Sintesa dan Karakterisasi Biofuel dari Limbah Laboratorium *Teaching Factory* Politeknik Negeri Lhokseumawe dengan Proses *Catalytic Cracking*

Muammar Khadafi¹, Ratni Dewi^{2*}, Adriana³, Ratna Sari⁴, Lukman Hakim⁵

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

⁵ Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

*Koresponden email: ratnidewi@pnl.ac.id

Diterima: 29 Oktober 2021

Disetujui: 30 Oktober 2021

Abstract

Spent earth is a waste resulting from the bleaching process which contains gums and a large amount of oil so that it still has the potential to be reprocessed into biofuel. This study aims to utilize the oil from spent earth as a raw material in the synthesis of biofuels through the catalytic cracking process. In the catalytic cracking process, zeolite and kaolin catalysts are used in the ratio (0:100); (30:70); (50:50); (70:30) and (100:0) and temperature variations of 150°C, 175°C and 200°C for 3 hours. Based on the research results, the best biofuel was obtained at a catalyst ratio of zeolite: kaolin (70:30) and a temperature of 200°C with a yield of 76.13%. The results of the biofuel characterization obtained a water content of 0.0301%, octane number 90.5 RON and a density 751 kg/m³. Analysis of biofuel composition was measured using GC-MS and it was found that the biofuel contained 4.60% C₁₁H₂₄, 8.99% C₁₂H₂₆, 22.49% C₁₆H₃₄, 9.54% C₁₈H₃₄O₂ and 54.38% C₁₉H₃₆O₃. Based on the physical and chemical properties of the biofuel as a result of cracking with zeolite and kaolin catalysts, it is in accordance with SNI for gasoline qualification.

Keywords: *biofuel, catalytic cracking, kaolin, spent earth, zeolit*

Abstrak

Spent earth merupakan limbah dari proses *bleaching* yang mengandung gums serta sejumlah besar minyak sehingga masih berpotensi untuk diolah kembali menjadi *biofuel*. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan minyak dari *spent earth* sebagai bahan baku pada sintesa *biofuel* melalui proses *catalytic cracking*. Pada proses *catalytic cracking*, digunakan katalis zeolit dan kaolin dengan rasio (0:100); (30:70); (50:50); (70:30) dan (100:0) serta variasi temperatur 150°C, 175°C dan 200°C selama 3 jam. Berdasarkan hasil penelitian, *biofuel* terbaik diperoleh pada rasio katalis zeolit : kaolin (70:30) dan temperatur 200°C dengan *yield* sebesar 76,13%. Hasil karakterisasi biofuel, diperoleh kadar air 0,0301%, *octane number* 90,5 RON dan densitas 751 kg/m³. Analisa komposisi biofuel diukur menggunakan GC-MS dan diketahui *biofuel* mengandung C₁₁H₂₄ sebesar 4,60%, C₁₂H₂₆ sebesar 8,99%, C₁₆H₃₄ sebesar 22,49%, C₁₈H₃₄O₂ sebesar 9,54% dan C₁₉H₃₆O₃ sebesar 54,38%. Berdasarkan sifat fisik dan kimia *biofuel* hasil *cracking* dengan katalis zeolit dan kaolin, telah sesuai dengan SNI untuk kualifikasi bensin.

Kata Kunci: *biofuel, catalytic cracking, kaolin, spent earth, zeolit*

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi global akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi dunia. Sedangkan sumber energi yang masih banyak digunakan di berbagai negara hingga saat ini adalah sumber energi yang berasal dari fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam yang semakin berkurang setiap tahunnya [1]. Penggunaan bahan bakar alternatif merupakan solusi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat. Bahan bakar alternatif dapat dikembangkan melalui pengolahan sumber daya alam terbarukan seperti minyak nabati yang dapat diperoleh dari kedelai, jarak pagar dan kelapa sawit. Kelapa Sawit merupakan salah satu tanaman budidaya yang menghasilkan minyak nabati berupa *Crude Palm Oil* (CPO) [2].

