

**PERENKAHAN KATALITIK METIL ESTER DARI MINYAK LIMBAH CAIR PABRIK
MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN KATALIS Cr/Mo/HZA DAN Ni/Mo/HZA****CATALYTIC CRACKING OF METHYL ESTER FROM OIL LIQUID WASTE OF PALM OIL
WILL WITH CATALYST Cr/Mo/ HZA AND Ni/ Mo/HZA**Agus Sundaryono^{1,2)*}, Dewi Handayani²⁾, Budiman²⁾, Sherly Winda²⁾¹⁾Program Pascasarjana S2 Pendidikan IPA FKIP Universitas Bengkulu²⁾Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Bengkulu

Jln. WR. Supratman No. 1 Kota Bengkulu

Email: sundaryono_2005@yahoo.fr

*Paper: Diterima 24 Februari 2014; Diperbaiki 17 Mei 2014 dan 2 Februari 2015; Disetujui 9 Februari 2015***ABSTRACT**

The proposed catalytic cracking technology leads to the production of hydrocarbons that are present in various fractions of gasoline, kerosene and diesel. In this study, the methyl ester was converted by catalytic cracking using catalyst Cr / Mo / HZA and Ni / Mo / HZA. Preparation of catalyst Cr / Mo / HZA was performed by soaking the natural zeolite powder (ZA) with HCl. The catalyst of HZA was refluxed by $(\text{NH}_4)\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, then dried to obtain the catalyst of Mo/HZA. Furthermore, catalyst of Mo / HZA was refluxed by $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3\cdot 9\text{H}_2\text{O}$. The catalyst product of Cr / Mo / HZA was calcined at 500°C . Catalysts Ni/Mo/ HZA was obtained through the same procedure by replacing $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3\cdot 9\text{H}_2\text{O}$ with $\text{NiCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Cracking was done by refluxing a methyl ester of oil residue sludge waste (POME) with 1.5 g catalyst Cr / Mo / HZA and catalyst Ni / Mo / HZA at $350\text{-}380^\circ\text{C}$. Results of the reflux were analyzed by GC-MS. The products of cracking of catalysts Cr / Mo / HZA were hydrocarbons that was fractions of kerosene of 31.35%, and diesel fraction of 10.16%. While the product catalyst of Ni / Mo / HZA were 0.33% gas fractions, 10.63% fractions gasoline and 11.02% fractions kerosene. The density was similar to densities of gasoline and kerosene, the viscosity was similar to kerosene, acid number was about two times of acid numbers of gasoline and kerosene while water content was still higher than that of gasoline and kerosene.

Keywords: Methyl ester, catalytic cracking, palm oil, gasoline, kerosene

ABSTRAK

Tujuan teknologi perengkahan katalitik dikembangkan untuk memperoleh hidrokarbon yang berisi campuran berbagai fraksi gasoline, kerosene dan diesel. Pada penelitian ini perengkahan katalitik digunakan katalis Cr/Mo/HZA dan Ni/Mo/HZA. Preparasi katalis Cr/Mo/HZA dilakukan dengan merendam serbuk zeolit alam (ZA) dengan HCl, kemudian direfluks dengan $(\text{NH}_4)\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, dan dikeringkan untuk memperoleh katalis Mo/HZA. Selanjutnya katalis Mo/HZA direfluks dengan $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3\cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Katalis Cr/Mo/HZA yang diperoleh dikalsinasi 500°C . Katalis Ni/Mo/HZA diperoleh melalui cara yang sama dengan mengganti $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3\cdot 9\text{H}_2\text{O}$ dengan $\text{NiCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Perengkahan dilakukan dengan merefluks sejumlah metil ester dari minyak limbah cair pabrik minyak kelapa sawit (LCPMKS) dengan 1,5 g katalis Cr/Mo/HZA dan katalis Ni/Mo/HZA pada suhu $350\text{-}380^\circ\text{C}$. Hasil refluks dianalisis dengan GC-MS. Pemanfaatan katalis Cr/Mo/HZA menghasilkan fraksi kerosene 31,35%, dan fraksi diesel 10,16%, sementara itu katalis Ni/Mo/HZA menghasilkan fraksi gas sebesar 0,33%, fraksi gasoline 10,63%, dan fraksi kerosene sebesar 11,02%. Parameter hasil perengkahan yaitu densitas, mendekati densitas bensin dan kerosene, viskositas mendekati viskositas kerosene, nilai bilangan asam berkisar dua kali bilangan asam bensin maupun kerosene, sedangkan kadar air masih tinggi jika dibanding kadar air bensin maupun kerosene.

