sisa NaOH dan sabun yang merupakan hasil samping dari reaksi transesterifikasi. Melakukan filtrasi pada biodiesel dengan kertas saring untuk memisahkan pengotor dilanjutkan dengan menguapkan sisa air yang terdistribusi dalam biodiesel pemanasan pada suhu 105 °C. Melakukan metode yang sama dengan sebelumnya namun dengan waktu transesterifikasi selama 3 jam.

Biodiesel yang telah disintesis dari minyak goreng bekas dan telah mengalami transesterifikasi selanjutnya dianalisis beberapa karakteristiknya seperti densitas dan serta kandungan FAME nya dengan menggunakan GC-MS .Penguji korosi dilakukan menggunakan metode uji celup berdasarkan ASTM G-31. Dalam pengujian ini plat baja dipotong dengan dimensi 15 x 15 x 1 mm. Sebelum dilakukan uji pencelupan potongan logam tersebut diabrasi dengan menggunakan kertas gosok berukuran 600 grit untuk membersihkan kotoran dan kerak korosi pada permukaan logam uji tersebut. Selanjutnya setelah diabrasi logam uji dibersihkan dan dibilas dengan acetone. Setelah dicuci logam uji dikeringkan di dalam oven untuk menghilangkan sisa pelarut dengan suhu pengeringan 60 °C selama 3 jam dilanjutkan dengan penimbangan. Setelah logam uji ditimbang dilanjutkan dengan pencelupan logam uji pada biodiesel dalam wadah beaker glass 600 ml selama waktu 30 hari dengan variasi suhu sebesar 30 °C dan 70 °C. Setelah uji pencelupan dilakukan pembersihan dan penimbangan untuk mengetahui besarnya massa yang hilang akibat korosi. Besarnya laju korosi dihitung dengan persamaan berikut:

$$CR(mpy) = 8,76 \frac{\Delta m}{\rho T S}$$

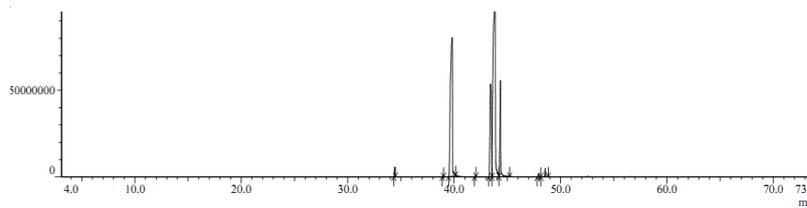
(1)

Dimana CR dinyatakan dalam mpy, Δm adalah berat yang hilang (g), ρ adalah densitas (g/cc), T adalah waktu celup (h) dan A adalah luas area logam uji (m²).

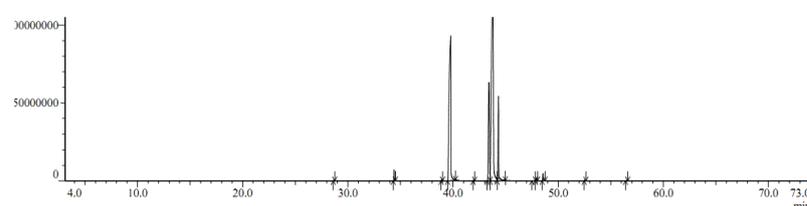
Morfologi dari logam uji setelah mengalami korosi di uji dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) Phenom Dekstop. Produk korosi pada permukaan baja dianalisa dengan XRD (*X-ray Diffraction*) Philips 30mA, X-ray 40 kV.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil eksperimen menunjukkan bahwa biodiesel dapat disintesis dengan menggunakan bahan baku minyak goreng bekas rasio molar antara trigliserida dan metanol sebesar 1:6 dengan menggunakan katalis berupa NaOH. Berdasarkan uji densitas menunjukkan bahwa biodiesel yang disintesis dengan waktu reaksi 2 jam dan 3 jam masing-masing memiliki densitas sebesar 0,879 g/ml dan 0,867 g/ml. Dari pengujian sample biodiesel dengan menggunakan GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrofotometry) pada gambar 1 dan menunjukkan bahwa biodiesel mengandung komponen Fatty Acid Metil Ester (FAME) yang ditandai dengan munculnya peak pada waktu retensi 39,82 menit, 43,43 menit, 43,85 menit, dan 44,34 menit untuk waktu reaksi 2 jam. Pada gambar 2 sedangkan pada waktu transesterifikasi selama 3 jam komponen FAME muncul pada waktu retensi 39,78 menit, 43,41 menit, 43,8 menit, dan 44,32 menit. Perbedaan waktu retensi menunjukkan bahwa setiap komponen FAME dalam biodiesel memiliki kecepatan difusi yang berbeda sehingga komponen FAME dengan kecepatan difusi lebih besar akan terdeteksi terlebih dahulu. Selain itu hasil analisa dengan Mass Spectrofotometry menunjukkan bahwa komponen biodiesel tersusun dari FAME yang terdiri dari metil palmitat, metil linoleat, metil oleat, dan metil stearat dengan komposisi yang dapat diamati pada table 1.



