



Konversi minyak biji alpukat menjadi fraksi bahan bakar cair melalui proses *catalytic cracking* menggunakan katalis CuO/ZAA

Conversion of avocado seed oil into liquid fuel fraction through catalytic cracking process using CuO/ZAA catalyst

Junifa Layla Sihombing^{1*}; Ahmad Nasir Pulungan¹; Dewi Purnama Sari¹; Moondra Zubir¹; Rini Selly¹

¹Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan-Indonesia

*Korespondensi: junifalayasihombing@gmail.com

Penelitian Konversi minyak biji alpukat menjadi fraksi bahan bakar cair melalui proses *catalytic cracking* menggunakan katalis zeolit alam aktif terimpregnasi oksida logam Cu (CuO/ZAA) bertujuan untuk menghasilkan produk bahan bakar cair setara fraksi biogasoline dan biodiesel. Penelitian ini telah dilakukan dengan 3 tahapan utama yaitu 1) Ekstraksi Minyak Biji Alpukat, 2) Preparasi dan Karakterisasi Katalis CuO/ZAA, 3) *Catalytic Cracking* Minyak Biji Alpukat dengan Katalis ZAA dan CuO/ZAA pada temperatur proses 450°C. Hasil konversi pada katalis ZAA dan katalis CuO/ZAA berturut-turut sebesar 8,39 % dan 10,32% untuk produk cair, 0,83% dan 0,99% untuk kokas dan 56,89 % dan 88,69% untuk residu. Dari analisis GC diperoleh selektivitas katalis ZAA dan CuO/ZAA berturut-turut adalah 61,70% dan 56,34% untuk fraksi bensin, 4,82% dan 10,88% untuk fraksi diesel dan 33,48% dan 32,78% untuk fraksi minyak berat. Dengan demikian disimpulkan bahwa impregnasi oksida logam CuO pada bahan pengemban zeolit sebagai katalis (CuO/ZAA) meningkatkan aktivitas katalitik katalis, namun selektivitas katalis CuO/ZAA terhadap fraksi bensin lebih rendah dibandingkan dengan katalis ZAA.

Kata kunci: katalis, *catalytic cracking*, minyak biji alpukat, CuO/ZAA, fraksi bahan bakar

Research on the conversion of avocado seed oil to liquid fuel fraction through catalytic cracking process using activated natural zeolite catalysts of Cu (CuO/ZAA) metal oxide, aims to produce liquid fuel products equivalent to biogasoline and biodiesel fractions. This research has been done with 3 main stages namely 1) Extraction of Avocado Oil, 2) Preparation and Characterization of CuO / ZAA Catalyst, 3) Catalytic Cracking of Avocado Seed Oil with ZAA and CuO/ZAA Catalyst at 450°C process temperature. The conversion results on ZAA catalyst and CuO/ZAA catalyst were 8.39% and 10.32%, respectively, for liquid products, coke 0.83% and 0.99%, and residues of 56.89% and 88.69%. From GC analysis, the selectivity of ZAA and CuO/ZAA catalyst were 61.70% and 56.39% for gasoline fraction, 4.82% and 10.88% for diesel fraction and 33.48% and 32.78% for heavy oil fraction. Impregnated of CuO on zeolite as catalyst (CuO/ZAA) increased the catalytic activity of catalyst, but the selectivity of CuO/ZAA catalysts against gasoline fraction was lower than ZAA catalyst.

Key words: catalyst, *catalytic cracking*, avocado oil, CuO / ZAA, fuel fraction

DOI: <https://doi.org/10.24114/jpkim.v9i2.7619>

Minyak bumi merupakan sumber energi dengan sifat tidak terbarukan. Departemen ESDM melaporkan bahwa produksi minyak sebagai bahan bakar saat ini sebesar 55 juta ton/tahun, dimana produksi ini diperkirakan hanya dapat mencukupi kebutuhan BBM di Indonesia selama 10 tahun kedepan. Krisis energi yang terjadi di Indonesia dan negara-negara di dunia telah mendorong untuk dilakukannya penelitian dan

eksplorasi sumber energi baru dan terbarukan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar dari minyak bumi dengan sifat ramah lingkungan (Sihombing dkk., 2014).

