



e-ISSN Number  
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

## Journal of Chemical Process Engineering

Volume 7 Nomor 2 (2022)



SINTA Accreditation  
Number 28/E/KPT/2019

### Perengkahan Katalitik Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (DALMs) Menggunakan Katalis HCl Berpenyangga $\gamma$ - $Al_2O_3$

*(Catalytic Cracking of Palm Fatty Acid Distillates using HCl Catalyst with  $\gamma$ - $Al_2O_3$  Support)*

Rismawati Rasyid<sup>1\*</sup>, Alda Titania Dewanti<sup>1</sup>, Rahmaniah Malik<sup>2</sup>, Anshariah  
Anshariah<sup>3</sup>, Ruslan Kalla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magister Teknik Kimia, Program Pascasarjana Universitas Muslim Indonesia Jl.Urip Sumoharjo  
No.225Makassar Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia Jl.Urip  
Sumoharjo Km.05 Makassar Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia  
Jl.Urip Sumoharjo Km.05 Makassar Indonesia

#### Inti Sari

Distilat asam lemak minyak sawit merupakan hasil samping dari pengolahan minyak sawit yang masih mengandung asam lemak bebas sehingga berpotensi sebagai bahan baku energi alternatif. Tidak dapat dipungkiri bahwa ketergantungan akan bahan bakar fosil semakin hari semakin meningkat, sedangkan bahan bakar fosil tidak dapat diperbaharui. Hal inilah yang mendorong para peneliti mengembangkan riset terkait bahan baku terbarukan dan metode terbaik untuk menghasilkan bahan bakar alternatif. Salah satu metode pembuatan biofuel adalah perengkahan katalitik yang menghasilkan beberapa produk biofuel, yaitu biogasoline ( $C_5$ - $C_{11}$ ), biokerosin ( $C_{12}$ - $C_{15}$ ) dan biodiesel ( $C_{16}$ - $C_{20}$ ). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi katalis HCl/ $\gamma$ - $Al_2O_3$  (1, 3, 5 dan 7)% dan HCl/Ni/ $\gamma$ - $Al_2O_3$  (1, 3, 5 dan 7)% terhadap produk biofuel hasil perengkahan katalitik distilat asam lemak minyak sawit (DALMs). Reaksi perengkahan katalitik dioperasikan pada suhu konstan 370°C, tekanan 1 atm dan volume reaktan 50 ml. Rendemen tertinggi diperoleh sebesar 80% dengan menggunakan katalis HCl/ $\gamma$ - $Al_2O_3$  (1%) ; selektivitas terhadap biogasoline ( $C_5$ - $C_{11}$ ) 5,27%, biokerosin ( $C_{12}$ - $C_{15}$ ) 30,4%, dan biodiesel ( $C_{16}$ - $C_{20}$ ) 28,79%. Perolehan nilai rendemen yang sama juga diperoleh dengan menggunakan katalis HCl/Ni/ $\gamma$ - $Al_2O_3$  (1%) yaitu sebesar 80%; selektivitas terhadap biogasoline ( $C_5$ - $C_{11}$ ) 4,51%, biokerosin ( $C_{12}$ - $C_{15}$ ) 28%, dan biodiesel ( $C_{16}$ - $C_{20}$ ) 37,3%.

**Kata Kunci:** Biodiesel;  
Biogasoline; Biokerosin;  
Distilat asam lemak bebas  
minyak sawit; Perengkahan  
katalitik.