Kata kunci: Metil ester, perengkahan katalitik, minyak kelapa sawit, gasoline, kerosene

PENDAHULUAN

Produksi kelapa sawit di Indonesia sejak beberapa tahun lalu (2010) mencapai 12 juta ton/tahun, dengan demikian Indonesia memiliki sumber energi alternatif yang potensial bersumber minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit memiliki rantai hidrokarbon panjang yang cukup mirip dengan rantai hidrokarbon dalam minyak fosil. Pemanfaatan minyak kelapa sawit secara langsung menjadi bahan bakar mesin masih dijumpai masalah, yaitu

viskositas yang terlalu tinggi jika dibandingkan dengan minyak diesel dari fosil (Jan dan Bemd 2004), untuk mengatasi viskositas ini minyak kelapa sawit dikonversi menjadi metil ester melalui reaksi transesterifikasi (Hanh *et al.*, 2007; Stavarache *et al.*, 2007). Metil ester mungkin dapat menggantikan bahan bakar fosil, selama pemanfaatan, metil ester menghasilkan polutan lebih sedikit dari pada bahan bakar fosil, metil ester lebih aman dan ramah lingkungan karena bebas dari nitrogen dan sulfur. Sebagian besar penelitian tentang minyak tumbuhan

*Penulis untuk korespondensi

termasuk minyak kelapa sawit mengacu pada pembuatan metil ester melalui transesterifikasi. Metil ester yang dihasilkan memiliki kekurangan yaitu tidak dapat digunakan dalam mesin masa kini tetapi harus dicampur dengan bahan bakar dari fosil.

Tujuan teknologi perengkahan katalitik yang sekarang dikembangkan dilakukan untuk memproduksi biofuel yaitu hidrokarbon yang berisi campuran berbagai fraksi gasoline, kerosene dan diesel yang dapat digunakan sebagai bahan bakar (Ramya dan Sivakumar, 2010). Dalam perengkahan katalitik reaksi yang berlangsung dapat meliputi dehidrogenasi, hidrogenasi, dan isomerisasi. Berbagai perengkahan katalitik telah dilakukan untuk memproduksi biofuel, baik perengkahan terhadap minyak kelapa sawit ataupun metil ester dari minyak kelapa sawit.

Sistem yang umum digunakan untuk studi perengkahan katalitik minyak kelapa sawit adalah *micro activity test* (Phetna *et al.*, 2011). Perengkahan katalitik minyak kelapa sawit dengan katalis MgO menghasilkan hidrokarbon campuran olefin dan parafin dengan rantai lurus dan rantai bercabang (Tani *et al.*, 2011), dengan katalis ZSM-5 yang diimpregnasi logam Cu dapat menghasilkan fraksi gasoline 34,96 % (Bahnur dan Saidina, 2006), sedang katalis Co yang diimpregnasikan pada Al₂O₃ mampu menghasilkan fraksi diesel (Sotelo-Boyás *et al.*, 2012). Konversi minyak kelapa sawit yang dilakukan melalui perengkahan katalitik dengan katalis HZSM-5 dihasilkan fraksi gasoline (Farizul *et al.*, 2007), apabila reaksi dijalankan pada suhu 300-500°C selama 120 menit menghasilkan fraksi gasoline sebesar 28,8%, fraksi kerosene sebesar 16,70% dan fraksi diesel sebesar 1,20% (Sirajudin, *et al.*, 2013). Pada kondisi yang sama menggunakan katalis Ni/HZSM-5 dihasilkan fraksi gasoline 17,55%, fraksi kerosene 13,48% dan fraksi diesel 5,84%. Katalis Ni/HZSM-5 dianjurkan untuk perengkahan minyak kelapa sawit dengan selektivitas untuk gasoline (Roesyadi *et al.*, 2013). Pada perengkahan katalitik minyak kelapa sawit yang lain menggunakan katalis mesoporous alumino-silicate, AlMCM-41 yang dijalankan pada suhu 200-400 °C dapat mengkonversi secara selektif fraksi gasoline sebesar 29,4% (Suyanta dan Izul, 2012).