Gambar 1 Kromatogram biodiesel pada waktu transesterifikasi selama 2 jam



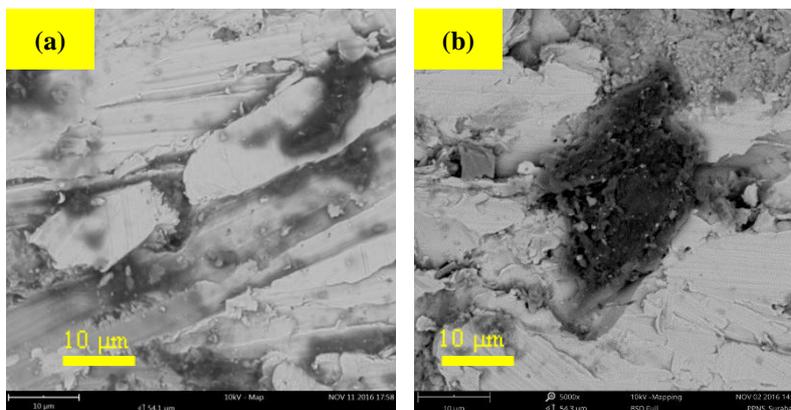
Gambar 2 Kromatogram biodiesel pada waktu transesterifikasi selama 3 jam

Tabel 1. Komponen FAME dalam biodiesel

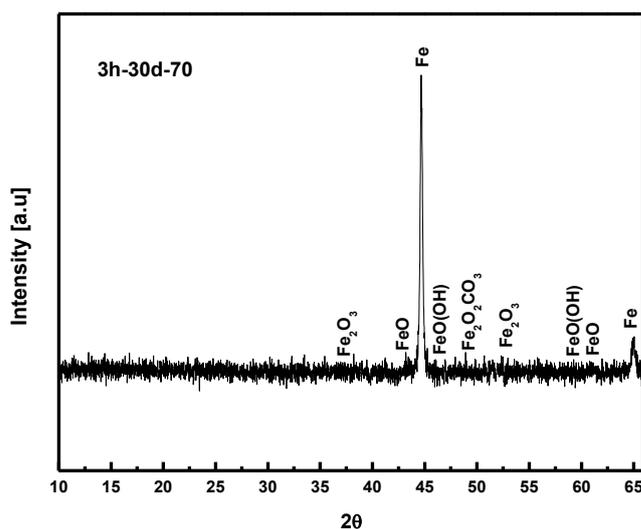
Komponen FAME	Kandungan FAME (% wt)	
	Transesterifikasi 2 jam	Transesterifikasi 3 jam
Metil palmitat	30,08	31,31
Metil linoleat	14,64	14,3
Metil oleat	46,11	45,54
Metil stearat	7,91	7,2

Kandungan total FAME pada biodiesel yang disintesis dengan menggunakan waktu reaksi 2 jam dan 3 jam masing-masing sebesar 98,74 % dan 98,41% dengan komponen penyusun terbesar berupa metil oleat. Perbedaan ini disebabkan meningkatnya waktu reaksi hingga mencapai waktu transesterifikasi 3 jam menyebabkan terjadinya reaksi reversible dari esterifikasi bergeser ke arah kiri sehingga akan menurunkan konversi dan menurunkan produk biodiesel yang telah terbentuk.

