

PERENKAHAN KATALITIK MINYAK JELANTAH UNTUK MENGHASILKAN *BIOFUEL* MENGGUNAKAN KATALIS NI-MO/ZEOLIT

Riko Saputra¹, Ida Zahrina², Yelmida²

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
rikoteratai@yahoo.co.id

ABSTRACT

The use and utilization of biofuel became the main alternative to overcome the problem of dependence on fuel. Biofuel can be produced from the cracking of waste cooking oil. Waste cooking oil can be converted into biofuels through a catalytic cracking process using a catalyst Ni.Mo / Zeolite. Metal concentration was varied at 0%; 0,5%; 1%; and 1,5%; with a variation of the reaction temperature, 380°C, 400°C and 420°C. Cracking process using nitrogen gas with a flow rate of 150 ml / min. Maximum product yield obtained at a temperature of 400°C with metal concentrations 1.5%, amounting to 108 ml with 43.06% biofuel conversion. Biofuel composition obtained Diesel: 42.82 %

Key Words: Biofuel, Catalytic Cracking, Ni.Mo/Zeolite, waste cooking oil

1 Pendahuluan

Cadangan minyak bumi Indonesia tahun 2012 hanya sekitar 3.92 miliar barel, menurun dari tahun 2011 sebesar 4.03 miliar barel, Dalam lima tahun terakhir (2006-2010), konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) bersubsidi di Indonesia mencapai 191,3 juta kl (2006: 37,4 juta kl; 2007: 38,6 juta kl; 2008: 39,2 juta kl; 2009: 37,7 juta kl; 2010: 38,4 juta kl). Dilihat dari jenis BBM bersubsidi, premium menyerap 60% (23,1 juta kl) dari total perkiraan realisasi BBM bersubsidi 2010 sebesar 38,4 juta kl. Apabila kita lihat dari pengguna BBM bersubsidi, maka sektor transportasi darat menggunakan 89% (32,5 juta kl), sedangkan rumah tangga 6%, perikanan 3%, usaha kecil 1%, dan transportasi air 1% (Anonim, 2011). Pemakaian bahan bakar semakin meningkat setiap tahunnya tanpa disertai upaya penyediaan bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar yang berbasis minyak bumi. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah melalui Peraturan Presiden No.5 tahun 2006 tentang kebijakan

energi nasional yang berprinsip pada kebijakan harga, diversifikasi, dan konversi energi.

Diversifikasi energi adalah pemanfaatan energi alternatif, salah satunya adalah Bahan Bakar Nabati (BBN), yang merupakan energi alternatif yang mudah diperoleh di Indonesia. Instruksi Presiden No.I/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati atau *Biofuel* sebagai bahan bakar lain, merupakan suatu instruksi yang menegaskan pentingnya pengembangan BBN (Sugiono, 2005). Indonesia merupakan negara penghasil CPO terbesar di dunia dengan produksi 23,5 juta ton (Hasan, 2012). Luas perkebunan sawit Indonesia pada tahun 2012 mencapai 7.9 juta hektar sedangkan provinsi Riau pada tahun 2012 2.1 juta hektar (Ferry, 2012). *Biofuel* cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki kandungan fraksi gasoline 59,75%, fraksi kerosin 27,26% dan fraksi diesel 6,76%. Variasi temperatur dan waktu reaksi akan mempengaruhi *yield* (%) yang dihasilkan (Nurjannah, 2010). Mengacu pada Peraturan Presiden No.5 tahun 2006 tentang

kebijakan energi nasional dan Instruksi Presiden No.I/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan BBN, maka produksi BBN atau *Biofuel* berbahan baku minyak jelantah sangat tepat dilakukan di Indonesia.

Dengan banyaknya pertumbuhan penduduk Indonesia dan banyaknya restoran siap saji yang berkembang, menyebabkan tingginya permintaan goreng. Tingginya konsumsi minyak goreng maka minyak jelantah yang di hasilkan akan semakin banyak pula. Minyak jelantah yang di hasilkan oleh KFC dalam satu hari adalah 33.750 liter dan dalam setahun Indonesia menghasilkan 4 juta ton minyak jelantah.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan hasil yang maksimal dari operasi perengkahan minyak jelantah menjadi *biofuel* menggunakan katalis Ni.Mo/Zeolit dengan variasi temperatur reaksi dan konsentrasi logam pengemban. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan senyawa yang terkandung dalam produk yang dihasilkan.