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alamnya, salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar cair yaitu minyak nabati dari biji alpukat. Biji alpukat memiliki

kandungan minyak sebesar 15-25 % dengan kandungan tertinggi berupa asam oleat sebesar 70,54% (Rachimoellah, 2009). Sang (2013) melaporkan bahwa minyak nabati dapat dikonversi menjadi bahan bakar *biofuel* melalui proses *catalytic cracking*.

Reaksi *catalytic cracking* atau perengkahan katalitik adalah reaksi perengkahan menggunakan katalis (katalis heterogen) sebagai material yang mampu mempercepat laju reaksi untuk mencapai kesetimbangan dan menghasilkan produk akhir reaksi melalui mekanisme pembentukan ion karbonium (Trisunaryanti, 2014). *Catalytic cracking* adalah metode umum yang sering digunakan untuk memecah rantai karbon yang cukup panjang menjadi molekul rantai karbon yang lebih pendek dengan menggunakan katalis (Charusiri dan Viditsan, 2005). Metode ini telah digunakan untuk mengkonversi minyak nabati menjadi fraksi karbon ringan dengan proses *cracking* atau *catalytic cracking* (Twaiq, 2003; Demirbas, 2003; Wijarnako dkk., 2006; Nasikin dkk., 2009; Mahardiani dkk., 2011; Sirajudin dkk., 2012; Santi dkk., 2013; Sihombing dkk., 2014, Wibowo dkk., 2014, Pulungan dkk., 2014, Sihombing dkk., 2016,). Fraksi ringan (*light hydrocarbon*) yang dimaksud adalah bahan bakar cair setaraf fraksi *biogasoline*.

Katalis heterogen banyak digunakan dalam industri petroleum, salah satunya adalah zeolit (Trisunaryanti, 2014). Zeolit adalah kristal silikat aluminium dengan struktur jaringan tiga dimensi. Unit struktural utama adalah tetrahedrons $[\text{SiO}_4]^{-4}$ dan $[\text{AlO}_4]^{-5}$, dimana atom silikon dan aluminium diposisikan di tengah, dan atom lebih besar ditempatkan di sudut-sudut tetrahedrons. Kemampuan zeolit untuk mengkatalisis suatu reaksi kimia terutama berhubungan dengan sifatnya sebagai padatan asam karena adanya sisi-sisi asam, baik sisi asam Bronsted maupun Lewis (Trisunaryanti, 2014). Indonesia kaya akan mineral zeolit, namun penggunaan zeolit alam sebagai katalis memerlukan proses aktivasi dan modifikasi untuk meningkatkan aktivitas dan selektivitasnya sebagai katalis. Salah satu sifat yang perlu dimodifikasi adalah sifat keasamannya. Menurut Pulungan dkk. (2011) keasaman zeolit alam dapat ditingkatkan dengan dealuminasi (menggunakan asam mineral seperti HCl, HNO₃ dan HF) maupun dengan mengimpregnasi logam atau oksida logam tertentu pada pori zeolit.

Berdasarkan hal tersebut diatas, dalam penelitian ini dilakukan preparasi, aktivasi dan modifikasi zeolit alam sebagai katalis dengan mengimpregnasi oksida logam Cu. Katalis CuO/ZAA yang dihasilkan akan digunakan sebagai katalis dalam proses konversi minyak biji

alpukat menjadi fraksi bahan bakar melalui proses *catalytic cracking* dalam reaktor sistem *fixe-bed*. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan variasi material katalis dan produksi bahan bakar *biogasoline* sebagai bentuk solusi dalam mengurangi masalah energi di Indonesia dimasa depan.

Metode

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Zeolit Alam (CV. Bratachem), Aquadest, HCl 3M (p.a merck), H₃PO₄ (p.a merck), Indikator PP, NaOH (p.a merck), AgNO₃(p.a merck), Cu(HNO₃)H₂O (p.a merck), gas Nitrogen dan oksigen (PT. Aneka Gas), biji alpukat, N-heksana (teknis), etanol 96% (p.a. merck).