Perengkahan katalitik terhadap metil ester dari minyak sawit dilakukan dengan katalis Ni/zeolit pada suhu 450°C secara kinetik berlangsung melalui reaksi pseudo orde satu, dengan produk hidrokarbon C6-C8 alifatik dan siklik komponen tanpa oksigen (Kadarwati *et al.*, 2013), sedangkan menggunakan katalis Pt/zeolit (Y) yang dilakukan pada suhu 300-400°C secara selektif menghasilkan fraksi gasoline (Usomboon *et al.*, 2012), dan ternyata penggunaan katalis Ni/Mo produk konversi sangat bergantung pada kondisi reaksi (Santikunaporn dan Ejaroj, 2012).

Bengkulu dengan komoditas unggulan kelapa sawit telah memiliki 19 PMKS dengan produksi CPO. Pengolahan tandan kelapa sawit (TKS) menjadi CPO pada setiap PMKS selalu diikuti oleh hilangnya CPO (0,5-1%) yang terbawa air ke dalam limbah cair. Minyak yang terikut dalam limbah cair pabrik minyak kelapa sawit (LCPMKS) ini kualitasnya rendah sehingga tidak digunakan sebagai *edible oil*. Minyak dalam LCPMKS pada perengkahan katalitik dengan katalis Ni/Mo/ZrO₂ berpenyanga montmorillonite (NMZM) dapat dihasilkan fraksi gasoline sebesar 30% (Hasanudin *et al.*, 2012). Pada penelitian lain metil ester dari minyak LCPMKS (Sundaryono, 2011) pada perengkahan katalitik menggunakan katalis Cr/HZA dihasilkan fraksi gasoline (Sundaryono dan Budiyanto, 2010).

Penelitian ini memanfaatkan katalis Cr/Mo/HZA dan Ni/Mo/HZA dalam perengkahan katalitik metil ester dari minyak LCPMKS. Hasil perengkahan dianalisis menggunakan GC-MS.

METODE PENELITIAN

Pemisahan Minyak dari Limbah Cair LCPMKS

Limbah cair diambil dari LCPMKS PT BioNusantara, pada kolam pertama. Limbah cair dipanaskan pada suhu 105°C selama satu jam, disaring, kemudian minyak yang diperoleh dimasukkan ke dalam desikator sampai mencapai suhu kamar. *Degumming* dilakukan dengan cara menambah asam fosfat (H₃PO₄ 0,6%) sebanyak 1–3% dari berat minyak, campuran diaduk dengan *magnetik stirer* selama 30 menit, *gum* dipisahkan dari minyak. *Bleaching* dilakukan di dalam erlenmeyer dengan menambah minyak dengan zeolit alam sebanyak 10% dari berat minyak, campuran diaduk dengan *magnetic stirer* sambil dipanaskan pada suhu 110 – 120°C selama 1 jam kemudian disaring dan diukur asam lemak bebasnya (ALB) (Sundaryono, 2011).

Konversi Minyak LCPMKS Menjadi Metil Ester

Jika kadar ALB < 2% langsung ditransesterifikasi menggunakan katalis basa, tetapi apabila kadar ALB > 2% perlu diesterifikasi terlebih dahulu menggunakan H₂SO₄ (Srinivas dan Kumar, 2012). Esterifikasi dilakukan dengan merefluks 20 mL MeOH, 100 mL minyak limbah dan 1 mL H₂SO₄ pekat pada suhu 60°C selama 4 jam, hasil refluks dimasukkan dalam corong pisah dan didiamkan selama 8 jam. ALB nya diuji kembali, apabila ALB masih ≥ 2%, langkah esterifikasi dilakukan ulang hingga diperoleh ALB ≤ 2%. Langkah selanjutnya adalah transesterifikasi yang dilakukan dengan menempatkan hasil esterifikasi pada labu alas bulat kemudian ditambahkan metoksi (0,4 g NaOH dilarutkan dalam 12 mL metanol), campuran direfluks pada suhu 55°C sambil diaduk selama 2 jam, hasilnya dimasukkan ke dalam corong pisah, dan didiamkan selama satu malam. Metil ester

dicuci dengan menggunakan air 60°C sampai air cucian jernih. Pengeringan metil ester dilakukan dengan menambahkan Na₂SO₄.

