

Potensi Katalis Vanadium untuk Mengkonversikan Crude Palm Oil (CPO) menjadi Biogasolin

Cut Aja Rahmahwati^{1*}, Salmyah², Muhammad Sami^{3*}

^{1,2,3} *Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

^{1*}cutajarahmahwati@pnl.ac.id (penulis korespondensi)

Abstrak— Meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak (BBM) serta penurunan produksi eksplorasi minyak nasional mendorong upaya pencarian bahan bakar alternatif. Indonesia memiliki berbagai jenis biomassa yang dapat digunakan menjadi sumber energi terbarukan. Konversi biomassa menjadi energi alternatif dapat dilakukan dengan berbagai metode. Salah satunya adalah konversi crude palm oil (CPO) menjadi produk biogasolin dengan metode perengkahan katalitik. Crude palm oil adalah salah satu dari jenis biomassa yang sangat berpotensi untuk sumber energi, mengingat Indonesia merupakan produsen minyak sawit kedua terbesar setelah Malaysia. Para peneliti telah banyak melakukan penelitian tentang bagaimana meningkatkan produksi biogasolin dengan berbagai jenis biomassa dan katalis. Banyak jenis katalis telah digunakan dalam proses perengkahan untuk menghasilkan biofuel, termasuk katalis X, Y dan faujasite. Katalis ini merupakan katalis perengkahan yang awalnya digunakan pada proses perengkahan minyak bumi kemudian dikembangkan lebih lanjut pada proses perengkahan minyak nabati. Crude palm oil dapat dijadikan bahan bakar alternatif pengganti bensin, solar, dan minyak tanah karena minyak sawit memiliki rantai hidrokarbon yang panjang seperti minyak bumi. Untuk memaksimalkan konversi CPO menjadi Biogasolin, pada penelitian ini menggunakan metode perengkahan katalitik dengan katalis yang digunakan adalah vanadium. Penggunaan metode perengkahan katalitik karena metode ini dapat memecahkan rantai hidrokarbon kompleks menjadi hidrokarbon dengan rantai sederhana, meningkatkan kualitas dan kuantitas produk, juga dapat berlangsung pada suhu dan tekanan rendah.

Kata kunci: Biogasolin, Crude Palm Oil, Katalis Vanadium, Catalytic Cracking

Abstract— The increase in fuel oil (BBM) consumption and the decline in national oil exploration production have encouraged efforts to search for alternative fuels. Indonesia has various types of biomass that can be used as a renewable energy source. Biomass conversion into alternative energy can be done using various methods. One of them is the conversion of crude palm oil (CPO) into biogasoline products using the catalytic cracking method. Crude palm oil is a type of biomass that has great potential as an energy source, considering that Indonesia is the second largest palm oil producer after Malaysia. Researchers have conducted a lot of research on how to increase biogasoline production with various types of biomass and catalysts. Many types of catalysts have been used in cracking processes to produce biofuels, including X, Y and faujasite catalysts. This catalyst is a cracking catalyst which was initially used in the petroleum cracking process and then further developed in the vegetable oil cracking process. Crude palm oil can be used as an alternative fuel to replace gasoline, diesel and kerosene because palm oil has a long hydrocarbon chain like petroleum. To maximize the conversion of CPO into Biogasoline, this research used a catalytic cracking method with the catalyst used being vanadium. The catalytic cracking method is used because this method can break complex hydrocarbon chains into hydrocarbons with simple chains, improving product quality and quantity, and can also take place at low temperatures and pressures.

Keywords— Biogasolin, Crude Palm Oil, Katalis Vanadium, Catalytic Cracking.

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan sumber bahan bakar fosil yang semakin menipis dan meningkatnya efek rumah kaca membuat para peneliti harus berfikir untuk mengembangkan bahan bakar non-petroleum, terbarukan dan tidak menimbulkan polusi. Biogasolin termasuk salah satu biofuel. Biofuel adalah bahan bakar alternatif yang dapat digunakan dalam mobil otomatis tanpa harus memodifikasi mesinnya.

