

PENGARUH PENAMBAHAN KATALIS Mg-Zn TERHADAP KOMPOSISI GREEN DIESEL DENGAN METODE DEKARBOKSILASI

Miranda Ajeng Auliastuti, Muhammad Badril Munir, Achmad Chumaidi
Jurusan Teknik Kimia
mirandaajeng1997@gmail.com, [achmad.chumaidi@yahoo.com]

ABSTRAK

Bahan bakar fosil hingga saat ini masih digunakan dan semakin meningkat kebutuhannya. Hal ini mendorong minat untuk memproduksi bahan bakar alternatif dengan menggunakan bahan baku samping seperti *palm stearin*. Produksi bahan bakar alternatif yang terbaharukan salah satunya yaitu *green diesel*. *Green diesel* merupakan campuran hidrokarbon seperti diesel yang dihasilkan melalui reaksi katalitik yang melibatkan hidrogenasi, dekarboksilasi atau dekarbonilasi. Pada penelitian ini digunakan proses dekarboksilasi yaitu reaksi perengkahan kimia yang menyebabkan gugus karboksil (COOH) terlepas dari molekul semula menjadi karbon dioksida (CO₂). *Palm stearin* digunakan sebagai bahan baku proses saponifikasi dengan bantuan katalis MgZn. Dekarboksilasi sabun Mg-Zn dioperasikan pada suhu 350 °C dan tekanan atmosferik menggunakan reaktor batch. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *green diesel* dengan kualitas terbaik. Liquid produk hasil dekarboksilasi dianalisis menggunakan *gas chromatography mass spectrometry* (GC-MS). Hasil analisis *green diesel* menunjukkan adanya komposisi hidrokarbon cair terbanyak yaitu n-undecane (C11).

Kata kunci: dekarboksilasi, hidrokarbon, green diesel, katalis Mg-Zn

ABSTRACT

Until now, fossil fuels have been and are increasingly in demand. This encourages interest to produce alternative fuels using side raw materials such as palm stearin. One of the alternative production of renewable fuels is green diesel. Green diesel is a mixture of diesel like hydrocarbons produced via a catalytic reaction involving hydroprocessing, decarbonylation, dan decarboxylation of triglycerides. In this research, the decarboxylation process is a chemical breakdown reaction that causes the carboxyl group (COOH) to be separated from the original molecule into carbon dioxide (CO₂). Palm stearin is used as raw material for the saponification process with the MgZn catalyst. Magnesium-Zinc decarboxylation soap is operated at 350 °C and atmospheric pressure using a batch reactor. The purpose of this research is to produce green diesel of the highest quality. Liquid decarboxylation products are analyzed by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). The results of the analysis of green diesel showed the most liquid hydrocarbon composition, namely n-undecane (C11).

Keywords: decarboxylation, hydrocarbon, green diesel, Mg-Zn catalyst

1. PENDAHULUAN

Saat ini peningkatan permintaan bahan bakar fosil dan kesadaran lingkungan mendorong minat untuk memperoleh bahan bakar alternatif yang terbaharukan dari sumber sumber biologi. Produksi bahan bakar diesel terbaharukan adalah pilihan yang muncul untuk meningkatkan ketersediaan bahan bakar cair dan mencapai tujuan yang ditetapkan oleh pemerintah Indonesia untuk menggantikan 20% dari konsumsi minyak nasional dengan

bahan bakar alternatif terbaharukan pada tahun 2020 [1]. Bahan bakar yang dapat diperbaharui disebut biofuel salah satunya yaitu *green diesel*, adalah bahan bakar yang memiliki komponen hidrokarbon seperti diesel. *Green diesel* memiliki sifat bahan bakar yang baik dibandingkan dengan biodiesel, seperti viskositas yang lebih rendah, stabilitas bahan bakar yang lebih baik dan densitas energi yang lebih tinggi [2]. Karena keberadaan sifat-sifat yang disebutkan di atas, *green diesel* dianggap sebagai pengganti *drop-in* untuk bahan bakar diesel berbasis fosil. Menurut penelitian [3] hasil analisis menunjukkan bahwa n-undecane muncul sebagai produk hidrokarbon cair paling dominan yaitu 23,8% yang dihasilkan dari dekarboksilasi sabun Mg-Zn. Hasil tersebut di atas menunjukkan bahwa kombinasi logam Mg-Zn paling gencar memainkan peran katalitik untuk mengkonversi sabun basa menjadi biohidrokarbon cair selama proses dekarboksilasi.