2 Metodologi

Penelitian ini melalui beberapa tahapan.

a. Pembuatan Katalis

Tahap pertama pembuatan katalis adalah pengecilan ukuran katalis zeolit dengan cara digerus dengan lumpang porcelain, kemudian diayak dengan ukuran ayakan -100+200 mesh dengan ketentuan ukuran partikel yang diambil merupakan partikel-partikel yang lolos pada pengayak 100 mesh dan tertahan pada pengayak 200 mesh (Indra, 2010). Zeolit kemudian diaktivasi fisika dengan dengan dipanaskan di dalam oven dengan suhu 300°C selama 3 jam, lalu didinginkan di dalam desikator. Selanjutnya dilakukan aktivasi kimia dengan merendam zeolit di dalam H₂SO₄ 0,2 N selama 30 menit dengan pengadukan, lalu disaring dan dicuci dengan aquadest hingga pH netral.

Tahap berikutnya adalah pengembanan (impregnasi) logam molibdenum (Mo) dengan cara sampel zeolit yang telah diaktifasi dilarutkan dalam 100 ml (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, direfluks dan diaduk pada suhu 90 °C selama 6 jam pada reaktor alas datar ukuran 1 L, kemudian sampel disaring dan dicuci. *Cake*

kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama 3 jam (diperoleh sampel Mo/zeolit). Sampel tersebut kemudian direfluks dan diaduk kembali dengan larutan Ni(NO₃)₂.6H₂O pada suhu 90 °C selama 6 jam, kemudian disaring dan dicuci. Sampel ini dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama 3 jam, dan didapat sampel Ni-Mo/Zeolit (Indra, 2010). Pengembanan logam divariasikan sebesar 0,5%, 1% dan 1,5% b/b terhadap sampel zeolit.

Katalis Ni.Mo/Zeolit tersebut dikalsinasi pada suhu 500 °C selama 4 jam, oksidasi pada suhu 400 °C selama 2jam dan direduksi pada suhu 400 °C selama 2 jam. Ni.Mo/Zeolit ini selanjutnya digunakan sebagai katalis untuk proses perengkahan katalitik minyak jelantah menjadi *biofuel*.

Zeolit alam, zeolit aktif dan katalis Ni.Mo/Zeolit selanjutnya dianalisa menggunakan *X-Ray Diffractometer* (XRD), yang dilakukan untuk mengetahui jenis mineral yang terdapat pda katalis serta untuk mengetahui struktur kristalinitas komponen penyusun katalis.

b. Perengkahan Minyak Jelantah

Minyak Jelantah sebanyak 150 gr dimasukkan ke dalam reaktor perengkahan yang sebelumnya telah diisi dengan katalis Ni-Mo/Zeolit sebanyak 2 gr. Reaksi perengkahan dilakukan selama 120 menit dengan variasi temperatur reaksi 380 °C, 400 °C, 420 °C. Bahan diaduk menggunakan pengaduk listrik dengan kecepatan pengadukan 300 rpm dan dialiri gas nitrogen 150 ml/menit untuk menghindari keterlibatan oksigen dalam reaksi. Produk keluar dari reaktor dalam bentuk gas, yang kemudian akan dikondensasi untuk merubahnya menjadi fase cair dan ditampung dalam *erlenmeyer*. Produk yang terbentuk di analisa komponen kimianya menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS).