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan salah satu bahan baku perkebunan yang berperan penting dalam kegiatan perekonomian Indonesia sebagai penghasil minyak nabati yang sangat dibutuhkan oleh sektor industri. Penggunaan minyak sawit telah meluas ke berbagai kegunaan seperti minyak makan, minyak industri dan bahan bakar/biodiesel. Ini karena ketahanan oksidasi tekanan tinggi, kemampuan untuk melarutkan bahan kimia yang tidak larut dalam pelarut lain, dan cakupan yang tinggi.

Kelapa sawit atau crude palm oil (CPO) merupakan salah satu bahan baku penting perekonomian Indonesia, misalnya sebagai sumber pendapatan, pemberi kerja dan arus kas bagi negara. Perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia tumbuh secara eksponensial. Produksi minyak sawit mentah (CPO) sebesar 43 juta ton pada tahun 2018, meningkat

sebesar 12% pada tahun 2017, sebanyak 28 juta ton. Wawancara prospek tahun 2018 membahas prospek industri minyak sawit Jakarta pada tahun 2019. Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit (GAPKI) melaporkan ekspor CPO akan terus tumbuh sebesar 4-5% pada 2019, meskipun permintaan CPO dalam negeri diperkirakan akan terdorong oleh program B20, yang memadukan bahan bakar dengan biodiesel 20%.

Proses perengkahan katalitik dari minyak nabati menjadi produksi biogasolin lebih menarik perhatian karena biaya operasional lebih rendah, sesuai dengan infrastruktur yang tersedia dan fleksibel dengan sumber minyak/lemak. Katalis-katalis yang digunakan antaranya adalah oksida metal, molekuler sieve, alumina teraktifasi, dan sodium karbonat. Karakteristik dari katalis transesterifikasi aktif termasuk luas area spesifik tinggi, basa kuat, konsentrasi basa tinggi.

Penggunaan katalis kimia dapat menghasilkan konversi yang tinggi dari trigliserida menjadi metil ester dan membutuhkan waktu tinggal yang relative pendek. Bagaimanapun pengkatalisian alkali transesterifikasi membutuhkan kemurnian minyak nabati yang tinggi, dan kandungan air dan asam lemak bebas dalam system reaksi tidak boleh lebih dari 0,3% dan 0,5%.

Katalis oksida metal selanjutnya berhubungan dengan struktur, tipe ikatan antara metal dan oksigen, dan adanya sisi

basa atau asam pada permukaan. Senyawa vanadium aktif dan stabil dalam transesterifikasi minyak. Keaktifan katalis vanadium dalam oksidasi parsial hidrokarbon berhubungan dengan adanya kelompok vanadil (V=O), dan selektifitinya tergantung kepada keadaan support, kondisi pretreatmen, dan model disperse vanadium pada permukaan support. Dalam penelitian ini, trigliserida yang digunakan adalah minyak sawit mentah (Crude Palm Oil (CPO)), katalis metal vanadium dan support zeolite.

Vanadium pentaoksida merupakan bahan metal aktif katalis banyak digunakan dalam industri-industri kimia seperti: industri asam sulfat, industri phtalic anhidride, industri petroleos Mexicanos, ammoksidasi aromatik, hidrogenasi olefin menjadi diolefin, proses hidrokraking oksidasi aromatik menjadi phtalik anhidrida, oksidasi benzen menjadi malaec anhidrida dan lain-lain (La Ifa, N Nurjannah, 2017). Pabrik-pabrik yang menggunakan katalis vanadium pentaoksida di Indonesia seperti industri asam sulfat PT.Petrokimia Gresik Jawa Timur menghadapi masalah dalam pengadaan katalis baru karena harganya relatif tinggi juga harus diimpor dari luar Negeri. Katalis vanadium pentaoksida yang digunakan pada industri asam sulfat PT.Petrokimia Gresik Jawa Timur , setelah mengalami deaktivasi langsung diganti dengan katalis baru sedangkan katalis bekasnya dibuang sebagai limbah B3.

Vanadium merupakan logam lunak dengan struktur yang kuat dan tahan terhadap korosi. Senyawa-senyawa vanadium memiliki banyak manfaat di berbagai industri metalurgi, material, dan kimia, namun hampir 85% penggunaan vanadium adalah sebagai zat aditif baja. Di sisi lain, senyawa oksida vanadium juga banyak didayagunakan, sebagai contoh vanadium pentaoksida (V2O5) yang dijadikan bahan katalis dalam berbagai proses kimia di industri, terutama dalam proses kontak di industri asam sulfat.