Laboratorium *Teaching Factory* merupakan salah satu laboratorium yang ada di Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe. Laboratorium ini digunakan untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa di bidang pengolahan CPO. CPO diolah menjadi minyak goreng dan biodiesel. Selama ini, pengolahan minyak goreng di *Teaching Factory* dalam sekali jalan membutuhkan maksimal 100 kg CPO dan menghasilkan olein (minyak goreng) sebanyak 63 kg, serta menghasilkan 4 kg *spent earth*.

Spent earth merupakan limbah hasil proses *bleaching* dan mengandung gum dan minyak dalam jumlah besar, sehingga masih berpotensi untuk diolah kembali menjadi biofuel dengan *catalytic cracking*. Berdasarkan penelitian sebelumnya [3], kandungan minyak atau CPO yang terdapat di dalam *spent earth* sebesar 24,14%. Kandungan minyak dalam *spent earth* yang tinggi, berpotensi untuk untuk dikonversi secara katalitik dan menghasilkan biofuel. Perengkahan katalitik adalah proses pemutusan molekul hidrokarbon rantai panjang dengan menggunakan katalis dimana minyak nabati direaksikan dengan katalis heterogen yang umumnya terdiri dari komponen aktif dan pendukung [4].

Katalis heterogen merupakan katalis yang sering digunakan dalam proses *cracking* karena dalam prosesnya katalis ini lebih menguntungkan. Selain lebih stabil pada suhu tinggi, katalis heterogen juga lebih mudah dipisahkan dan diperoleh kembali dari produk. Secara umum katalis heterogen terdiri dari bahan aktif dan bahan pendukung [5]. Katalis jenis ini umumnya berbentuk padat dan banyak digunakan dalam reaktan cair atau gas. Beberapa contoh katalis heterogen adalah zeolit, CaO, MgO, dan resin penukar ion. Pada penelitian sebelumnya [6], digunakan katalis γ -alumina pada pembuatan *biogasoline* dan dihasilkan yield sebesar 28,0%, sedangkan peneliti lainnya [5] menggunakan katalis Ni/zeolit alam dengan perolehan yield 52,86 %. Dari penelitian yang telah dilakukan, penggunaan katalis zeolit pada proses *cracking*, menunjukkan hasil yang lebih baik. Selain zeolite, kaolin juga memiliki potensi sebagai katalis. Kaolin merupakan salah satu jenis *clay* yang banyak digunakan di industri karena memiliki tingkat kecerahan yang cukup tinggi, tahan terhadap panas dan tidak menyusut [7].

Berdasarkan latar belakang diatas, pada penelitian ini diteliti potensi minyak yang berasal dari *spent earth* sebagai bahan baku pada proses *cracking* untuk menghasilkan biofuel dengan menggunakan katalis zeolit dan kaolin.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe pada bulan Maret 2021 sampai Juni 2021. Alat yang digunakan adalah ayakan 100 mesh, beaker gelas, erlenmeyer, gelas ukur, hot plate, kondensor, labu tiga leher, oven, spatula, termometer, timbangan digital. Bahan yang digunakan terdiri dari minyak dari limbah *spent earth*, aquadest, katalis (zeolit dan kaolin), NH_4Cl , dan HCL. Pengujian biofuel: bilangan oktan, densitas, kandungan air dan komposisi biofuel (GC-MS).

Prosedur Kerja

a. Preparasi Zeolit

Zeolit komersil diayak dengan ukuran 100 mesh, lalu direndam dengan aquadest selama 24 jam dan disaring. Zeolit hasil penyaringan, dipanaskan dengan menggunakan oven selama 3 jam pada suhu 110°C. Kemudian zeolit direndam menggunakan NH_4Cl 1 M pada suhu kamar selama 24 jam. Zeolit disaring lalu dicuci dengan aquadest hingga pH netral dan disaring menggunakan kertas saring. Zeolit kemudian dikeringkan kembali dalam oven pada temperatur 110°C. Setelah dingin, zeolit diletakkan dalam cawan porselen dan dikalsinasi selama 2 jam pada temperatur 450°C, selanjutnya didinginkan sampai pada suhu kamar [8].