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas (pyrex), seperangkat alat refluks, penyaring Buchner, pompa vakum, *Hot plate* (Cimarec), Piknometer, Termometer (*Fischer*), *furnace*, reaktor *fixed bed*, neraca analitik, ayakan 100 mesh, pH indikator, oven, desikator, *magnetic bar* (Scienceware), regulator, Kromatografi gas (GC- HP-5890 GC Packard Series II, XRD (Shimadzu), dan FTIR (PerkinElmer).

Ekstraksi minyak biji alpukat

Biji alpukat dicacah, dihaluskan dengan blender lalu dikeringkan dalam oven pada T= 110°C untuk mengurangi kadar air pada biji alpukat. Biji alpukat kering diekstrak dengan pelarut n-heksana sehingga menghasilkan minyak dan getah (*gum*) Kemudian dilakukan pemisahan dengan cara *degumming* antara ekstrak minyak biji alpukat dengan getah serta pemurnian minyak biji alpukat dengan menambahkan larutan H₃PO₄ sebanyak 0,2% dari berat minyak diaduk dengan pengadukan konstan sampai warna menjadi lebih hitam dan selanjutnya dipisahkan dengan cara sentrifugasi. Kemudian dilakukan netralisasi pada minyak hasil *degumming* dengan memberi NaOH 0.1 N sebanyak 1% dari berat minyak, lalu diaduk sampai terbentuk dua fasa (sabun dan minyak) kemudian dicuci dengan air hangat (60°C) sebanyak 10% dari berat minyak dan diaduk diatas *hot plate*, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C sehingga diperoleh minyak biji alpukat murni. Selanjutnya Minyak biji alpukat yang diperoleh ditentukan sifat-sifatnya yaitu: (Sihombing dkk., 2016)

Penentuan kadar air minyak biji alpukat

Minyak biji alpukat ditimbang 2-5 gr, lalu dimasukkan ke dalam oven pada temperatur 105 °C selama 3-5 jam kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan. Berat sebelum dan sesudah pemanasan dicatat.

Perhitungan:

$$\text{Kadar air (\% v/b)} = \frac{W_1}{W_0} \times 100\%$$

Dengan: W = bobot sampel sebelum dikeringkan (gr) dan w_1 = kehilangan bobot setelah dikeringkan (gr). (Tim Departemen Teknologi Pertanian, 2005).

Penentuan free fatty acid (FFA)

Ak biji alpukat $\pm$ 5 gr dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, lalu ditambahkan 50 etanol 96% netral. Campuran minyak etanol dipanaskan sampai suhu 45 °C, kemudian ditambahkan indikator pp 2-3 tetes lalu dititrasi dengan larutan standart NaOH 0,1 N sehingga warna merah muda (titik akhir titrasi.) (Suastuti, 2009).

Perhitungan:

$$\%FFA = \frac{mL\ NaOH \times N\ NaOH \times BM\ Asam\ Lemak}{Bobot\ Minyak\ (gr)} \times 100$$

Penentuan berat jenis (density)

Piknometer dibersihkan dan ditimbang kemudian piknometer diisi dengan aquades bersuhu 20-30 °C. Pengisian dilakukan sampai air dalam piknometer meluap dan tidak ada gelembung udara di dalamnya, kemudian piknometer ditutup dan direndam dalam bak air (air es) yang bersuhu 25 °C. Piknometer diangkat dari bak dan dikeringkan dengan kertas pengisap. Piknometer ditimbang dengan isinya dan dihitung densitasnya. Hal yang sama dilakukan untuk sampel minyak biji alpukat (Sihombing dkk., 2016).