Green diesel adalah bahan bakar dengan kandungan campuran hidrokarbon yang dihasilkan melalui reaksi katalitik yang melibatkan *hydroprocessing*, *decarboxylation* atau *decarbonylation* dari trigliserida dari berbagai bahan baku pertanian [2]. RBD *palm stearin* merupakan fraksi lemak yang berasal dari CPO yang telah mengalami refinasi lengkap [4]. *Palm stearin* berbeda dengan minyak sawit meskipun memiliki beberapa kandungan asam lemak, akan tetapi *palm stearin* merupakan produk hasil proses lanjutan dari CPO. Katalis Mg-Zn merupakan katalis yang memiliki aktivitas katalitik yang baik untuk mengubah reaktan (sabun Mg-Zn) menjadi bio-hidrokarbon cair melalui dekarboksilasi [1]. Dekarboksilasi adalah reaksi kimia di mana gugus karboksil (COOH) dikeluarkan dari molekul sebagai karbon dioksida (CO₂), yang merupakan metode yang lebih ekonomis, tidak memerlukan kondisi operasi yang tinggi dibandingkan dengan hidrodoksigenasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan % massa katalis terhadap pembentukan komposisi produk pada *green diesel* hasil proses dekarboksilasi.

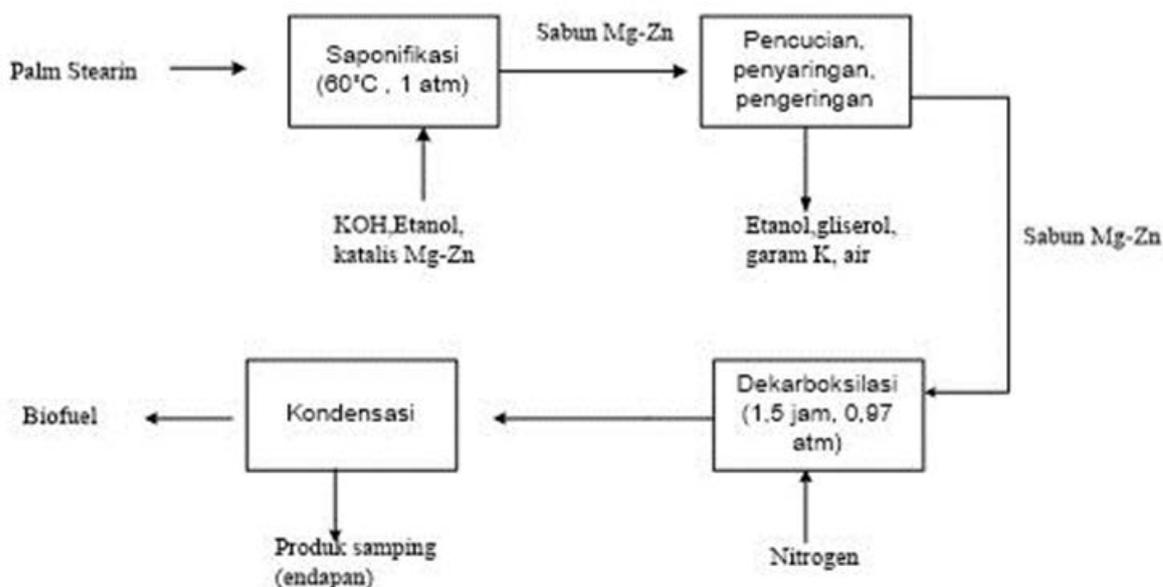
2. METODOLOGI PENELITIAN

Palm stearin yang digunakan sebagai bahan baku untuk membuat sabun didapatkan dari PT. SMART Tbk, Surabaya. *Magnesium acetate tetrahydrate* [Mg(OOC₂H₅)₂.4H₂O] dan *Zinc acetate dihydrate* [Zn(OOC₂H₅)₂.2H₂O] diperoleh dari Merck dengan kualitas bahan kimia pro analisis. Sabun Mg disiapkan dengan proses saponifikasi yang dilakukan dalam gelas kimia, diawali dengan pencampuran *palm stearin* cair 200 ml, etanol 70 ml, katalis KOH 20% dari massa umpan, NaCl 40% dari massa umpan pada suhu 60 °C didalam *water bath*. Katalis Mg-Zn yang telah dilarutkan, ditambahkan sedikit demi sedikit kedalam campuran dan dilakukan pengadukan hingga terbentuk gumpalan seperti sabun. Sabun dasar yang dihasilkan dicuci dengan air panas, disaring dan dikeringkan pada oven dengan suhu 80 °C selama kurang lebih 16 jam.