Preparasi katalis Cr/Mo/HZA dan Ni/Mo/HZA

Zeolit alam dicuci, ditumbuk, kemudian dikeringkan dalam oven, setelah kering diayak hingga berukuran 125µm. Aktivasi dilakukan dengan menambah HCl 2 M (Zeolit : HCl 2 M adalah 1 : 2), pengeringan dilakukan dalam oven pada suhu 110°C, hasil yang diperoleh merupakan katalis HZA.

Impregnasi logam Mo : sebanyak 0,3 g (NH₄)Mo₇O₂₄.4H₂O dilarutkan dalam 500 mL air bebas ion, kemudian ditambahkan HZA sebanyak 24,75 g, selanjutnya direfluks sambil diaduk selama 3 jam pada suhu 90°C dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C (hasil adalah katalis Mo/HZA). Impregnasi logam Cr : sebanyak 0,3 g Cr(NO₃)₃.9H₂O dilarutkan dalam 500 mL air bebas ion pada labu alas bulat, kemudian ditambahkan Mo/HZA sebanyak 24,75 g, dan direfluks sambil diaduk dengan *magnetic stirer* selama 12 jam pada temperatur 90°C, selanjutnya dicuci dan dikeringkan dalam oven 120°C, katalis Cr/Mo/HZA yang diperoleh dikalsinasi dalam *muffle furnace* pada temperatur 500°C selama 3 jam.

Impregnasi logam Ni : sebanyak 0,3 g NiCl₂.6H₂O dilarutkan dalam 500 mL air bebas ion, kemudian ditambahkan Mo/HZA sebanyak 24,75 g, dan direfluks selama 3 jam pada suhu 90°C, dan selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C, katalis Ni/Mo/HZA yang diperoleh dikalsinasi di dalam *muffle furnace* pada suhu 500°C (Nasikin, 2009).

Perengkahan Katalitik Metil Ester dengan Katalis Cr/Mo/HZA dan Ni/Mo/HZA

Sebanyak 30 mL metil ester dari LCPMKS, ditambahkan 1,5 g katalis Cr/Mo/HZA. Campuran direfluks pada suhu 350°C selama 2 jam, kemudian hasil refluks didestilasi dan dianalisis menggunakan GC-MS untuk mengetahui komponen penyusun.

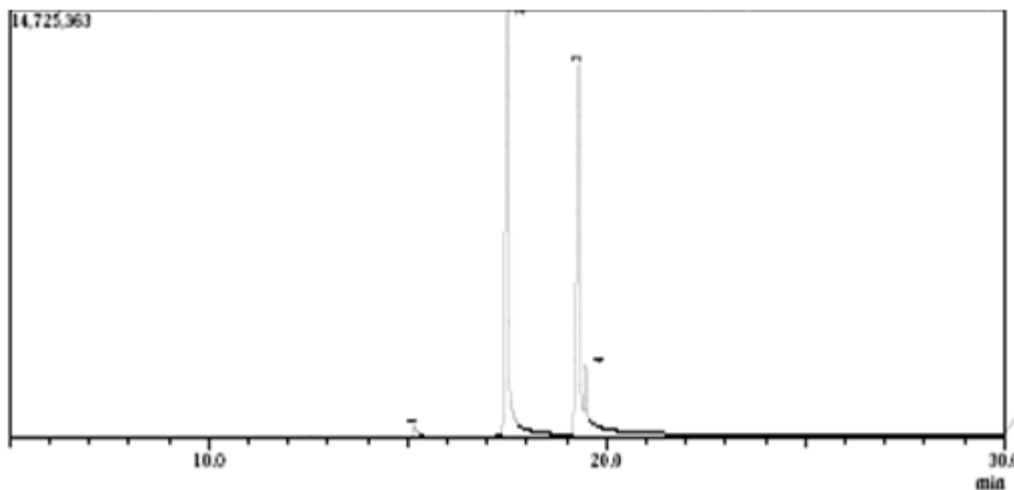
Hasil perengkahan katalitik dikarakterisasi meliputi nilai bilangan asam, kadar air, densitas, viscositas, titik tuang dan titik pengkabutan. Perengkahan katalitik metil ester juga dilakukan dengan menggunakan katalis Ni/Mo/HZA dengan cara yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Minyak LCPMKS mengandung ALB sebesar 28,29%, hal ini dapat mengganggu jika langsung dijalankan transesterifikasi, karena akan terjadi pembentukan sabun. Oleh karena itu ALBnya harus diturunkan melalui reaksi esterifikasi selama 4 jam pada suhu 60°C, dengan katalis H₂SO₄ pekat. Penurunan ALB dilakukan sampai diperoleh ALB 0,90%, kemudian dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi pada suhu 45°C menggunakan katalis NaOH selama 2 jam. Metil ester yang diperoleh dicuci dengan menggunakan air pada suhu 60°C, untuk melarutkan sabun yang terbentuk. Metil ester yang diperoleh dikeringkan dengan Na₂SO₄ anhidrat. Rendemen yang diperoleh sebagai hasil konversi minyak LCPMKS sebesar 72,6%, dan analisis GC terhadap metil ester hasil disajikan pada Gambar 1.