Perhitungan:

$$\rho = \frac{(massa\ pikno+isi)-(massa\ pikno\ kosong)}{Volume\ pikno}$$

Preparasi zeolit alam

Zeolit alam dihancurkan dan diayak sehingga didapat zeolit dengan ukuran lolos ayakan 100 mesh. Zeolit alam berukuran 100 mesh ini kemudian dicuci dengan cara merendam dalam aquadest selama 24 jam pada temperatur kamar. Kemudian zeolit disaring dan endapan yang bersih dikeringkan pada temperatur 100°C diperoleh sampel zeolit alam (ZA). Sampel zeolit alam (ZA)

yang sudah dibersihkan pada penanganan awal dilakukan dealuminasi menggunakan HCl 3M lalu direfluks pada suhu 90 °C selama 30 menit, larutan hasil refluks disaring, endapan yang dihasilkan dicuci dengan aquades sampai sisa HCl hilang, ditandai dengan sudah tidak terbentuknya endapan lagi dengan penambahan AgNO₃ pada filtrat. Endapan disaring kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 3 jam, kemudian dikalsinasi pada suhu 500°C dengan dialiri gas Nitrogen sehingga diperoleh zeolit alam teraktivasi asam (ZAA) (Sihombing dkk., 2014).

Pembuatan katalis CuO/ZAA

Kristal Cu(NO₃)₂·3H₂O ditimbang 3,801 gr lalu dilarutkan dalam aquades, ditambahkan zeolit alam aktif (ZAA) sebanyak 100 gr. Lalu keduanya diaduk dalam gelas 250 mL dan direfluks pada suhu 90 °C selama 5 jam. Setelah diperoleh sampel Cu/Zeolit kemudian disaring dan dicuci selanjutnya sampel dikeringkan di dalam oven pada suhu 110 °C selama 3 jam kemudian sampel dioksidasi dengan aliran gas O₂ pada suhu 500 °C selama 3 jam, diperoleh katalis oksida CuO/ZAA (Sihombing dkk., 2016).

Proses catalytic cracking minyak biji alpukat

Proses Catalytic cracking minyak biji alpukat dilakukan dengan rasio katalis : umpan (minyak biji alpukat) 1% (b/b). Katalis dan umpan ditimbang, selanjutnya katalis diletakkan dalam wadah katalis dan umpan dilektakkan dalam wadah umpan. Kemudian keduanya dimasukkan ke di dalam reaktor *fixed-bed* yang terbuat dari *stainless steel*. Setelah itu reaktor dimasukkan ke dalam *furnace* dan dipanaskan pada suhu 450 °C dan uap umpan yang terbentuk dialirkan ke dalam reactor dan reaksi dilakukan selama 1 jam. Produk yang terbentuk dialirkan melalui selang silikon dengan melewati kondensor dan produk cair yang diperoleh lalu dianalisis dengan GC (Sihombing dkk., 2016).

Hasil dan Pembahasan**Ekstraksi minyak biji alpukat**

Pada penelitian ini, minyak biji alpukat dihasilkan dengan metode sokhlet ekstraksi padat-cair (*leaching*) menggunakan pelarut n-heksana sebagai pelarut yang baik untuk mengesktraksi minyak dari biji alpukat. pelarut. Minyak biji alpukat dari hasil ekstraksi diperoleh randemen sebesar 9.57 gr dari sampel biji alpukat sebanyak 100 gr. Menurut Rachimoellah (2009) Banyaknya kandungan minyak biji alpukat tergantung pada keadaan geografis dari sifat ekologis dan ras dari

biji alpukat tersebut yang dibagi kedalam tiga tipe alpukat diantaranya adalah ras *Guatemala* mempunyai kandungan minyak sebesar 10-13%, dan ras *Mexico* sebesar 15-25% sedangkan buah *Carrebian* mempunyai kandungan lemak sebesar 2,5-5%. Selanjutnya minyak biji alpukat yang diperoleh ditentukan sifat-sifatnya.

Penentuan karakteristik minyak biji alpukat

Berikut disajikan perbandingan parameter hasil penelitian dari ketiga penentuan karakteristik minyak biji alpukat yang diperoleh pada Tabel 1.