b. Preparasi Kaolin

Kaolin diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh, kemudian ditimbang sebanyak 400 gram dan diaktivasi dengan larutan HCL 1,2 M. Setelah itu kaolin dimasukkan ke dalam gelas beker 1000 mL dan dilakukan pengadukan dengan kecepatan 200 rpm selama 60 menit. Selanjutnya kaolin tersebut dipisahkan dari larutan HCL dengan cara disaring menggunakan kertas saring, kaolin yang tersisa pada kertas saring dicuci dengan aquadest. Kaolin yang telah diaktivasi secara kimia kemudian dikalsinasi pada suhu 450°C selama 30 menit. Kaolin dari *furnace* dikeluarkan dan didinginkan sampai pada suhu kamar [9].

c. Proses Catalytic Cracking

Serangkaian alat *catalytic cracking* disiapkan terlebih dahulu. Kemudian labu leher tiga ditimbang sebelum dan sesudah diisi dengan minyak sawit, demikian pula tempat produk dan katalis yang akan digunakan. Pada percobaan pertama sebanyak 100 ml limbah minyak sawit dan 10 gram katalis dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Selanjutnya mantel pemanas dijalankan hingga mencapai temperatur 150°C serta pengaduk dioperasikan pada putaran 400 rpm. Proses berlangsung selama 3 jam, setelah itu pengaduk dimatikan [10].

Kemudian *biofuel* hasil perengkahan disaring untuk dipisahkan dari katalis, lalu ditimbang massanya dan dihitung rendemennya dengan rumus.

$$Yield = \frac{\text{massa biofuel}}{\text{massa umpan}} \times 100\% \quad \text{Persamaan (1)}$$

Produk dengan hasil rendemen tertinggi ditetapkan sebagai variabel terbaik proses. Proses *catalytic cracking* dijalankan kembali dengan variasi lain yaitu perbandingan katalis zeolit : kaolin (0:100; 30:70; 50:50; 70:30; 100:0), dan temperatur (150°C, 175°C, 200°C). Produk *biofuel* yang dihasilkan akan dikarakterisasi dengan menggunakan GC-MS dan diuji bilangan oktan, densitas, dan *water content*.

d. Analisis Senyawa Kimia *Biofuel* dengan GC-MS

Prosedur dalam analisa *Biofuel* menggunakan GC-MS sebagai berikut : Diambil sampel sebanyak 500 µL dan diencerkan, kemudian digunakan 20 µL etanol yang berfungsi sebagai standar dan diinjeksi sampel kedalam sistem GC-MS sebanyak 0,2 µL dan diatur suhu pada set point kolom 80°C dengan suhu injeksi 250°C. Kemudian diatur juga tekanan sebesar 12 Kpa, laju alir 30,0mL/min, laju alir kolom 0,46mL/min dan rasio split sebesar 59,1.

e. Uji Bilangan Oktan

Analisa bilangan oktan menggunakan alat *portable octane analyzer* dengan cara pengoperasiannya sebagai berikut : Nyalakan alat *octane number*, tunggu sampai dilayar muncul tulisan “Zero Adjust” dan tutup tempat pengujian dengan menggunakan penutup berwarna hitam. Tekan tombol zero adjust dan tunggu sampai timbul tulisan “put in sample” dilayar monitor. Letakkan sampel di tempat pengujian dan tutup kembali menggunakan tutup sampel. Tekan tombol “Enter”, tunggu sampai muncul tulisan “Remove and Replace” pada layar monitor. Angkat dan letakkan sampel dengan posisi diputar 180° lalu letakkan kembali dan ditutup. Tekan tombol enter, tunggu sampai muncul tulisan “Remove and Press Z”. Pindahkan sampel dan tutup kembali tempat pengujian. Tekan tombol zero adjust dan tunggu sampai hasil pengujian dicetak. Bila ingin dilakukan pengujian kembali, ulangi langkah di atas. Setelah selesai pengujian matikan alat.

f. Uji Densitas

Menentukan volume piknometer

Ditimbang piknometer kosong, isi piknometer sampai penuh dengan aquades pada temperatur 20°C atau pada temperatur ruang (misal 27°C) yang telah diketahui berat jenisnya ($d_{20/4} = 0,9982$ dan $d_{27/4} = 0,9968$). Timbang piknometer yang berisi aquades tersebut tepat pada temperatur 20°C atau temperatur ruang, lap dengan tisu kering seluruh bagian luar piknometer sebelum ditimbang. Hitung berat aquades tersebut ((piknometer + aquades) – piknometer kosong). Hitung volume aquades.