Beberapa proses yang telah dilakukan untuk memperoleh bio-bensin yaitu thermal cracking yang berlangsung pada suhu dan tekanan yang tinggi sehingga menyebabkan kebutuhan energi yang besar, hydrocracking adalah proses perengkahan berkatalis dengan mereaksikan minyak nabati dengan sejumlah gas hidrogen pada keadaan suhu dan tekanan tertentu [Nugroho A.P.P. et al., 2014], dan catalytic cracking dalam pengoperasiannya menggunakan katalis untuk mempercepat proses dan menghemat banyak energi karena dapat dioperasikan pada suhu rendah dan tekanan 1 atm. Istilah perengkahan digunakan untuk menggambarkan pemotongan ikatan hidrokarbon dengan memutuskan ikatan antara karbon senyawa tersebut. Perengkahan dapat terjadi dengan mekanisme dimana ion karbonium terbentuk sebagai radikal bebas pada suhu relatif tinggi, namun reaksi perengkahan dapat dipercepat oleh kekuatan asam yang ditunjukkan dengan kapasitas transfer proton. Inti asam Bronsted dari katalis memecah ikatan rangkap (asam oleat), sedangkan inti asam Lewis memecah ikatan tunggal (asam palmat) dari struktur trigliserida minyak sawit.

Tabel 1. Perkembangan produksi biogasolin dengan kondisi operasinya

Bahan Baku	Katalis	Suhu. °C	Waktu Tengg al	Reaktor yang digunakan	Kokas yield	Bio-fuel yield	Refe re nsi
						93 %	Ha rta
						konversi, 43 %	ti et
Minyak Biji Nyamplu ng	Hierarchi cal ZSM-5	475	12 0 me nit	One-pot stainless steel	2%	% yield of C5-C12, and	al., 20
						89.6-90.2 wt.	Y i
						9.2-11.2 wt.%	g e
Minyak Bunga Matahari	Vanadiu m pentoxid e / 1-2 wt.%	330 to 380	40 me nit	Fixed-fluidized bed	gas and coke	hidrokar bon	u Z D
						9.2-11.2 wt.	^ B a
						74.9-93.6 wt.	y a
						2 %	t
Miny a kanola	HZSM-5	375 to 500	2 to 4 ja m	Fixed-bed	-	hidrokarb on,	A &
						0.66 to 1.7 40.71 wt.%	S N e
						C5-C12, 32 wt.%	g m
Miny a Jarak	Nano γ-Al2O3/ 1 wt.%	280-320	8-40 mi n	Fixed-fluidized bed	-	C12-C16,	N .
						22.5 61.01-88.1%	A M an
						hydrocar bon, and	ci o
Miny a kelapa sawit	Na2CO3	450	100-27 5 me nit	Stirred sludge bed reactor	2 to 4 %	11.9-38.99 %	A . A

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Lhokseumawe

Bahan dan alat yang digunakan: Crude palm oil (CPO), aquades, katalis zeolit vanadium, es batu; dan alat yang digunakan: labu leher 3, kondensor, selang air, buret, oil bath, overhead stirrer, termometer, timbangan, gelas ukur, spatula, ayakan, erlenmeyer, botol sampel, furnnace.

Rancangan percobaan:

- Variabel tetap
Berat katalis 30 gr, Jenis aktivator vanadium, Volume bahan baku 150 ml, Waktu reaksi selama 2 jam, Temperatur reaksi 120 °C;
- Variabel bebas
Konsentrasi aktivator (0,1 M b/v, 0,2 M b/v dan 0,3 M b/v)
- Variabel terikat
Uji kristalinitas, uji gugus fungsi (FTIR), analisa komposisi (GC-MS)

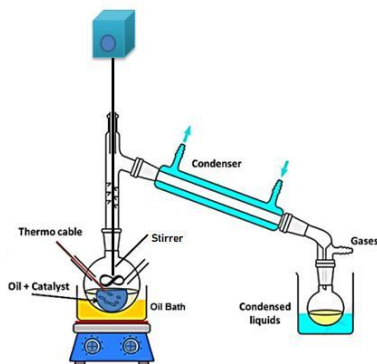
II.1 Prosedur Penelitian

II.1.1 Preparasi Katalis

- 1) Penyeragaman ukuran zeolite (1,18 mm)
- 2) Dilakukan impregnasi dengan larutan vanadium dengan konsentrasi (0,1 M, 0,2 M dan 0,3 M) b/v
- 3) Disaring dan dikeringkan di dalam oven pada temperatur 120 oC.
- 4) Dilakukan pengujian dengan TGA untuk mengetahui temperature degradasi;
- 5) Sampel dikalsinasi pada temperature 600 oC (sesuai hasil TGA);
- 6) Katalis di karakterisasi dengan XRD, dan FTIR;