**Key Words :** Biodiesel;  
Biogasoline; Biokerosene;  
Catalytic cracking; Palm fatty  
acid distillate.

**Published by**  
Department of Chemical Engineering  
Faculty of Industrial Technology  
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

**Address**  
Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)  
Makassar- Sulawesi Selatan  
**Email :**  
jcpe@umi.ac.id

**\*Corresponding Author**  
rismawati.rasyid@umi.ac.id



**Journal History**  
Paper received : 30 September 2022  
Received in revised : 19 November 2022  
Accepted : 28 November 2022

**Abstract**

*Palm fatty acid distillate is a byproduct of palm oil purification that still contains free fatty acids, which makes it suitable as a biofuel raw material. It is undeniable that dependence on fossil fuels is rising day by day, and fossil fuels cannot be renewed. This encourages researchers to conduct research on renewable raw materials and the most effective methods for producing alternative fuels. Catalytic cracking is one method of producing biofuels, and it yields several biofuel products, including biogasoline ( $C_5-C_{11}$ ), biokerosene ( $C_{12}-C_{15}$ ) and biodiesel ( $C_{16}-C_{20}$ ). The aims of this study were to see how HCl/ $\gamma$ - $Al_2O_3$  (1, 3, 5 dan 7)% dan HCl/Ni/ $\gamma$ - $Al_2O_3$  (1, 3, 5 dan 7)% catalyst concentrations affected biofuel products through the catalytic cracking process of palm fatty acid distillate (PFAD). The catalytic cracking reaction was carried out at a constant temperature of 370°C, a pressure of 1 atm, and a reactant volume of 50 ml. The HCl/ $\gamma$ - $Al_2O_3$  (1%) catalyst produced the highest yield of 80%; selectivity to biogasoline ( $C_5-C_{11}$ ) was 5.27%, biokerosene ( $C_{12}-C_{15}$ ) was 30.4%, and biodiesel ( $C_{16}-C_{20}$ ) was 28.75%. The same yield value of 80% was obtained using an HCl/Ni/ $\gamma$ - $Al_2O_3$  (1%) catalyst; selectivity to biogasoline ( $C_5-C_{11}$ ) was 4.51%; biokerosene ( $C_{12}-C_{15}$ ) was 28%; and biodiesel ( $C_{16}-C_{20}$ ) was 37.3%.*

**PENDAHULUAN**

Indonesia harus mengimpor minyak bumi dari Timur Tengah untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Hal ini disebabkan kebutuhan energi yang terus meningkat seiring dengan meningkatnya populasi dan gaya hidup manusia tidak dapat terpenuhi lagi, karena sumur-sumur produksi utama minyak bumi umumnya sudah tua dan produksi sumur baru relatif masih terbatas sehingga produksi minyak bumi setiap tahunnya cenderung menurun [1].

Ditinjau dari wilayahnya, Indonesia merupakan negara yang sangat subur dan menjadi salah satu negara pemasok kelapa sawit terbesar di dunia. Kondisi ini yang dimanfaatkan oleh para peneliti untuk menghasilkan energi alternatif (biofuel) yang berasal dari sumber daya alam terbarukan [2]. Minyak sawit merupakan bahan baku yang menjanjikan untuk produksi biofuel, namun apabila minyak sawit terus digunakan sebagai bahan baku biofuel, pada akhirnya akan bersaing dengan kegunaan utama minyak sawit sebagai bahan pangan. Pada proses pengolahan minyak sawit sebagai minyak goreng menyisakan produk samping yang masih mengandung asam lemak tinggi yang masih berpotensi menjadi bahan baku pembuatan biofuel agar tidak bersaing dengan bahan pangan [3][4].

Berbagai macam teknologi pembuatan biofuel telah banyak dilakukan. Salah satu proses yang populer adalah perengkahan katalitik. Proses perengkahan katalitik dapat dioperasikan pada tekanan atmosfer dan suhu yang relatif lebih rendah

jika dibandingkan dengan proses hidrocracking yang membutuhkan tekanan dan suhu yang tinggi dalam operasinya [5], [6]. Perengkahan katalitik juga dapat menghasilkan beragam jenis biofuel dan memiliki proses yang lebih mudah jika dibandingkan dengan proses transesterifikasi yang hanya menghasilkan satu jenis biofuel dan relatif sulit pada proses pemisahan produk dengan hasil sampingnya [7][8].