Tabel 1

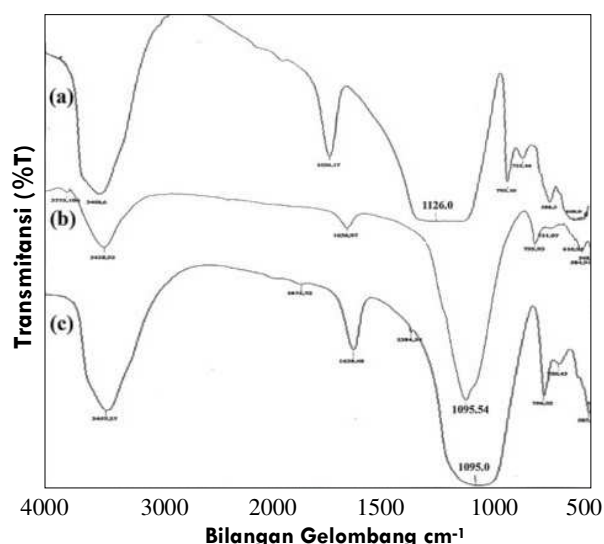
Perbandingan parameter hasil penelitian dari ketiga penentuan karakteristik minyak biji alpukat

Parameter Minyak Biji Alpukat	Hasil Penelitian	Standart Mutu	Parameter Pembanding
Kadar Air (%V)	0,04%	Maks 0,05%	SNI04-7182-2006
FFA (%)	0,64%	0,36-0,82%	Rachimoellah
Berat Jenis (25°C)	0,8854 g/mL	0,915-0,916g/mL	Rachimoellah

Hasil asil analisis GC menunjukkan bahwa kromatogram FAME minyak biji alpukat diketahui mengandung asam- asam lemak yaitu (C16:0) asam palmitat dengan konsentrasi sebesar 12.50 %, (C15:1) asam CIS dengan konsentrasi sebesar 6.19 %, (C18:1) asam oleat dengan konsentrasi sebesar 69.49 % serta (C18:2) asam linoleat dengan konsentrasi sebesar 11.82 %, dan (C20:0). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Rachimoellah dkk. (2006).

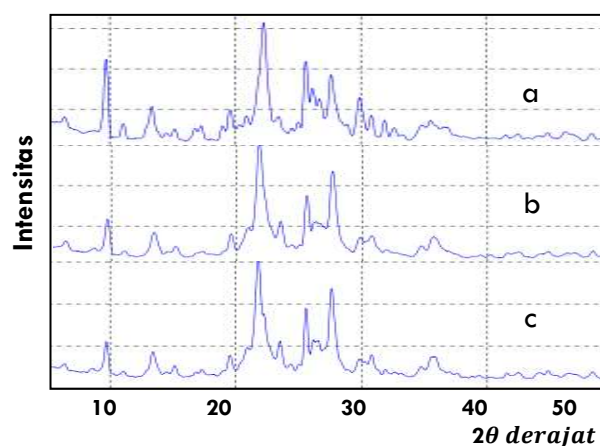
Karakterisasi katalis

Untuk melihat pengaruh perlakuan aktivasi kalsinasi dan modifikasi dengan pengemban logam Cu ke dalam pengemban zeolit alam maka dalam penelitian dilakukan karakterisasi meliputi analisis IR dan XRD. Analisis IR dilakukan untuk mengetahui pengaruh aktivasi dan kalsinasi terhadap struktur kerangka zeolit. Aktivasi dengan HCl 3M dapat menyebabkan terjadinya dealuminasi zeolit yaitu lepasnya Al dari kerangka zeolit sehingga rasio Si:Al meningkat. Peningkatan rasio Si:Al meningkatkan keasaman zeolit. Terjadinya dealuminasi dalam kerangka zeolit diamati melalui pergeseran bilangan gelombang gugus TO_4 pada kisaran $1000\text{-}1100\text{ cm}^{-1}$. Spektra IR dari ZA, ZAA dan CuO/ZAA dapat dilihat pada Gbr 1.



Gbr 1. Spektra IR(a) ZA, (b) ZAA, (c) CuO/ZAA

Dari Gbr 1 dapat dilihat bahwa zeolit sebelum perlakuan pengasaman (ZA) memiliki bilangan gelombang vibrasi rentangan asimetris pada $1126,0\text{ cm}^{-1}$ setelah diaktivasi (ZAA) memiliki bilangan gelombang bergeser pada $1095,54\text{ cm}^{-1}$, hal ini sebagai akibat terjadinya dealuminasi atau terjadi pemutusan ikatan Al-O yang menyebabkan ion Al keluar dari kerangka zeolite, peristiwa ini juga menghasilkan bentuk tekukan tajam dan lebih sempit, namun setelah penambahan oksida logam katalis CuO/ZAA terjadinya pelebaran spektra namun masih pada bilangan gelombang $1095,0\text{ cm}^{-1}$. Efek dealuminasi yang terjadi pada zeolit menyebabkan meningkatnya rasio Si/Al dan menyebabkan zeolit lebih bersifat hidrofobik dan memiliki sifat thermal yang lebih besar. (Sriningsih dkk. 2014).