$$V_{\text{aquades}} = V_{\text{pikno}}$$

$$V_{\text{pikno}} = \frac{(\text{massa pikno} + \text{aquades}) - \text{massa pikno kosong}}{\rho_{\text{aquades}}} \quad \text{Persamaan (2)}$$

Menentukan densitas *biofuel*

Ditimbang piknometer kosong, Isi piknometer dengan *biofuel* yang telah di peroleh sampai tanda batas. Ditimbang kembali dan catat beratnya. Hitung densitas *biofuel*.

$$\rho = \frac{(\text{massa sampel} + \text{massa pikno}) - \text{massa pikno kosong}}{\text{vol. pikno}} \quad \text{Persamaan (3)}$$

g. Uji Kadar Air

Analisa kadar air menggunakan alat Moisture Analyzer MX-50, dengan cara sebagai berikut: Langkah pertama yaitu membuka tutup alat, kemudian tekan tombol reset untuk penolakan. Masukkan sampel ke dalam sampel pan, kemudian ditutup. Tekan tombol start untuk memulai pengukuran. Hasil pengukuran ditampilkan pada *display*, ditandai dengan lampu alat mati.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Satuan Proses Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe. Penelitian ini difokuskan pada proses perengkahan katalitik yang dilakukan untuk pembuatan *biofuel* dengan limbah minyak sawit dari *spent earth* sebagai bahan baku utama, sedangkan zeolit dan kaolin sebagai katalisnya. Produk *biofuel* yang dihasilkan akan dilakukan pengujian octane number, densitas, kadar air dan hasil yang terbaik akan dianalisa *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS).

Pengaruh Temperatur dan Perbandingan Katalis Terhadap Persen Yield

Pada penelitian ini divariasikan temperatur operasi yaitu 150°C, 175°C, dan 200°C serta rasio katalis zeolit:kaolin (0:100, 30:70, 50:50, 70:30, 100:0). Variabel tetap yaitu waktu reaksi selama 3 jam dan volume umpan 100 ml. Hasil yang diperoleh dijabarkan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Data sintesa dan karakteristik *biofuel* hasil perengkahan katalitik

Variabel			Analisa Variabel terikat		
Temp. Reaksi (°C)	Perbandingan Katalis (zeolit : kaolin)	Yield (%)	Octane Number (RON)	Densitas (Kg/m ³)	Kadar Air (%)
150	Sampel 0		69,9	929	0,2743
	0 : 100	64,41	69,9	797	0,1542
	30 : 70	66,29	70,7	791	0,1179
	50 : 50	65,78	73,2	777	0,1156
	70 : 30	66,72	75,9	768	0,0913
	100 : 0	67,60	69,3	769	0,1083
175	0 : 100	69,93	75,9	782	0,1115
	30 : 70	70,81	76,3	775	0,0782
	50 : 50	69,50	77,4	764	0,0736
	70 : 30	71,41	83	757	0,0495
	100 : 0	71,68	75,9	758	0,0742
	0 : 100	73,93	78,7	775	0,1985
200	30 : 70	75,12	80,5	766	0,0533
	50 : 50	73,82	85,1	758	0,0511
	70 : 30	76,13	90,5	751	0,0301
	100 : 0	76,48	85,7	752	0,0496
Standar mutu bensin (SNI)			88-95	715-770	<0,05