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Analisa XRD

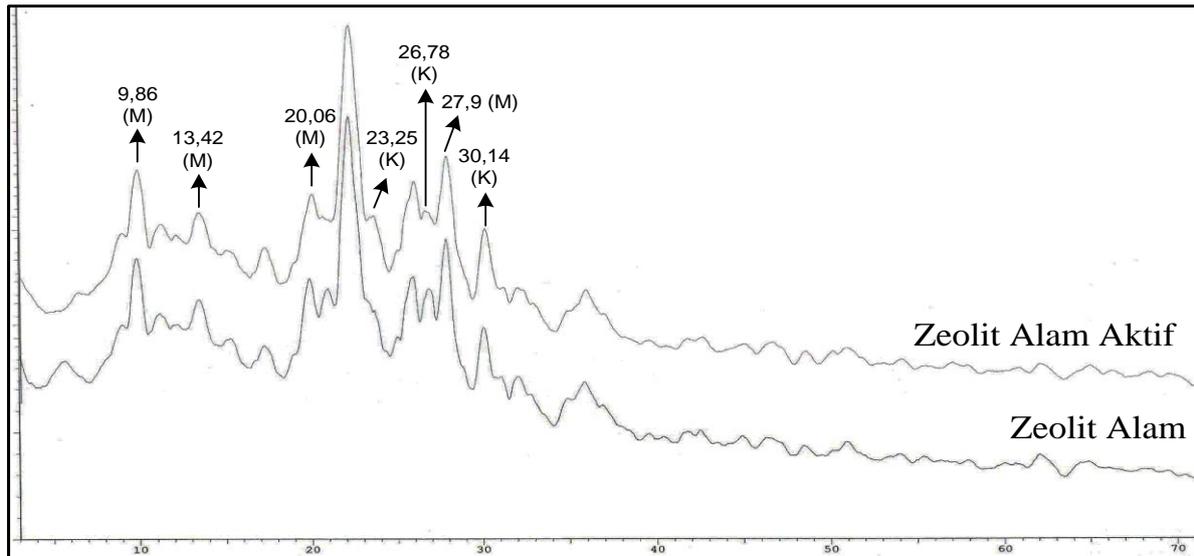
Analisa *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan untuk mengetahui jenis mineral yang

terdapat pada katalis serta untuk mengetahui

penyusun katalis. Jenis mineral penyusun sampel ditunjukkan oleh daerah munculnya puncak (2θ), sedangkan tingkat kristalinitas struktur komponen ditunjukkan oleh tinggi rendahnya intensitas puncak. Pola difraksi mineral dari hasil analisis difraksi sinar X dicocokkan nilai 2θ nya dengan data JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction*

tingkat kristalinitas struktur komponen *Standars*). Data nilai 2θ dari puncak-puncak mineral klinoptilolit dan mordenit dapat dilihat pada Tabel 1.

Pola difraksi sinar X menunjukkan adanya perubahan pola difraksi antara zeolit alam dan zeolit alam aktif. Perbandingan hasil difraksi sinar X antara zeolit alam dan zeolit alam aktif ditunjukkan pada Gambar 1.