Tingkat korosivitas dari biodiesel yang telah terbentuk melalui waktu reaksi selama 2 jam dan 3 jam di uji dengan menggunakan teknik immersi dengan menggunakan logam berupa baja karbon. Dari hasil uji immersi diperoleh bahwa laju korosi pada baja karbon yang tercelup dalam biodiesel dengan waktu esterifikasi 2jam-30d-30°C sebesar 0,0212 mpy sedangkan laju korosi dalam biodiesel dengan waktu esterifikasi 2jam-30d-70°C sebesar 0,790 mpy. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa meningkatnya suhu biodiesel akan meningkatkan laju korosi pada baja karbon. Hal ini disebabkan pada suhu yang tinggi proses oksidasi dari komponen pada biodiesel, oksigen, dan atom oksigen yang ada pada biodiesel mengarah menuju terbentuknya oksida metal (Li dan Fang, 2009)

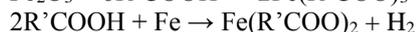
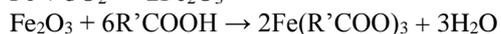
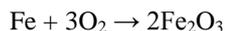


Gambar 3. Morfologi baja karbon (a) setelah kontak dengan biodiesel 2H pada 30d-30°C (b) setelah kontak dengan biodiesel 3H pada 30d-70°C



Gambar 4 XRD baja karbon setelah kontak dengan biodiesel 3H pada 30d-70°C

Gambar 3. Menunjukkan SEM dari permukaan baja karbon yang terserang korosi akibat kontak dengan biodiesel. Serangan korosi pada baja karbon tersebut tersebar secara merata pada seluruh permukaan baja ditandai dengan terbentuknya lubang (pit) yang berwarna gelap akibat proses korosi. Meningkatnya temperature fluida akan mengarah pada meningkatnya ukuran lubang (pit) pada baja karbon. Hal ini disebabkan laju korosi baja karbon semakin meningkat apabila suhu ditingkatkan semakin. Selain itu, sebagian produk oksidasi berupa ion Fe akan larut ke dalam biodiesel atau terdeposit pada permukaan logam sehingga akan bereaksi dengan asam lemak bebas dalam biodiesel membentuk garam asam lemak pada permukaan logam baja. Berikut reaksi yang terjadi selama proses korosi baja karbon



Oleh karena itu, berdasarkan reaksi diatas memungkinkan berat logam akan berkurang setelah uji immersi. Hal ini disebabkan sebagian ion logam akan terlarut pada biodiesel sehingga menyebabkan warna biodiesel akan berubah dari kuning jernih menjadi kecoklatan. Adanya senyawa oksida yang terbentuk dari korosi dapat ditunjukkan dari grafik XRD pada gambar 4 yang menunjukkan adanya senyawa FeO, Fe₂O₃, FeO(OH) dan Fe₂O₂CO₃ sebagai akibat dari korosi.

4. KESIMPULAN

Biodiesel mengandung komponen Fatty acid metil ester (FAME) yang berpotensi menyebabkan korosi pada logam baja karbon. Tingkat korosivitas dari baja karbon di dalam biodiesel terutama sangat dipengaruhi oleh faktor suhu dari biodiesel. Dengan meningkatnya suhu biodiesel menyebabkan laju korosi pada baja karbon akan semakin tinggi. Besarnya laju korosi pada baja karbon pada biodiesel dengan waktu esterifikasi reaksi 2 jam- 30d-30°C yaitu 0,0212 mpy sedangkan pada biodiesel dengan waktu esterifikasi reaksi 3 jam- 30d-70°C

sebesar 0,79 mpy. Hasil XRD menunjukkan bahwa produk korosi baja karbon oleh biodiesel berupa FeO, Fe₂O₃, FeO(OH) dan Fe₂O₂CO₃

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) yang telah mendanai penelitian ini melalui skema DIPA PPNS tahun 2016.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Charpe, T.W., Rathod, V.K., .2011. Biodiesel production using waste frying oil, *Waste Management* ,31, pp. 85–90
- Fazal MA, Jaceria MR, Haseeb ASMA,. 2014. Effect of copper and mild steel on the stability of palm biodiesel properties: a comparative study, *J. Ind Crops Prod*, 58, pp. 8-14
- Haseeb ASMA, Fazal M.A. 2011. Jahirul MI, Masjuki HH. Compatibility of auto-motive materials in biodiesel: a review. *J. Fuel*, 90, pp. 922-931
- Jain S, Sharma MP, .2011. Correlation development for effect of metal contaminantson the stability of *Jatropha curcas* biodiesel, *J. Fuel*, 90, pp. 2045-2050
- Jin, Dingfeng., Zhou, Xuehua., Wu, Panpan., Jiang, Li., Ge, Hongliang. 2015. Corrosion behavior of ASTM 1045 mild steel in palm biodiesel, *J. Renewable Energy*,81, pp. 457-463
- Liu J, Fang Y. 2009. The dissolved oxygen on the corrosion of 20R steel by biodiesel. *J. Corrosion Protection* 2009, 30, pp. 711-3
- Sibuea dan Posman. 2003. Pengembangan Industri Biodisel Sawit, www.kcm.com, 10 Oktober 2007