Gbr 2. Difraktogram katalis (a) ZA, (b) ZAA dan (c) CuO/ZAA

Analisis sinar X (XRD) digunakan untuk menentukan jenis kristal dan kristalinitas dari suatu material. Hasil analisis XRD pada Gbr 2 menunjukkan zeolit alam yang digunakan termasuk kedalam jenis zeolit mordenit. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Trisunaryanti dkk (1996) melaporkan bahwa komposisi utama zeolit alam Indonesia adalah mordenit sekitar 70%. Puncak-puncak utama difraktogram berada pada 20-30 2θ (derajat).

Hasil analisis XRD pada Gbr 2 dapat dilihat perbandingan harga intensitas pada sudut 2θ (derajat) yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa katalis ZAA memiliki intensitas puncak difraktogram yang lebih tinggi dibanding ZA. Hal ini dikarenakan pada ZAA dilakukan proses pencucian dan pengasaman sehingga padatan katalis menjadi lebih bersih dari pengotor-pengotor sehingga meningkatkan kristalinitasnya.

Pengaruh dari pengembunan oksida logam CuO/ZAA menunjukkan peningkatan pada puncak-puncak utama difraktogram. Perubahan ini terdapat pada 2θ (derajat) ZAA 21,8638 dengan intensitas 539 berubah menjadi 21,7863 dengan intensitas 559 pada CuO/ZAA, lalu pada 2θ (derajat) ZAA 25,5920 dengan intensitas 270 berubah menjadi 2θ (derajat) pada CuO/ZAA 25,5711 dengan intensitas 301 dan yang terakhir yaitu pada 2θ (derajat) ZAA 27,6564 dengan intensitas 390 berubah menjadi 2θ (derajat) pada CuO/ZAA 27,6268 dengan intensitas sebesar 397. Dari uraian di atas dapat dinyatakan bahwa perlakuan aktivasi asam, kalsinasi pada zeolit alam tidak merusak struktur kristal zeolit dan pengembunan oksida logam yang terdistribusi merata pada padatan pengembunan zeolit serta diduga telah terjadi penataan ulang struktur zeolit dan terbentuknya pori-pori baru.

Katalitik cracking minyak biji alpukat

Produk yang dihasilkan dari proses cracking minyak biji alpukat dapat terdiri dari produk cair, kokas, gas dan residu. Terjadinya proses *cracking* minyak biji alpukat selain ditunjukkan dari kromatogram GC dapat juga diamati dari perubahan warna sampel dari kuning pekat menjadi kuning kehijauan dan densitas dari produk cair yang dihasilkan lebih rendah dari sampel minyak. Nasikin dkk (2009) menjelaskan bahwa penurunan densitas dari minyak sebelum dan sesudah proses *cracking* adalah akibat sebagian dari molekul trigliserida mengalami pemutusan menjadi molekul yang lebih kecil. Persentase dari tiap produk yang dihasilkan disajikan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa katalis yang terembankan oksida logam CuO/ZAA menghasilkan produk cair lebih besar dibandingkan dengan katalis ZAA. Katalis CuO/ZAA menghasilkan produk cair sebesar 10,32% sedangkan pada katalis ZAA dihasilkan sebesar 8,39%. Dengan pengembunan oksida logam pada zeolit membuka kerangka pori yang aktif dan meningkatkan keasaman katalis sehingga meningkatkan aktivitas katalitiknya dan kemampuannya untuk menghasilkan produk cair dalam jumlah yang lebih besar. Sihombing dkk. (2014) melaporkan bahwa impregnasi logam Ni, Co dan Mo pada katalis zeolit alam meningkatkan konversi produk cair dari hasil cracking MEFA minyak dedak padi. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Wibowao dkk. (2014) dimana katalis Ni/Zeolit Y memiliki aktivitas dan selektivitas yang lebih baik dibandingkan dengan katalis ZY dalam proses cracking minyak biji karet.