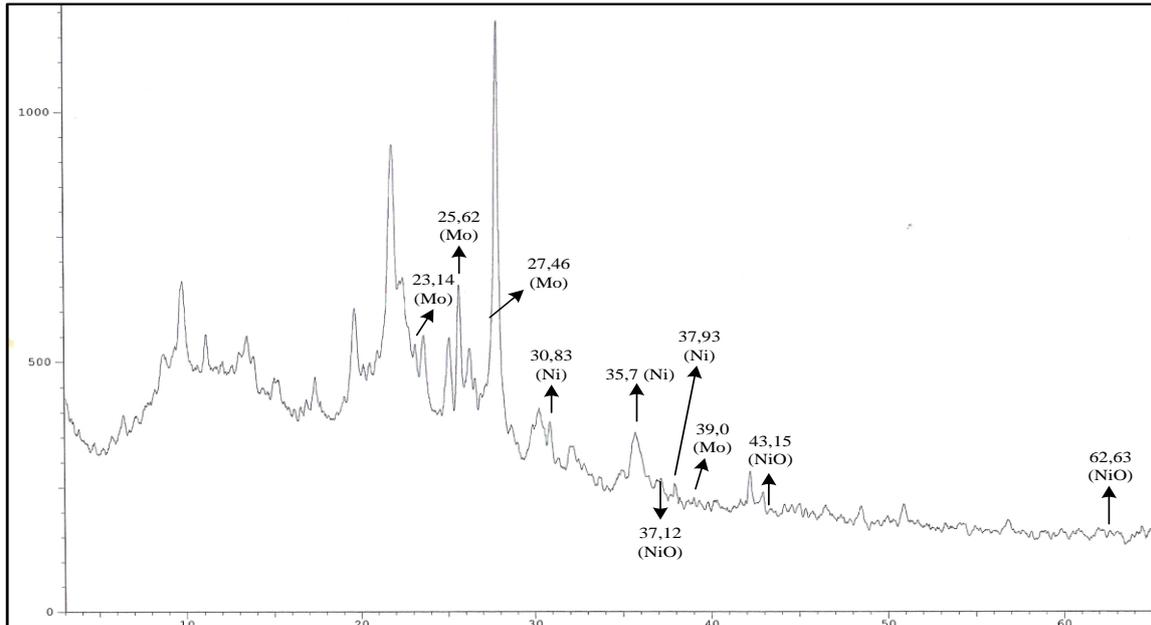


Gambar 1 Perbandingan Hasil Difraktogram Sinar X Zeolit Alam dan Zeolit Alam Aktif

Pada Gambar 1 terlihat adanya puncak-puncak mineral klinoptilolit dan mordenit pada zeolit alam. Puncak mineral klinoptilolit (K) terlihat pada $23,25^\circ$; $26,78^\circ$; dan $30,14^\circ$. Sementara itu, puncak mineral mordenit (M) terlihat pada $9,86^\circ$; $13,42^\circ$; $20,06^\circ$; dan $27,9^\circ$. Hasil analisa XRD ini membuktikan bahwa zeolit alam yang digunakan mengandung mineral-mineral utama dari zeolit.

Hasil difraksi sinar X zeolit alam aktif menunjukkan adanya perubahan nilai 2θ pada puncak-puncak mineral utama zeolit serta adanya perubahan nilai intensitas puncak 2θ yang membuktikan bahwa proses aktivasi pada zeolit dapat meningkatkan kristalinitas dari zeolit alam. Dapat dilihat juga pada Gambar 1 bahwa ada beberapa puncak 2θ pada zeolit

alam yang menghilang setelah dilakukan proses aktivasi. Puncak-puncak 2θ yang hilang ini diperkirakan merupakan senyawa-senyawa pengotor *nonframework* yang terdapat pada zeolit alam. Analisa XRD juga dilakukan pada katalis untuk mengidentifikasi keberadaan logam nikel dan molibdenum pada katalis. Puncak-puncak 2θ yang terbentuk pada difraktogram katalis dicocokkan dengan data standar JCPDS logam nikel dan molibdenum. Puncak-puncak 2θ logam nikel dan Molibdenum pada Tabel 2 dicocokkan dengan difraktogram katalis. Analisa XRD dilakukan pada katalis dengan konsentrasi logam 0,5%. Hasil difraksi sinar X katalis Ni.Mo/Zeolit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Difraktogram Katalis Ni.Mo/Zeolit

Pada difraktogram katalis, terbentuk beberapa puncak baru yang diidentifikasi sebagai logam nikel (Ni), yaitu pada 2θ $30,83^\circ$; $35,7^\circ$ dan $37,93^\circ$. Puncak nikel oksida (NiO) pada 2θ $37,12^\circ$; $43,15^\circ$ dan $62,63^\circ$. Puncak logam molibdenum (Mo) juga dapat diidentifikasi dari difraktogram katalis, yaitu pada 2θ $23,14^\circ$; $25,62^\circ$; $27,46^\circ$ dan $39,00^\circ$.

Puncak-puncak dari mineral klinoptilolit dan mordenit masih dapat diidentifikasi pada katalis Ni.Mo/Zeolit, yang membuktikan bahwa proses impregnasi, kalsinasi, oksidasi dan reduksi yang dilakukan pada zeolit alam aktif tidak merusak struktur utama dari zeolit tersebut. Intensitas puncak logam nikel dan molibdenum yang teridentifikasi tidak terlalu besar dikarenakan kadar logam yang kecil, yaitu sebesar 0,5%.