Sabun Mg yang kering digunakan sebagai umpan pada proses dekarboksilasi. Proses dekarboksilasi dilakukan dalam tabung berbentuk silinder berupa reaktor *batch* yang beroperasi pada tekanan atmosfer. Proses dekarboksilasi menggunakan suhu 350 °C selama 1.5 jam. Panas disuplai dari kompor listrik suhu tinggi dengan daya 2000 watt dan suhu didalam reaktor diukur menggunakan kontrol suhu yang dilengkapi pada reaktor. Sabun Mg yang sudah dimasukkan kedalam reaktor, kemudian reaktor diinjeksikan dengan nitrogen (N₂) untuk menghilangkan oksigen yang tersisa. Reaktor dipanaskan pada suhu 350 °C selama 1.5 jam, dan didapatkan hasil dekarboksilasi berupa *gas product* dilakukan

kondensasi untuk menghasilkan *liquid product*. Kondensasi dilakukan pada labu bundar didalam bak berisi es batu.

Produk cair hasil proses dianalisis dengan GC-MS dengan tipe QP2010S SHIMADZU yang memiliki kolom jenis Rtx 5 MS dengan panjang 30 meter, suhu injeksi yang digunakan 310 °C dengan suhu oven pada kolom 40 °C. Hasil analisis tersebut disajikan dalam bentuk grafik yang diolah pada microsoft excel dengan sumbu "y" berupa komposisi produk dan sumbu "x" berupa variabel % massa katalis Mg-Zn.



Gambar 1. Skema kerja pembuatan *green diesel*

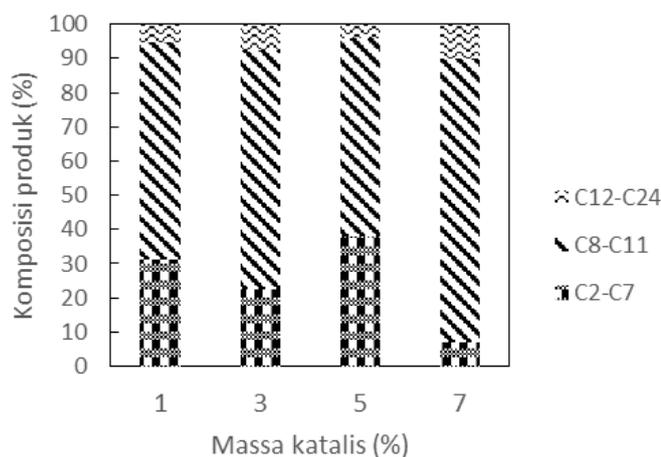
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Green diesel merupakan campuran hidrokarbon yang dihasilkan *Green diesel* merupakan campuran hidrokarbon seperti diesel yang dihasilkan melalui reaksi katalitik yang melibatkan hydroprocessing, decarboxylation atau decarbonylation dari trigliserida maupun produk samping pengolahan CPO seperti *palm stearin* [2]. Untuk menghasilkan *green diesel*, diperlukan tahapan-tahapan dalam Proses pembuatan *green diesel* yang diawali dengan tahap saponifikasi.

Tahap saponifikasi merupakan tahap awal yang dilakukan untuk menghasilkan sabun Mg yang terbentuk dari pencampuran antara *palm stearin* dengan katalis Mg-Zn. Sabun Mg yang dihasilkan berbentuk bongkahan bongkahan padat berwarna putih. Tahap kedua yaitu proses pencucian, pencucian menggunakan aquades panas pada sabun Mg dilakukan untuk memisahkan zat pengotor seperti etanol, gliserol, dan air yang masih terdapat didalam sabun Mg. Selanjutnya sabun Mg disaring menggunakan vacum filter. Tahap Pengeringan, sabun Mg dikeringkan didalam oven bersuhu 80 °C selama 16 jam hingga dihasilkan sabun padat yang kering. Tahap dekarboksilasi, sabun Mg dipanaskan dalam reactor batch selama waktu dan suhu yang telah di variasikan, sehingga dihasilkan produk berupa gas yang kemudian dikondensasi untuk menghasilkan *liquid product*. Tahap akhir yaitu kondensasi, menghasilkan *liquid green diesel* berwarna kuning kecoklatan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan % massa katalis Mg-Zn terhadap komposisi produk green diesel pada proses dekarboksilasi. Hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk grafik berupa komposisi green diesel berdasarkan jumlah ikatan “carbon (C)”.