II.1.2 Tahap Reaksi

1. Sebanyak 150 ml CPO dimasukkan kedalam labu leher 3
2. Kemudian dimasukkan 50 gr katalis
3. Direfluks pada temperature 120 °C.
4. Setelah direfluks dilakukan proses destilasi untuk mendapatkan produk yang lebih unggul.



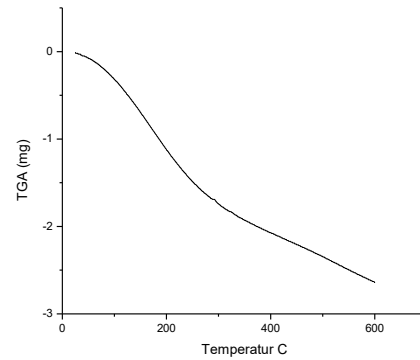
Gambar 2.1 Desain alat pembuatan biogasolin

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian ini dibagi ke dalam 2 tahap, yaitu tahap preparasi katalis dan tahap reaksi katalitik.

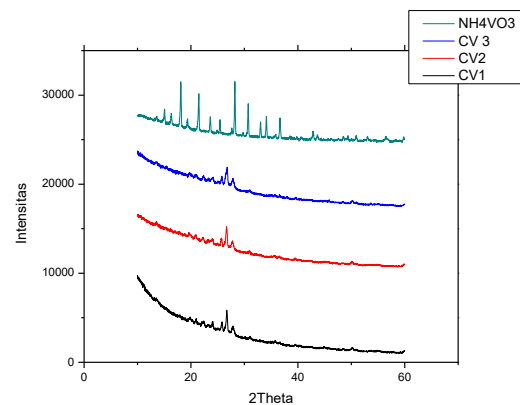
III.1 Tahap Preparasi katalis.

Tahap pertama dilakukan adalah preparasi katalis, bahan dasar katalis yang digunakan adalah zeolite alam. Zeolite alam akan diaktifkan dengan cara direndam dalam larutan vanadium dengan konsentrasi 0,1 M b/v, 0,2 M b/v dan 0,3 M b/v. larutan ini digunakan untuk proses impregnasi zeolite. Hasil impregnasi ini diuji temperature degradasi dengan instrument TGA. Hasil yang diperoleh seperti Gambar 3.1



Gambar 3.1. Signal Thermal Gravimetry Analysis

Pada dasarnya sifat-sifat degradasi termal dari katalis diinvestigasi untuk mengidentifikasi stabilitas struktural selama proses pemanasan. Kurva TGA dari katalis ditunjukkan dalam Gambar 3.1. Dalam proses pemanasan terjadi fasa-fasa degradasi, dimana proses dimulai pada temperatur ruangan sampai 110 °C. Dalam fasa ini yang terjadi adalah penguapan air. Fasa kehilangan berat berikutnya terjadi pada temperatur 110 – 300 °C. Terakhir kehilangan berat terjadi pada temperatur antara 400 – 600 °C. Berdasarkan grafik diatas katalis dikalsinasi pada temperatur 600 °C selama 2 jam. Hasil kalsinasi ini selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan instrument XRD dan FTIR. Gambar 3.2 dan 3.3 berturut-turut adalah pola dari hasil dengan XRD dan FTIR.