Proses perengkahan katalitik menggunakan bantuan katalis heterogen dalam prosesnya. Katalis heterogen tahan terhadap suhu tinggi, dapat digunakan kembali dan ramah lingkungan. Katalis heterogen dapat dirancang agar kinerjanya lebih optimum dengan pemilihan penyangga yang tepat dan menambahkan promotor dalam strukturnya [9][10].

Penelitian ini menggunakan katalis asam heterogen berpenyangga gamma alumina ( $\gamma$ - $Al_2O_3$ ). Hasil penelitian terdahulu yang telah menggunakan katalis asam heterogen pada prosesnya menunjukkan tingkat keberhasilan reaksi katalis asam heterogen lebih baik dibandingkan katalis basa karena sifatnya tidak sensitif terhadap asam lemak bebas dan kandungan air pada bahan, serta tidak mudah mengalami keracunan terhadap udara sekitar [11].

Penelitian ini bertujuan menghasilkan produk biofuel sebagai bahan bakar alternatif melalui proses perengkahan katalitik distilat asam lemak minyak sawit (DALMs) dengan bantuan katalis asam heterogen.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (DALMs), HCl (p.a), Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O (Merck),  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Merck).

### Preparasi Katalis HCl/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Katalis  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ditimbang sebanyak 10 gr dan dan ditambahkan 10 ml aquadest. Kemudian diimpregnasi dengan HCl 0,4 N sebanyak 14ml. Tahap selanjutnya, campuran katalis diaduk menggunakan hotplate magnetik stirrer sekaligus menguapkan aquadest yang terkandung dalam campuran hingga berbentuk pasta. Selanjutnya campuran dikeringkan pada oven suhu 110°C selama 8 jam. Tahap akhir, katalis dikalsinasi selama 3 jam pada temperatur 650°C.

### Preparasi Katalis HCl/Ni/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Katalis  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ditimbang sebanyak 10 gr dan Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O ditimbang sebanyak 1 gr. Kemudian, ditambahkan 10 ml aquadest dan diimpregnasi dengan HCl 0,4 N sebanyak 14 ml. Tahap selanjutnya, campuran katalis diaduk menggunakan hotplate magnetik stirrer sekaligus menguapkan aquadest yang terkandung dalam campuran hingga berbentuk pasta. Selanjutnya campuran dikeringkan pada oven suhu 110°C selama 8 jam. Tahap akhir, katalis dikalsinasi selama 3 jam pada temperatur 650°C.

### Proses Perengkahan Katalitik

Sebanyak 50ml distilat asam lemak minyak sawit (DALMs) dan 0,5 gram katalis HCl/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1%  $\frac{b}{v}$  dari bahan baku) dimasukkan ke dalam reaktor beserta magnetic stirrer sebagai pengaduk. Kemudian, hotplate dan pemanas reaktor dijalankan hingga mencapai suhu 370°C, pengaduk dinyalakan dengan putaran 200rpm dan reaksi dijalankan selama 2 jam dengan waktu awal (t<sub>0</sub>) dimulai ketika suhu telah tercapai. Selama reaksi berlangsung, produk biofuel akan menguap dari reaktor menuju botol penampung produk cair melalui kondensor. Residu akan tetap tinggal dalam reaktor sedangkan produk berwujud gas yang tidak sempat terkondensasi akan dihitung menggunakan persamaan neraca massa dengan mengurangi jumlah awal bahan baku dengan jumlah produk dan residu yang diperoleh. Selanjutnya proses perengkahan katalitik dijalankan

dengan variabel lainnya yaitu katalis HCl/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3, 5, 7)% dan katalis HCl/Ni/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1, 3, 5, 7)%.

Tahap selanjutnya akan dilakukan perhitungan yield produk yang diperoleh dan analisa produk menggunakan GC-MS shimadzu type QP-2010 ultra untuk menentukan selektivitas katalis terhadap produk biofuel. Hasil yield produk dan selektivitas diperoleh dari persamaan (1) dan (2) berikut .