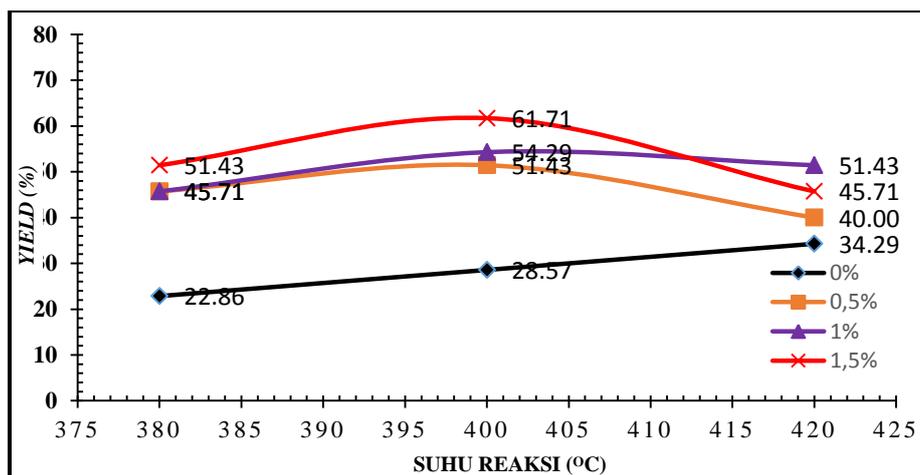
3.2 Hasil Analisa Produk

Analisa produk dilakukan untuk mengetahui nilai *yield* (%) serta untuk

mengetahui komposisi dari produk yang dihasilkan. Jenis dan komposisi senyawa yang penyusun produk dapat diketahui melalui analisa *Gas Chromatography - Mass Spectrometry* (GC-MS). Pada penelitian ini, analisa GC-MS dilakukan pada bahan baku yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Dari hasil analisa GC-MS, dapat dihitung nilai konversi dari *biofuel*.

3.2.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi Logam dan Kecepatan Pengadukan Terhadap *Yield* (%) Produk

Perengkahan Minyak jelantah dilakukan pada suhu 380 , 400 dan 420°C dengan variasi konsentrasi logam (Ni-Mo) 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% wt. Minyak Jelantah yang direngkah sebanyak 150 gr (175 ml). Proses perengkahan berlangsung selama 2 jam dengan laju alir gas N_2 150 ml/menit. Pengaruh temperatur dan konsentrasi logam terhadap *yield* (%) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Pengaruh Konsentrasi Logam dan Kecepatan Pengadukan Terhadap *Yield (%)*

Gambar 4 menunjukkan *yield* tertinggi sebesar 61.71% di dapatkan pada temperatur 400 °C dan konsentrasi logam 1.5% dan *yield* yang terendah di dapatkan pada temperatur 380 °C dengan konsentrasi logam 0% sebesar 22.86%. Semakin tinggi temperatur dan konsentrasi logam, produk yang dihasilkan akan semakin banyak pula, tetapi dengan kenaikan temperatur yang cukup tinggi maka *yield* biofuel yang di hasilkan akan cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada temperatur yang tinggi terjadi peningkatan pada produk senyawa alkana rantai pendek C1-C4 yang berwujud gas. Pembentukan senyawa

3.2.2. Analisa Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS)

Analisa GC-MS dilakukan untuk mengetahui jenis dan komposisi senyawa-senyawa yang terdapat dalam produk yang dihasilkan dari proses perengkahan. Pada penelitian ini, analisa GC-MS hanya dilakukan pada produk dengan *yield* tertinggi untuk setiap

Dari hasil GC-MS dapat di lihat bahwa fraksi total *biofuel* cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi logam. Peningkatan fraksi *biofuel* membuktikan bahwa logam nikel dan Molibdenum berperan dalam meningkatkan selektivitas katalis untuk menghasilkan *biofuel*. Peningkatan selektivitas terjadi karena pada katalis Ni.Mo/Zeolit, yang berperan sebagai katalis dalam proses