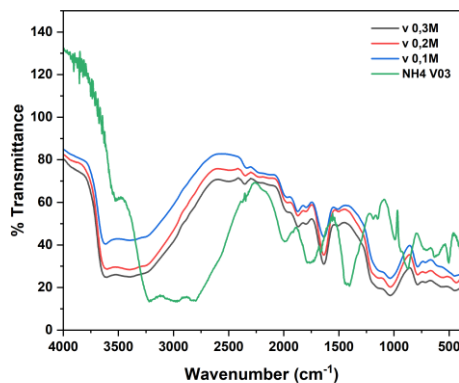


Gambar 3.2. Pola XRD pada berbagai konsentrasi aktivator

Analisa XRD ini bertujuan untuk mengetahui fase Kristal yang terbentuk akibat proses impregnasi vanadium kedalam pori zeolite alam. Pada gambar diatas menunjukkan pola difraktogram katalis vanadium-zeolit. Pada gambar di atas terlihat struktur katalis berbentuk kristal pada sudut 2 Theta antara 20 sampai 30 yang menunjukkan bahwa katalis tersebut reaktif.

Gambar 3.2 menunjukkan pola XRD dari katalis zeolit alam yang diimpregnasi dengan Ammonium mono vanadate (NH₄VO₃) pada berbagai konsentrasi (0,1 M, 0,2 M, dan 0,3 M) dimana perbedaan konsentrasi tersebut tidak menunjukkan efek yang signifikan terhadap pola XRD. Ketiga konsentrasi aktivator pada zeolit tersebut menunjukkan pola XRD dimana peak-peaknya bermunculan pada sudut 2Theta = 27°. Jika dibandingkan dengan pola XRD dari NH₄VO₃ ada peak yang bermunculan secara bersamaan pada 2Theta = 27°, sehingga

bisa dipastikan bahwa zeolit tersebut sudah mengandung vanadium. Selanjutnya vanadium ini akan berfungsi sebagai katalis untuk mengkonversikan crude palm oil (CPO) menjadi biogasolin.



Gambar 3.3. Kurva FTIR katalis pada berbagai konsentrasi aktivator.

IV. KESIMPULAN

Belum bisa dituliskan kesimpulan karena datanya belum cukup. Kurva FTIR (Gambar 3.5) dari katalis dengan dengan berbagai konsentrasi activator menunjukkan ada kesamaan dengan kurva FTIR vanadium (NH_4VO_3) murni. Ini membuktikan bahwa katallis tersebut sudah aktif dengan vanadium. Dengan menggunakan katalis-katalis yang sudah diaktifasi tersebut, maka dilakukan proses reaksi katalitik.

REFERENSI

- [1] La Ifa, dan N Nurjannah, 2017, Ekstraksi Vanadium Pentaoksida (V_2O_5) dari katalis Bekas, Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV.
- [2] Lienda Aliwarga, Tatang Hernas Soerawidjaja, Agnes Veronica Victoria, Reynard, 2018, Pengambilan Kembali Vanadium Pentaoksida dari Katalis Vanadium Bekas, Jurnal Teknik Kimia <http://jurnalteknik.unjani.ac.id/index.php/jt>
- [3] Putu Ayu Widya Pradnyani, Destrian Hervina, 2018, Produksi Biofuel Menggunakan Katalis Ni-Fe/HZSM-5 Dari Minyak Kelapa, Skripsi Departemen Teknik Kimia.
- [4] (Arita et al., 2008; Bayat & Sadrameli, 2015; Hartati et al., 2020; Li et al., 2009; Mancio et al., 2016; Negm et al., 2018; Nugroho et al., 2014; Rahmahwati et al., 2022; Yigezu & Muthukumar, 2015)Arita, S., Dara, M. B., & Irawan, J. (2008). Pembuatan Metil Ester Asam Lemak Dari Cpo Off Grade Dengan Metode Esterifikasi- Transesterifikasi. Jurnal Teknik Kimia, 15(2), 34–43. <https://doi.org/52-150-1-PB>
- [5] Bayat, A., & Sadrameli, S. M. (2015). Conversion of canola oil and canola oil methyl ester (CME) to green aromatics over a HZSM-5 catalyst: A comparative study. RSC Advances, 5(36), 28360–28368. <https://doi.org/10.1039/c5ra01691f>
- [6] Hartati, Trisunaryanti, W., Mukti, R. R., Kartika, I. A., Firda, P. B. D., Sumbogo, S. D., Prasetyoko, D., & Bahruji, H. (2020). Highly selective hierarchical ZSM-5 from kaolin for catalytic cracking of Calophyllum inophyllum oil to biofuel. Journal of the Energy Institute, 93(6), 2238–2246. <https://doi.org/10.1016/j.joei.2020.06.006>