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{Volume Hasil (ml)}}{\text{Volume Awal (ml)}} \times 100\% \quad \dots(1)$$

$$\% \text{Selektivitas} = \frac{\text{Area produk tertentu}}{\text{Total area produk}} \times 100\% \quad \dots(2)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi XRD Katalis HCl/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan HCl/Ni/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Karakterisasi katalis dilakukan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) dengan tujuan mengidentifikasi fasa kristal dan intensitasnya yang terdapat pada katalis. Analisa XRD terjadi dengan adanya kristal katalis yang memantulkan sinar X dan kemudian dikirimkan dari sumber dan diterima oleh detector. Selanjutnya detektor akan menunjukkan puncak 2 $\theta$  dalam bentuk difraktogram [12] (Gambar 1).

**Tabel 1.** Puncak 2 $\theta$  Katalis  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HCl/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan HCl/Ni/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

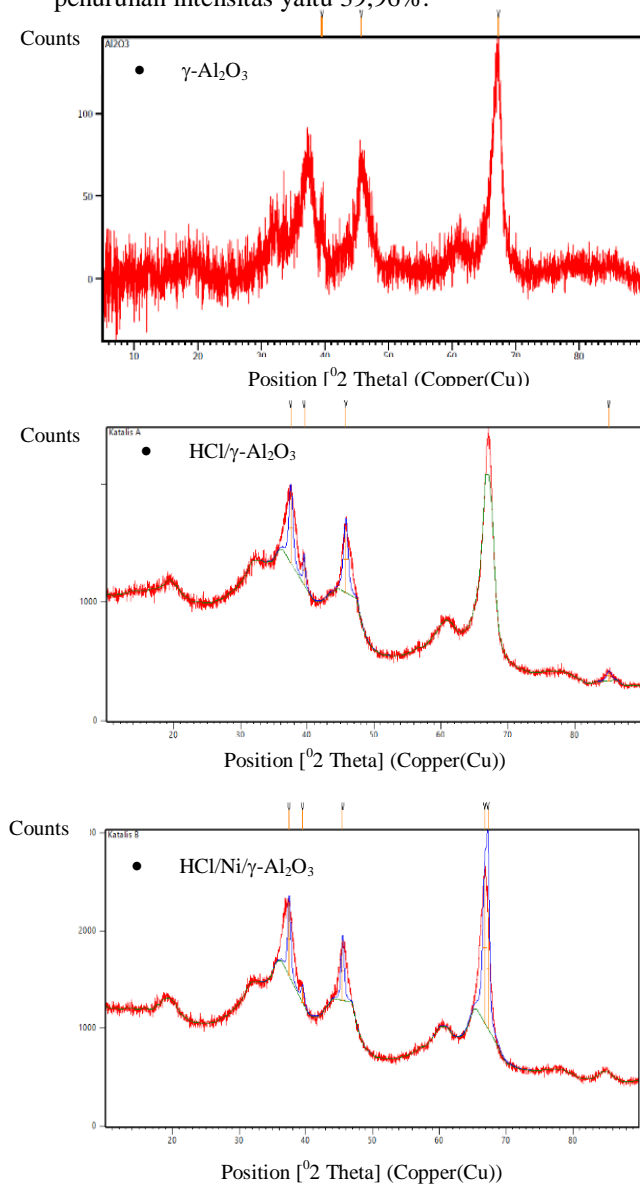
$\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		HCl/ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		HCl/Ni/ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
$^{\circ}2\theta$	Int. [%]	$^{\circ}2\theta$	Int. [%]	$^{\circ}2\theta$	Int. [%]
39,54	17,26	39,52	40,05	37,49	48,94
45,71	44,83	45,75	94,32	39,51	10,57
	100,00	67,52	100,00	45,50	39,96
		85,12	12,77	66,85	100,00
				67,30	78,93

Pola XRD dari  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (penyangga katalis) jika dibandingkan dengan katalis HCl/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan HCl/Ni/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menunjukkan tidak terjadinya perubahan kristalinitas yang signifikan meskipun telah mengalami perlakuan impregnasi.