Sumber: Hasil pengukuran, 2021

Berdasarkan **Tabel 1** terlihat bahwa temperatur dan perbandingan katalis zeolit sangat mempengaruhi rendemen atau *yield* dari biofuel. *Yield biofuel* paling besar diperoleh sebesar 76,13% dan 76,48% pada temperatur 200°C dan rasio katalis (70:30) dan (100:0). Dalam hal ini hubungan antara temperatur dan rasio katalis zeolit berbanding lurus. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [11] yang menyatakan bahwa hasil *catalytic cracking* produk cair akan meningkat seiring meningkatnya temperatur dan persentase katalis yang digunakan. *Catalytic cracking* merupakan proses perengkahan dengan menggunakan katalis (katalis heterogen) sebagai material yang mampu mempercepat laju reaksi untuk mencapai kesetimbangan dan menghasilkan produk akhir reaksi melalui mekanisme pembentukan ion karbonium [12]. Proses perengkahan berkatalis ini dilakukan dengan menggunakan temperatur 150-200°C dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Hal ini disebabkan karena proses perengkahan ini dapat terjadi pada suhu lebih rendah dan tekanan lebih rendah, berbeda dengan perengkahan termal yang menggunakan temperatur dan tekanan yang tinggi tanpa keberadaan katalis [13]. Data pada **Tabel 1** diperkuat dengan **Gambar 1**.

Gambar 1. Pengaruh temperatur dan perbandingan katalis terhadap persen *yield biofuel*

Sumber: Hasil penelitian, 2021

Pengaruh Temperatur dan Perbandingan Katalis terhadap Octane Number

Octane number atau angka oktan merupakan ukuran kuantitas dari suatu bahan bakar cair. Angka oktan juga bisa dikatakan dengan sebuah nilai yang menunjukkan sifat anti ketukan (detonasi), dengan kata

lain, semakin tinggi nilai oktan maka dapat mengurangi terjadinya detonasi (*knocking*) pada proses pembakaran. Pengaruh temperatur dan perbandingan katalis terhadap nilai oktan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Gambar 2. Pengaruh temperatur dan perbandingan katalis terhadap nilai oktan
Sumber: Hasil penelitian, 2021

Berdasarkan **Tabel 1** dan **Gambar 2** diketahui angka oktan paling tinggi diperoleh pada biofuel hasil perengkahan berkatalis pada temperatur 200°C dan rasio katalis zeolit:kaolin (70:30) yakni sebesar 90,5 RON. Sedangkan angka oktan biofuel paling rendah terdapat pada temperatur 150°C dan rasio katalis zeolit:kaolin (0:100) sebesar 69,9 RON. Dengan demikian, angka oktan dari salah satu biofuel yang dihasilkan mencapai standar mutu bensin [14] yakni berkisar 88 – 95 RON. Sementara itu, angka oktan biofuel yang tidak mencapai SNI diduga disebabkan masih banyaknya fraksi berat yang terkandung dalam produk, serta banyaknya kandungan asam lemak yang belum terengkah atau tidak terengkah secara sempurna.

Pengaruh Temperatur dan Perbandingan katalis terhadap Densitas dari Biofuel

Pengukuran densitas diperlukan sebagai salah satu parameter uji dalam melihat karakterisasi biofuel yang diperoleh. Berdasarkan **Tabel 1** diperoleh hubungan temperatur dan rasio katalis terhadap densitas biofuel, hal ini diperjelas dalam **Gambar 3**.

Gambar 3. Pengaruh temperatur dan perbandingan katalis terhadap densitas *biofuel*
Sumber: Hasil penelitian, 2021

Pada **Gambar 3** terlihat bahwa semakin tinggi temperatur dan konsentrasi katalis zeolit yang digunakan maka akan semakin baik pula densitas biofuel yang dihasilkan. Hasil pengukuran densitas pada temperatur 150°C dengan perbandingan katalis zeolit:kaolin (0:100, 30:70, 50:50, 70:30, 100:0) diperoleh hasil yang paling tinggi sebesar 797 kg/m³, sedangkan yang paling rendah yaitu 769°C. Densitas biofuel

pada temperatur 175°C dengan perbandingan katalis yang sama didapat hasil paling tinggi yaitu 782 kg/m³ dan yang paling rendah 758 kg/m³, dan pada temperatur 200°C dengan perbandingan katalis yang sama didapat nilai densitas paling tinggi sebesar 775 kg/m³ dan nilai densitas paling rendah yaitu 752 kg/m³. Bila dibandingkan dengan standar densitas bensin [14] yaitu pada kisaran 715-770 Kg/m³, maka secara keseluruhan nilai densitas dalam penelitian ini memenuhi standar. Hal ini menandakan telah terjadinya proses perengkahan yang mengakibatkan rantai karbon menjadi lebih pendek sehingga terjadi penurunan densitas [15].