Peningkatan kadar logam berpengaruh pada keasaman katalis. Semakin tinggi kadar logam aktif dalam katalis, maka semakin tinggi

ini sangat di pengaruhi oleh faktor waktu dan temperatur proses, rantai C-C dari fraksi minyak ringan akan putus pada temperature tinggi (Hartiati, 2006). Sementara itu, peningkatan konsentrasi logam NiMo pada katalis juga mengakibatkan peningkatan jumlah produk yang dihasilkan. Peningkatan jumlah produk membuktikan bahwa pengembangan logam pada katalis akan meningkatkan aktivitas dari katalis. *Yield (%)* produk yang maksimal didapat pada suhu 400 °C dengan konsentrasi logam 1,5%, yaitu sebesar 61,71% atau 108 ml.

konsentrasi logam, yaitu produk pada suhu 400°C. Dari hasil analisa GC-MS yang dilakukan, dapat diketahui bahwa fraksi *biofuel* yang terbesar adalah fraksi *diesel* yang terkandung didalam produk yang dihasilkan yaitu 42,82 % pada temperatur 400°C dan konsentrasi logam 1.5 %.

perengkahan untuk menghasilkan *biofuel* adalah logam nikel dan zeolit. Sistem katalis seperti ini disebut katalis *bifunctional*, yang melibatkan logam dan pengembannya sebagai katalis (Trisunaryanti, dkk, 2005). Hal ini yang menyebabkan pengembangan logam dapat meningkatkan selektivitas katalis dalam menghasilkan *biofuel*.

pula keasaman katalis. Peningkatan kadar logam nikel pada permukaan katalis menyebabkan pembentukan muatan positif

parsial pada permukaan katalis. Muatan positif keasaman katalis (Suseno, dkk., 2003). Keasaman katalis ini berperan dalam proses *Hydrogen Spillover*. *Hydrogen Spillover* merupakan proses migrasi/perpindahan molekul hidrogen dari permukaan katalis ke rantai hidrokarbon (Bendseradj *et al.*, 2002). Hidrogen ini yang akan menyebabkan

3.2.3 Analisa Konversi *Biofuel*

Konversi *biofuel* didapat dari hasil perbandingan antara volume *biofuel* yang dihasilkan dengan volume Minyak jelantah yang digunakan. Sementara itu, volume *biofuel* didapat dari hasil perkalian antara fraksi total *biofuel* pada produk dengan volume produk yang dihasilkan dari proses perengkahan. Perhitungan nilai konversi *biofuel* ditujukan

Dari data dapat di lihat bahwa pengembanan logam nikel dan Molibdenum pada zeolit alam memberikan peningkatan yang signifikan terhadap konversi *biofuel*. Pengembanan logam memberikan nilai konversi dua kali lebih besar dari pada nilai konversi zeolit alam. Peningkatan ini membuktikan bahwa pengembanan logam meningkatkan selektivitas katalis terhadap *biofuel* yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar logam pada katalis, semakin tinggi pula konversi *biofuel* yang didapat, yang membuktikan bahwa logam nikel dan Molibdenum dapat meningkatkan kinerja dari katalis untuk menghasilkan *biofuel*.

Peningkatan suhu reaksi juga mengakibatkan peningkatan nilai konversi *biofuel*. Peningkatan nilai konversi ini dipengaruhi oleh kesetimbangan reaksi yang meningkat seiring dengan peningkatan suhu reaksi. Peningkatan kesetimbangan reaksi mengakibatkan reaksi bergerak ke arah kanan sehingga meningkatkan jumlah *biofuel* yang dihasilkan. Peningkatan konversi reaksi juga dipengaruhi oleh tekanan reaksi yang meningkat seiring dengan naiknya suhu. Nilai konversi Minyak jelantah menjadi *biofuel* yang terbesar didapat pada suhu 400 °C dengan konsentrasi logam 1,5% yaitu sebesar 43.06%, dengan volume *biofuel* sebesar 108 ml.