Untuk melihat selektivitas katalis terhadap fraksi bensin dan disesel maka dilakukan analisis GC terhadap produk cair yang dihasilkan. Distribusi fraksi bensin diesel dan minyak berat pada masing-masing katalis disajikan pada Gbr 3.

Tabel 2

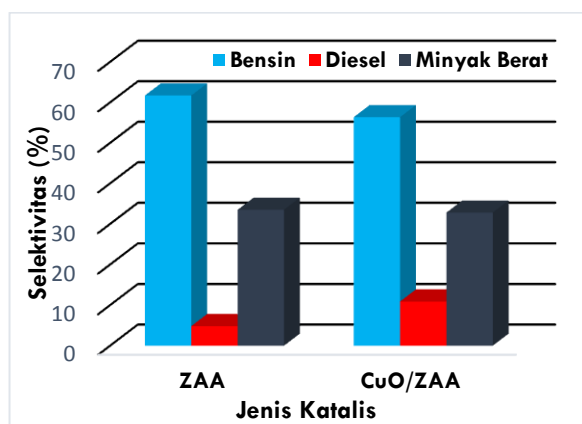
Hasil *cracking* minyak biji alpukat berupa produk cair, gas, dan kokas

Katalis	Suhu (°C)	Produk Cair (%b/b)	Kokas (%b/b)	Residu (%b/b)	Gas (%b/b)
ZAA	450	8,39	0,83	56,89	33,89
CuO/ZAA	450	10,32	0,99	88,69	-

Untuk memisahkan fraksi bensin dan diesel, kedalam sampel dilakukan *splitting* dedngan dodekana. Dari hasil GC diperoleh tiga komponen dalam produk cair yaitu fraksi bensin dengan waktu retensi (t) <10 menit, fraksi disesel t>10 menit, dan fraksi mkinyak berat t>20 menit. Selektivitas katalis terhadap hasil konversi pada proses katalitik *cracking* ditampilkan pada Gbr 3.

Pada Gbr 3 diperoleh informasi bahwa katalis ZAA memiliki selektivitas tertinggi terhadap fraksi bensin mencapai 61,70% dan katalis CuO/ZAA hanya sebesar 56,34%. Sementara untuk fraksi diesel masing masing katali ZAA dan CuO/ZAA sebesar 4,82% dan 10,88%. Dari data ini dapat dinyatakan bahwa pengembunan oksida logam CuO pada pengembunan zeolit meningkatkan aktivitas katalitik katalis (hal ini dapat dilihat pada

Tabel 2, hasil konversi produk cair katalis CuO/ZAA lebih besar dari ZAA) namun selektivitas katalis terhadap fraksi bensin masih rendah dibandingkan ZAA.



Gbr 3. Grafik distribusi fraksi bensin, diesel dan minyak berat pada katalis ZAA dan CuO/ZAA

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) pengembangan oksida logam CuO pada bahan pengembangan zeolit sebagai katalis (CuO/ZAA) meningkatkan aktivitas katalitik katalis; dan (2) selektivitas katalis CuO/ZAA terhadap fraksi bensin masih lebih rendah dibandingkan dengan katalis ZAA.