Metil ester yang diperoleh dari esterifikasi minyak LCPMKS seperti tertera pada Gambar 1.berdasarkan analisis GC-MS tersusun dari empat komponen, yaitu metil tetradekanoat, metil heksadekanoat, metil 9-oktadekanoat dan metil oktadekanoat yang merupakan metil ester dengan panjang rantai karbon C15-C19 disajikan pada Tabel 1.

Parameter fisik dan kimia metil ester hasil esterifikasi minyak LCPMKS telah memenuhi SNI 7182-2012 khususnya pada parameter densitas, viscositas, titik tuang dan titik kabut, bilangan asam sudah mendekati SNI, sedangkan kadar air masih tinggi dan tidak memenuhi SNI, lihat Tabel 2. Metil ester hasil esterifikasi minyak LCPMKS dikonversi melalui reaksi perengkahan katalitik.



Gambar 1. Kromatogram GC metil ester hasil esterifikasi minyak LCPMKS

Tabel 1. Komponen penyusun metil ester hasil konversi minyak LCPMKS

Komponen ester	Rumus molekul	Bobot Molekul (g/mol)	Persentase (%)
Metil octadekanoat	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	298	5,43
Metil 9-octadekenoat	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	296	42,61
Metil hexadekanoat	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270	50,56
Metil tetradekanoat	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	242	1,40

Tabel 2. Parameter fisik dan kimia metil ester dari minyak LCPMKS

Parameter	Satuan	Metil Ester	SNI 7182-2012
Kadar air	%	6,58	Maks 0,05
Bilangan asam	mg KOH/g metil ester	1,30	Maks 0,6
Densitas (40°C)	Kg/m ³	850	850-890
Viskositas (40°C)	cSt	4,58	2,3-6,0
Titik kabut	°C	12,33	Maks 18°C

Reaksi perengkahan katalitik terhadap metil ester hasil esterifikasi minyak LCPMKS dilakukan dengan menggunakan katalis Cr/Mo/HZA pada pemanasan 350°C, selama 2 jam, hasil perengkahan dianalisis dengan GC-MS. Berdasarkan analisis GC hasil perengkahan katalitik tersusun dari banyak komponen seperti terlihat pada Gambar 2, analisis GC-MS menunjukkan beberapa komponen yang terdiri dari fraksi kerosene 31,35 % dan fraksi diesel 10,16%. Pada penelitian ini kemampuan katalis Cr/Mo/HZA dalam mengkonversi metil ester dari minyak LCPMKS menjadi fraksi kerosene lebih kecil dari pada katalis Cr/HZA yang mampu menghasilkan fraksi kerosene 54, 12% (Sundaryono dan Budiyanto, 2010).

Reaksi perengkahan katalitik terhadap metil ester dari minyak LCPMKS yang dilakukan dengan katalis Ni/Mo/HZA pada pemanasan 350-380°C, yang dilakukan selama 2 jam dianalisis dengan GC-MS. Hasil perengkahan berdasarkan kromatogram GC tersusun dari banyak komponen seperti terlihat pada Gambar 3. Berdasarkan analisis GC-MS perengkahan katalitik metil ester menghasilkan fraksi gas sebesar 0,33%, fraksi gasoline sebesar 10,63%, dan fraksi kerosene sebesar 11,02%.