Pengaruh Temperatur dan perbandingan katalis terhadap Kadar Air Biofuel

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) kadar air yang terkandung dalam biofuel maksimum 0,05%. Kadar air merupakan salah satu tolak ukur mutu biofuel dan parameter penting dalam penentuan kualitas biofuel. Kadar air biofuel mempengaruhi lamanya daya simpan biofuel. Hasil kadar air biofuel terlihat pada **Gambar 4**.

Gambar 4. Pengaruh temperatur dan perbandingan katalis terhadap kadar air dari *biofuel*
Sumber: Hasil penelitian, 2021

Berdasarkan **Tabel 1** dan **Gambar 4** terlihat bahwa kadar air dari biofuel yang memenuhi standar, diperoleh sebesar 0,0301% serta 0,0496% pada temperatur 200°C dengan rasio katalis (70:30) dan (100:0). Nilai ini masih memenuhi baku mutu bensin, yaitu < 0,05%. Sedangkan kadar air tertinggi sebesar 0,1542% terdapat pada temperatur reaksi 150°C dengan rasio perbandingan katalis zeolit:kaolin (0:100). Hal ini disebabkan karena pada suhu operasi yang rendah, kecepatan penguapan berjalan lambat. Namun hal ini kenaikan kadar air juga terjadi pada temperatur 200°C dan rasio katalis zeolit:kaolin (0:100) yang memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan pada suhu sebelumnya yaitu 0,1985%. Terjadinya kenaikan kadar air ini dimungkinkan kadar air bahan baku sebelum perengkahan lebih tinggi dibandingkan pada proses perengkahan lainnya.

Analisa komposisi biofuel menggunakan GC-MS

Analisa komponen biofuel menggunakan GC-MS (Gas Chromatography–Mass Spectrometry) di Laboratorium Kimia Analitik, Politeknik Negeri Lhokseumawe. Sampel yang diukur adalah biofuel yang memberikan nilai oktan tertinggi. Hasil analisis komposisi biofuel dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, menunjukkan adanya lima puncak kromatogram, yaitu Decane 3-methyl- (CAS) 3-Methyldecane (C₁₁H₂₄) sebesar 4,60% dengan waktu retensi 23.309 menit, puncak kedua 1-Octanol, 2-butyl- (CAS) 2-butyl-1-octanol (C₁₂H₂₆) sebesar 8,99% dengan waktu retensi 24.622 menit, puncak ketiga Hexadecane (C₁₆H₃₄) sebesar 22,49% dengan waktu retensi 24.748 menit, puncak keempat Octadecanoic acid (C₁₈H₃₄O₂) sebesar 9,54% dengan waktu retensi 25.030 menit, dan puncak kelima Methyl Ricinoleate (C₁₉H₃₆O₃) sebesar 54,38% dengan waktu retensi 26.429 menit.

Dari puncak tersebut dapat diketahui bahwa hasil perengkahan terindikasi adanya hidrokarbon rantai pendek, seperti pada waktu retensi 23.309 menit yang menunjukkan Decane 3-methyl- (CAS) 3-Methyldecane (C₁₁H₂₄). Begitu juga pada puncak kedua dengan waktu retensi 24.622 menit, menunjukkan adanya 1-Octanol, 2-butyl- (CAS) 2-butyl-1-octanol (C₁₂H₂₆). Komponen penyusun ini membuktikan terbentuknya biofuel hasil reaksi perengkahan dimana. Kualitas *biofuel* ditentukan dari hasil karakterisasi sifat fisik dan kimia [16].

Gambar 5. Hasil analisa GC-MS perengkahan katalitik SBE

Sumber: Hasil penelitian, 2021

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, temperatur proses dan komposisi katalis yang paling baik untuk menghasilkan *biofuel* adalah pada temperatur 200°C dan rasio zeolite:kaolin (70:30) dengan *yield* sebesar 76,13%. *Biofuel* yang diperoleh memiliki kadar air 0,0301%, *octane number* 90,5 RON dan densitas 751 kg/m³. Sedangkan dari hasil analisa komposisi menggunakan GC-MS, *biofuel* mengandung C₁₁H₂₄ sebesar 4,60%, C₁₂H₂₆ sebesar 8,99%, C₁₆H₃₄ sebesar 22,49%, C₁₈H₃₄O₂ sebesar 9,54% dan C₁₉H₃₆O₃ sebesar 54,38%.