Daftar Pustaka

- Charusiri, S. & Vitidsant, T. (2005). Kinetic study of used vegetable oil to liquid fuels over sulfated zirconia. *Energie and Fuels*, 19: 1783-1789.
- Demirbas, A. (2003). Fuel conversional aspect of palm oil and sunflower. *Energy Sources Journal*, 25(5) Taylor & Francis Publisher.
- Knothe, G. (2013). Avocado and olive oil methyl esters. *Biomass and Bioenergy*, 58:143-148.
- Mahardiani, L., Kurniawan, E., Trisunaryanti, W. & Triyono. (2011). Hidrorengkah metil ester asam lemak (MEPO) menggunakan zeolit alam teraktivasi. *J. Molekul*, 6(2): 105-112.
- Nasikin, M., Susanto, H.B., Hirsaman, M.A. & Wijarnoko, A. (2009). Biogasoline from Palm oil by Simultaneous cracking and hydrogenation reactio over NiMo/zeolite catalyst. *World Applied Sciense Journal*, 5:74-79.
- Pulungan, A.N. (2014). Konversi cashew nut shell liquid (Cnsl) dari kulit biji mete menjadi fraksi bahan bakar cair melalui proses catalytic hydrocracking. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 20: 77-80.
- Rachimoellah, H.M., Resti, D.A. & Ali, Z. (2009). Production of biodiesel through transesterification of avocado (*Persea gratissima*) seed oil using base catalyst. *Jurnal Teknik mesin*, 11:85-86.
- Santi, D. (2013). Modifikasi zeolit alam sebagai katalis dan uji aktivitas katalis dalam reaksi hidorengkah minyak kulit jambu mete (*Anacardium occidentale*) menjadi biogasoline dan biodiesel. *Journal ISTECH*, 5(2):104-108.
- Setiadi & Pertiwi, A. (2007). Preparasi dan karakterisasi zeolit alam untuk konversi senyawa ake menjadi hidrokarbon. *Prosiding Konggres Dan Simposium Nasional Kedua Mkics 2007 Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok*, ISSN: 0216-4183.
- Sihombing, J.L., Pulungan, A.N., Wibowo, A.A. & Nasution, H.I. (2016). Catalytic hydrocracking minyak biji alpukat menjadi bahan bakar cair menggunakan katalis Zn/Zaa. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*, ISBN: 9786024320042: 89-95.
- Sihombing, J.L., & Pulungan, A.N. (2014). Konversi minyak dedak padi menjadi biogasoline melalui proses catalytic cracking (via esterifikasi dan transesterifikasi). *Jurnal Penelitian Saintika*, 15:132-142.
- Sirajudin, N., Jusoff, K., Yani, S., Ifa, L. & Roesyadi, A. (2012). Biofuel production from catalytic cracking palm oil. *World Applied Sciense Journal*, 26: 676-71.
- Sriningsih, W., Saerodji, M. G., Trisunaryanti, W., Armunanto, R., & Falah, I.I. (2014). Fuel production from LDPE plastic waste over natural zeolite supported Ni, Ni-Mo, Co and Co-Mo metals. *Procedia Environmental Sciences*, 20:215-224.
- Suastuti, N.D.A. (2009). Kadar air dan bilangan asam dari minyak kelapa yang dibuat dengan cara tradisional dan fermentasi. *Jurnal Kimia*, 3(2):69-74.
- Tim Departemen Teknologi Pertanian. (2005). Proseses pembuatan minyak jarak sebagai bahan bakar alternative. *Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan*: 24-25.
- Trisunaryanti, W. (2014). Material katalis dan karakterisasinya. UGM Press, Yogyakarta.
- Trisunaryanti, W., Shiba, R., Miura, M., Namura, M., Nashiyama, N. & Matsukata, M. (1996). Characterization and modification of indonesian natural zeolit and their properties for hydrocracking of a parafin. *J. Jpn. Ints. Petr*, 39: 2025-2032.

- Twaig F.A., Mohammed, A. & Bhatia, S. (2003). Liquid hydrocarbon fuels from palm oil by catalytic cracking over aluminasilicate mesoporous catalytic with various Si/Al ratio. *J. Micro and Meso Mat*, 64:95-107.
- Wibowo, A.A., Firdausyah, S., Hajjah, S., Dwiyanti, D., Layla, J., Sihombing, J.L. & Pulungan, A.N. (2014). Study of rubber seed oils hydrocracking into biogasoline and diesel fraction over the combination Y-zeolite and Ni. *Proceeding The First International Seminar on Trends in Science and Science Education*, ISBN 978-602-9115-37-6: 132-140
- Wijanarko, A., Dadi, A.M., & Nasikin, M. (2006). Produksi biogasoline dari minyak sawit melalui reaksi perengkahan katalitik dengan katalis γ -alumina. *Makara Teknologi*, 10: 51-60.