Kemampuan katalis Ni/Mo/HZA dalam perengkahan katalitik metil ester dari minyak LCPMKS lebih kecil dari pada katalis Ni/Mo/ZrO₂ berpenyangga montmorillonite (NMZM) yang mampu menghasilkan 30% fraksi gasoline (Hasanudin *et al.*, 2012), namun katalis Ni/Mo/HZA mampu menghasilkan fraksi gas dan fraksi kerosene. Katalis Ni/Mo/HZA mampu menghasilkan fraksi gasoline lebih baik dari pada katalis Ni/HZA tanpa kehadiran katalis Mo yang hanya mampu menghasilkan fraksi kerosene 24,59% tanpa adanya fraksi gasoline (Sundaryono dan Budiyanto, 2010). Penggunaan katalis Ni berpenyangga zeolit alam dari Ni/Mo/HZA jika dibandingkan dengan katalis Cr berpenyangga zeolit alam dari Cr/Mo/HZA, katalis Ni lebih selektif untuk menghasilkan fraksi gasoline hal ini didukung penggunaan katalis Ni/zeolit pada suhu 450°C yang secara signifikan

menghasilkan fraksi C5-C11 dengan produk dominan hidrokarbon C6-C8 alifatik (Kadarwati *et al.*, 2013).

Parameter fisik dan kimia hasil perengkahan katalitik metil ester dari minyak LCPMKS dengan katalis Cr/Mo/HZA dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil reaksi perengkahan katalitik mempunyai densitas yang mendekati bensin maupun kerosene, dengan viskositas yang hampir sama dengan kerosene, sedangkan bilangan asam berkisar dua kali kerosene dan bensin, sementara itu kadar air masih tinggi dibanding kadar air bensin maupun kerosene.

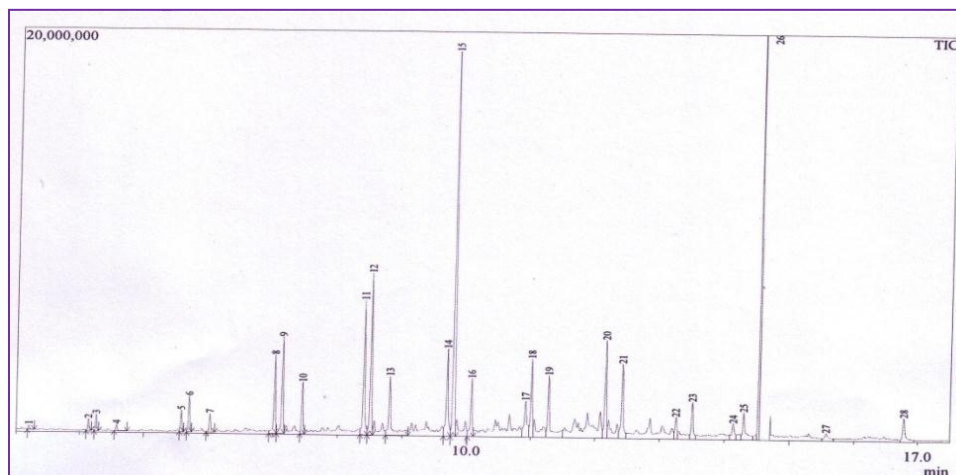
Parameter fisik dan kimia hasil reaksi perengkahan katalitik metil ester dari minyak LCPMKS dengan katalis Ni/Mo/HZA dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil reaksi perengkahan katalitik mempunyai densitas yang mendekati bensin, maupun kerosene, dengan viskositas yang hampir sama dengan kerosene, serta bilangan asam hampir sama dengan kerosene maupun bensin, sedangkan kadar air masih tinggi dibanding bensin maupun kerosene.

Kadar air yang tinggi akan menyebabkan reaksi hidrolisis pada metil sehingga akan meningkatkan bilangan asam, menurunkan pH dan meningkatkan sifat korosif, hal tersebut menjadi penyebab turunnya kualitas bila digunakan sebagai bahan bakar pada mesin, oleh karenanya perlu diupayakan menurunkan kadar air yang dikandungnya.