5. Referensi

- [1] G. Wiratmaja, "Pengujian karakteristik fisika *biogasoline* sebagai bahan bakar alternatif pengganti bensin murni," *J. Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 4 (2), hal. 145-154, 2010.
- [2] T. S. Muryati, A. Sundaryono, D. Handayani, "Pembuatan *biofuel* dari limbah cair PMKS dengan katalis MoCo-HZ" *J. Pendidikan dan ilmu kimia*, vol. 2 (2), hal. 161-165, 2018.
- [3] S. Krisyanti dan Sukandar, "Recovery minyak dari limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) spent bleaching earth dengan metode ekstraksi pelarut," *J. Teknik Lingkungan*, vol. 17 (1), hal. 35-46, 2011.
- [4] S. Dan, dan K. Nio, "Uji aktivitas catalytic cracking crude biodiesel," *Skripsi, Program Studi Kimia*, 2019.
- [5] P. E. Rahayu, "Konversi minyak sawit menjadi *biogasoline* menggunakan katalis Ni/zeolit alam," *Skripsi, UNS*, 2012.
- [6] A. Wijanarko, D. A. Mawardi, & M. Nasikin, "Produksi *biogasoline* dari minyak sawit melalui reaksi perengkahan katalitik dengan katalis γ -alumina," *J. MAKARA*, 10 (2), hal. 51–60, 2010.
- [7] R. Dewi, H. Agusnar, Tamrin & Z. Alfian, "Characterization of technical kaolin using XRF, SEM, XRD, FTIR and its potentials as industrial raw materials", *IOP Conf. Series: J. of Physics: Conf. Series* 1116 042010, 2018.
- [8] N. Hindryawati, Sumarni, Alimuddin, "Aktivasi dan Karakterisasi zeolit alam menggunakan NaOH." *J. Atom*, 106–110. 2018
- [9] M. Hanani, "Aktivasi fisika, kimia dan kimia fisika pada kaolin sebagai adsorben logam Pb pada limbah laboratorium kimia Uin Maulana Malik Ibrahim Malang". *Skripsi, UIN Maulana Malik Ibrahim*, 2019.
- [10] T. Yolanda, "Catalytic cracking minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L) menggunakan katalis zeolit alam" *Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah*, 2018.
- [11] K. Rifqi, S. Kadarwati, S. Wahyuni, "Preparasi, karakterisasi dan uji aktivasi Ni-Mo/zeolit alam dalam proses catalytic cracking jelantah menjadi *biogasoline*" *Indo. J.Chem. Sci*, vol. 1(1), 2012.
- [12] A. Andika, "Pembuatan katalis heterogen Ni-Mo/H-ZSM-5 untuk memproduksi *biofuel* dari minyak biji kapuk randu melalui proses catalytic hydrocracking" *Tesis. Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November*. 2018.

-
- [13] E. Wahyudi, Zultiniar, E. Saputra, "Pengolahan sampah plastik polipropilena (PP) menjadi bahan bakar minyak dengan metode perengkahan katalitik menggunakan katalis sintetis" *J. Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, vol. 11 (1), hal. 17-23, 2016.
- [14] K. Migas, "Standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis bensin (gasoline) RON 98 yang dipasarkan di dalam negeri," No. 0177.K/10/DJM.T/2018.
- [15] S.V. Sinaga, A. Haryanto, S. Triyono, "Pengaruh suhu dan waktu reaksi pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah," *J. Teknik Pertanian*. Vol.3, No.1.p.27-34, 2014.
- [16] I. Utami, R. Solikhah, I. Istadi. "Sintesa katalis super asam $\text{SO}_4^{2-}/\text{ZnO}$ produksi biodiesel dari minyak kelapa sawit," *J. Tekkim dan Industri*. Vol. 1 (1), hal. 69-78, 2012.