parsial ini yang mengakibatkan peningkatan pembentukan karbokation (senyawa karbon bermuatan positif). Karbokation ini yang akan memutuskan ikatan karbon rantai panjang menjadi lebih pendek. Sehingga peningkatan kadar logam pada katalis dapat meningkatkan selektivitas *biofuel*.

untuk menentukan kondisi terbaik reaksi perengkahan dari variasi-variasi yang dilakukan pada penelitian ini. Dari Hasil perhitungan nilai konversi *biofuel* di dapatkan nilai konversi *biofuel* terbesar pada temperatur 400 °C dan konsentrasi logam 1.5 % adalah 43.06 % dan terendah pada temperatur 380 °C dengan konsentrasi 0% sebesar 17.79%

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah di lakukan, dapat di ambil kesimpulan bahwa:

1. *Yield* produk perengkahan Minyak jelantah yang tertinggi didapatkan sebesar 108 ml (61.71%) dengan komposisi logam pengembanan katalis sebesar 1,5% pada suhu reaksi 400 °C.
2. Nilai konversi Minyak jelantah menjadi *biofuel* yang terbesar didapat pada suhu 400 °C dengan konsentrasi logam 1,5% yaitu sebesar 43.06%, dengan volume *biofuel* sebesar 74.93 ml.
3. Komposisi kimia produk *biofuel* dengan *yield* (%) tertinggi yaitu *Kerosene* dan *Diesel* sebesar 42.82%

5. Saran

Untuk perbaikan kegiatan penelitian selanjutnya, disarankan untuk meningkatkan laju alir gas nitrogen agar mengurangi pembentukan fraksi aldehid dan keton. Melakukan reaksi perengkahan dalam fasa gas untuk mendapatkan nilai konversi yang lebih tinggi dan menurunkan temperatur pendingin.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Ida Zahrina, ST., MT dan Dra. Yelmida, M,Si yang telah membimbing dan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2007, Gambaran Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit, *Departemen Perindustrian*, 18.
- Anonim, 2011, Industri Hilir Kelapa Sawit Indonesia, *InfoSAWIT Magazine*, 6-13.
- Gede, I., N., Y., dan Toelle, A., P.J., 2012, *Perusahaan Perkebunan Yang Modern, Efisien, Dan Menguntungkan*, PEFINDO., Jakarta, 2.
- Ferry, J., 2008, Industri Hulu sawit Indonesia, <http://www.infosawit.com>,
- Hasan, M.H., 2006, Industri minyak kelapa sawit Indonesia, <http://www.infosawit.com> , 20 Oktober 2010
- Indra, Y. S., 2010, Pembuatan dan karakterisasi katalis Ni-Mo/NZA untuk proses Catalytic Cracking Tandan Kosong Sawit menjadi Bahan Bakar Cair, *Skripsi*, Universitas Riau.
- Maranatha. 2008. SEM (Scanning Electron Microscope), www.mandelejev-rapuan.blogspot.com, diakses pada 19 Maret 2013, Pkl 13.04 WIB.
- Marita, E., 2010, Sintesa dan Karakterisasi Katalis Ni/NZA untuk Proses *Catalytic Cracking* Tandan Kosong Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair, *skripsi*, Universitas Riau.
- Nurjannah, Irmawati, Roesyadi, A., dan Danawati, 2010, Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan Biofuel Menggunakan HZSM-5 Sintesis, *Disertasi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sugiono, A., 2005, Pemanfaatan Biofuel Dalam Penyediaan Energi Nasional Jangka Panjang, *Seminar Teknologi Untuk Negeri*.
- Suseno, A., Wijayanto, W., Khanif, M., Hastuti, R., 2003, Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Nikel pada Padatan Pendukung Zeolit, *JSKA*, Vol.VI, No.1, FMIPA UNDIP.
- Trisunaryanti, W., 2009, Zeolit Alam Indonesia: Sebagai Absorben dan Katalis dalam Mengatasi Masalah Lingkungan dan Krisis Energi, *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar*, FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- Trisunaryanti, W., Triwahyuni, E. dan Sudiono, S., 2005, Preparasi, Modifikasi dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam, *TEKNOIN*, 10(4), 269-282.