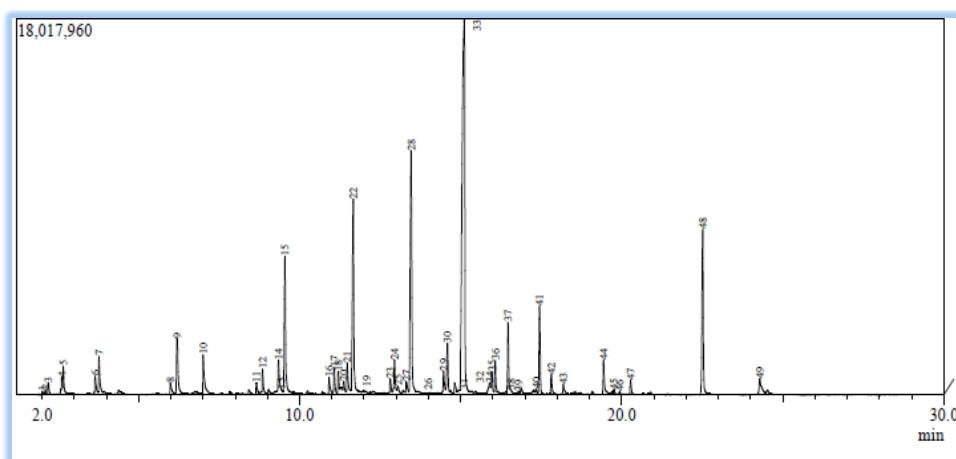
KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan katalis Ni/Mo/HZA dalam perengkahan katalitik metil ester dari minyak LCPMKS mampu menghasilkan fraksi gasoline sebesar 10,63%, lebih baik dari pada katalis Cr/Mo/HZA, namun katalis Cr/Mo/HZA mampu menghasilkan fraksi kerosene 31,35 % lebih besar dari pada katalis Ni/Mo/HZA yang hanya mampu menghasilkan fraksi kerosene sebesar 11,02%.



Gambar 2. Kromatogram GC perengkahan katalitik metil ester dari minyak LCPMKS dengan katalis Cr/Mo/HZA



Gambar 3. Kromatogram GC perengkahan katalitik metil ester dari minyak LCPMKS dengan katalis Ni/Mo/HZA

Tabel 3. Parameter fisik dan kimia hasil reaksi perengkahan katalitik metil ester dari minyak LCPMKS dengan katalis Cr/Mo/HZA

Parameter	Satuan	Hasil perengkahan	Bensin	Kerosene*
Densitas (40°C)	Kg/m ³	795,9	772,0	792,5
Viskositas (40°C)	cSt	1,64	0,45	1,05
Bilangan asam	mg KOH/g hasil	0,81	0,33	0,47
Kadar air	%	3,92	0,26	0,46
Titik kabut	°C	1,25	1	1

* Sundaryono, (2009)

Tabel 4. Parameter fisik dan kimia hasil reaksi perengkahan katalitik metil ester dari minyak LCPMKS dengan katalis Ni/Mo/HZA

Parameter	Satuan	Hasil perengkahan	Bensin	Kerosene*
Densitas (40°C)	Kg/m ³	788	772	795
Viskositas (40°C)	cSt	1,366	0,456	1,058
Bilangan asam	mg KOH/g hasil	1,309	0,748	0,935
Kadar air	%	6,54	0,26	0,46
Titik kabut	°C	2	1	1

* Sundaryono, (2009)

Parameter fisik dan kimia hasil perengkahan katalitik dengan katalis Cr/Mo/HZA, densitas mendekati bensin dan kerosene, viskositas mendekati kerosene, bilangan asam berkisar dua kali kerosene dan bensin, sementara itu kadar air masih sangat tinggi. Parameter fisik dan kimia hasil perengkahan katalitik dengan katalis Ni/Mo/HZA, densitas mendekati bensin dan kerosene, viskositas mendekati kerosene, serta bilangan asam mendekati kerosene dan bensin, sedangkan kadar air juga masih sangat tinggi.

Saran

Penelitian selanjutnya sangat baik jika katalis Cr/Mo/HZA dan Ni/Mo/HZA dianalisa tentang keasaman, luas permukaan spesifik, volume pori dan jari-jari pori dari katalis, agar diketahui karakternya. Untuk penentuan keasaman katalis dapat dilakukan dengan metode gravimetri dan penentuan luas permukaan spesifik, volume pori dan jari-jari pori dapat ditentukan dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (ASS).