3.1. Distribusi Komposisi Hidrokarbon



Gambar 2. Pengaruh % massa katalis terhadap distribusi komposisi hidrokarbon pada *liquid product*

Gambar 2 menunjukkan komposisi hidrokarbon pada berbagai variabel % massa katalis, pada komposisi hidrokarbon dengan jumlah ikatan carbon C2-C7 mengalami perubahan yang fluktuatif pada setiap penambahan % massa katalis. Pada komposisi hidrokarbon dengan jumlah ikatan carbon C8-C11 mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan penambahan % massa katalis, namun pada katalis 5% mengalami sedikit penurunan komposisi yaitu 11.96%. Komposisi hidrokarbon dengan jumlah ikatan carbon C12-C24 juga mengalami perubahan yang fluktuatif. Berdasarkan komposisi hidrokarbon dengan jumlah ikatan carbon C2-C7 dan C12-C24 menimbulkan nilai yang fluktuatif terhadap nilai dari distribusi *liquid product*, karena dimana kompleksnya reaksi yang terjadi dalam proses perengkahan katalitik sabun Mg dapat memberikan banyak kemungkinan reaksi lain yang terjadi seperti deoksigenasi, dekarbonisasi atau hidredeoksigenasi dan produk lain yang terbentuk [5]. Komposisi hidrokarbon terbanyak ditunjukkan pada ikatan carbon C8-C11 dengan adanya penambahan % massa katalis, karena hal tersebut membuktikan bahwa reaksi dekarboksilasi telah terjadi dengan sempurna sehingga menghasilkan komposisi n-undecane (C11) yang lebih tinggi [6]. Terbentuknya komposisi n-undecane yang dominan menjadikan parameter bahwa *green diesel* yang dihasilkan merupakan *jet biofuels* [3]. Penggunaan katalis Mg-Zn menyebabkan pembentukan hidrokarbon n-alkana cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan katalis lain, hal ini sesuai dengan literature menurut Neonufa [3] bahwa magnesium tidak spesifik untuk pembentukan n-alkana sehingga cenderung meningkatkan pembentukan produk 1-alkena. Menurut Pratiwi [7] sabun magnesium dapat digunakan sebagai umpan proses dekarboksilasi untuk memproduksi hidrokarbon karena merupakan pilihan alternatif yang potensial untuk pembentukan

hidrokarbon karena dilakukan pada tekanan atmosferik dan tidak memerlukan logam mulia sebagai katalis.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengaruh penambahan massa katalis terhadap komposisi hidrokarbon semakin banyak dan mempercepat reaksi perengkahan untuk membentuk hidrokarbon pada liquid produk dengan % massa katalis terbaik dihasilkan pada katalis 7% dengan terbentuknya n-undecane sebesar 82.9 %.

Beberapa saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini, yaitu: (1) Perlu dilakukan analisis bahan baku dan kualitas sabun, agar dapat menentukan besarnya konversi produk yang terbentuk, (2) melakukan optimalisasi rancangan reaktor dengan mengganti pemanas berupa *heat mantle*, (3) menentukan variabel penelitian dengan lebih tepat dan sesuai dengan kondisi reaktor

REFERENSI

- [1] Neonufa, G., Soerawidjaja, T., dan Prakoso, T., 2017, *Catalytic and Thermal Decarboxylation Of Mg-Zn Basic Soap To Produce Drop-In Fuels In Diesel Boiling Ranges*, *Journal Of Engineering and Technological Sciences*, Vol 49, No. 5.
- [2] Mijan, A ., Lee, H. V ., Abdulkareem-Alsultan, G., dkk , 2017, *Production Of Green Diesel Via Clener Catalytic Deoxygenation Of Jatropha Curcas Oil*, *Journal Of Cleaner Production*, 167.
- [3] Neonufa, G., Soerawidjaja, T., dan Prakoso, T., 2018, *High Selectivity of Alkanes Production by Calcium Basic Soap Thermal Decarboxylation*, *MATEC Web Conferences*, 156.
- [4] Martius, S ., 2015, Penentuan Bilangan Penyabunan dalam Crude *Palm stearin* dan RBD *Palm stearin* di PT. Palmcoco Laboratories, Repository Universitas Sumatera Utara.
- [5] Tambun, R., Saptawaldi, R. P., Nasution, M., dkk, 2016, Pembuatan Biofuels dari *Palm stearin* dengan Proses Perengkahan Katalitik menggunakan Katalis ZSM-5, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol 11, No.1.
- [6] Neonufa, G., Soerawidjaja, T., dan Prakoso, T., 2016, *Thermal Catalytic Decarboxylation Of Mg-Zn Basic Soap To Produce Drop-In Fuels In Jet Fuel Boiling Ranges*, *Procedings International Multidisciplinary*.
- [7] Pratiwi, M ., Neonufa, G. F., Prakoso, T, 2018, *The Synthesis of Magnesium Soaps as Feed for Biohydrocarbon Production*, *MATEC Web Conferences*, 156.