UCAPAN TERIMAKASIH

Disampaikan terimakasih kepada Dirjen DIKTI yang telah menyetujui pemberian dana melalui Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu pada penelitian hibah bersaing.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahnur TS dan Saidina NA. 2006. Catalytic cracking of palm oil to gasoline over pretreated Cu-ZSM-5. *J Teknol.* 44 (F) : 69-82.
- Farizul HK, Amin NASD, Suhardy S, Azhar S, Nazry SM. 2007. Catalytic conversion of RBD palm oil to gasoline: the effect of silica-alumina ratio in HZSM-5. *J Teknol.* 47(F) Keluaran khas. Dis. : 55-67.
- Hanh HO, Nguyen FT, Kenji O, Maeda Y, Rokuro N. 2007. Effects of molar ratio, cathalyst concentration and temperature on transesterification of triolein with ethanol under ultrasonic irradiation. *Jpn J Pet Inst.* 50 (4) : 195-199.
- Hasanudin, Said M. Faizalz, Dahlan H, Wijaya K. 2012. Hydrocracking of oil residue from palm oil milt effluent to biofuel. *Int Conf on Sustainable Environmental Technologies (ICSET)*. Bangkok, Thailand: 26-27 April 2012.
- Jan L dan Bemd O. 2004. The influence of mass transfer on biodiesel production. *Chem Eng Technol.* 27 (1) : 1156 - 1159.
- Kadarwati S, Rahmawati F, Rahayu PE, Wahyuni S, Supardi KI. 2013. Kinetics and mechanism of ni/zeolite-catalyzed hydrocracking of palm oil into bio-fuel. *Indo J Chem.* 13 (1): 77 – 85.
- Nasikin M, Heru SB, Adam HM, Wijan A. 2009. Biogasoline from palm oil by simultaneous cracking and hydrogenation reaction over nimo/zeolite catalyst. *World Appl Sci J.* 5 : 74-79.
- Phetna N, Sukritthira B, Ratanawilai, Tongurai C. 2011. Organic liquid product from catalytic cracking of refined palm oil. *International Conference on Engineering and Technology*, Phuket-Thailand: May 2-3, 2011.
- Ramya G dan Sivakumar T. 2010. Fixed bed catalytic cracking of non-edible oils using zeolites for the production of biofuel. *Bull the Catalysis Society of India.* (9): 1-11.
- Roesyadi A, Hariprajitno D, Nurjannah N, Savitri SD. 2013. HZSM-5 catalyst for cracking palm oil to gasoline: a comparative study with and without impregnation. *Bull Chem Reaction Eng Catalysis.* 7 (3): 185 – 190.
- Santikunaporn M dan Ejaroj S. 2012. Production of hydrocarbons from palm oil over NiMo catalyst. *Am Trans on Eng & Appl Sci.* 1:183-194.
- Sirajudin N, Jusof K, Yani S, Ifa L, Roesyadi A. 2013. Biofuel production from catalytic cracking of palm oil. *World Appl Sci J.* 26: 67-71.
- Sotelo-Boyás R, Trejo-Zárraga F dan Hernández-Loyo F. 2012. Hydroconversion of triglycerides into green liquid fuels. *In Tech.* :187-216.
- Srinivas D dan Kumar SJ. 2012. Challenges and opportunities in biofuel production. *Indian J Chem.* 51A: 174-185.
- Stavarache, Carmen, Vinatoru M, Maeda Y, Bandow H. 2007. Ultrasonically driven continuous process for vegetable oil transesterification. *Ultrason Sonochem.* 14:413-7.
- Sundaryono A. 2009. Pengembangan Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) sebagai sumber energy alternative biokerosene di Provinsi Bengkulu. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. UNY Yogyakarta: 15 Mei 2009.
- Sundaryono A dan Budiyanto. 2010. Pembuatan bahan bakar hidrokarbon cair melalui reaksi cracking minyak pada limbah cair pengolahan kelapa sawit. *J Tek Ind Pert.* 20 (1): 14 – 19.
- Sundaryono A. 2011. Karakteristik biodiesel dan blending biodiesel dari oil losses limbah cair pabrik minyak kelapa sawit. *J Tek Ind Pert.* 21(1): 35-41.

- Suyanta dan Izul FI. 2012. Cracking of palm oil over H-AIMCM-41. *Catalyst. J Chem Eng.* 6 : 531-535.
- Tani H, Hasegawa T, Shimouchi M, Asami K, Fujimoto K. 2011. Selective catalytic decarboxy-cracking of triglyceride to middle-distillate hydrocarbon. *Catalysis Today.* 164:410–414.
- Usomboon N, Santikunaporn M, dan Butnar S. 2012. Bio-Gasoline production from bio-diesel via catalytic cracking reaction on platinum zeolite catalyst. *GMSARN Int J.* 6: 17 – 22.