Puncak 2 $\theta$  yang ditunjukkan dari masing-masing katalis masih terbilang mirip dan hanya mengalami sedikit pergeseran puncak 2 $\theta$ . Puncak 2 $\theta$   $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> awal terdapat pada 39,54° dengan intensitas 17,26%, puncak 2 $\theta$  39° juga tetap ada pada HCl/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang menunjukkan peningkatan intensitas

setelah dilakukan impregnasi HCl yaitu 40,05% sedangkan pada HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  puncak 2 $\theta$  awal mengalami sedikit pergeseran dan ditemukan pada 37,49° dengan intensitas yang juga meningkat yaitu 48,94%, puncak 2 $\theta$  sedikit mengalami pergeseran karena pada 39° ditempati oleh logam Ni.

Puncak 2 $\theta$   $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  kedua terdapat pada 45,71° dengan intensitas 44,83%, puncak 2 $\theta$  = 45° juga terdapat pada HCl/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan menunjukkan peningkatan intensitas yaitu 94,32% sedangkan pada HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  puncak 2 $\theta$  = 45° mengalami penurunan intensitas yaitu 39,96%.



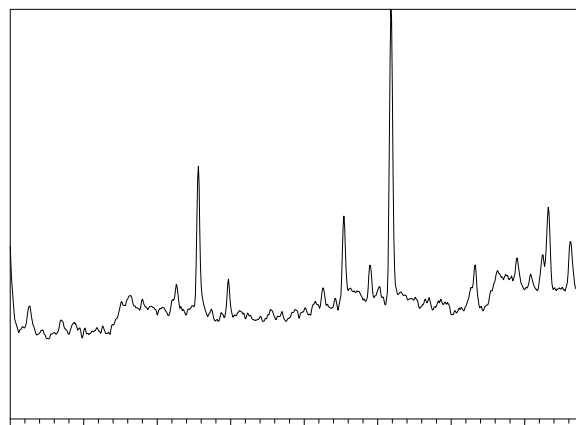
**Gambar 1.** Difraktogram XRD dari  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ , HCl/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$

Puncak 2 $\theta$   $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  terakhir terdapat pada 67,24° dengan intensitas 100% yang juga ditemukan pada puncak 2 $\theta$  = 67,52° HCl/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan intensitas 100% dan terdapat puncak 2 $\theta$  yang muncul akibat impregnasi HCl yaitu pada 85,1167°. Sedangkan pada HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  terdapat puncak 2 $\theta$  = 66,85° dan 67,30° dengan intensitas 100% dan 78,93%.

### Hasil Analisa GC-MS Bahan Baku

Komposisi distilat asam lemak minyak sawit (DALMs) dianalisa menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) dengan tujuan mengetahui asam lemak dan senyawa lainnya yang terkandung pada bahan baku.

Hasil analisa GC-MS bahan baku distilat asam lemak minyak sawit (DALMs) menunjukkan bahwa masih terdapat komponen-komponen trigliserida, yaitu asam lemak bebas sebesar 10,04%. Dalam proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak goreng, akan menyisakan hasil samping dari hasil pemurnian sebanyak 6% dari CPO umpan. Hasil samping tersebut berupa distilat asam lemak minyak sawit yang banyak mengandung asam lemak bebas [13]. Selain itu, dari hasil GC-MS menunjukkan pula, terdapat senyawa-senyawa hidrokarbon  $\text{C}_3$ - $\text{C}_{28}$  dalam jumlah yang cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa limbah minyak sawit berpotensi sebagai bahan baku pembuatan biofuel.

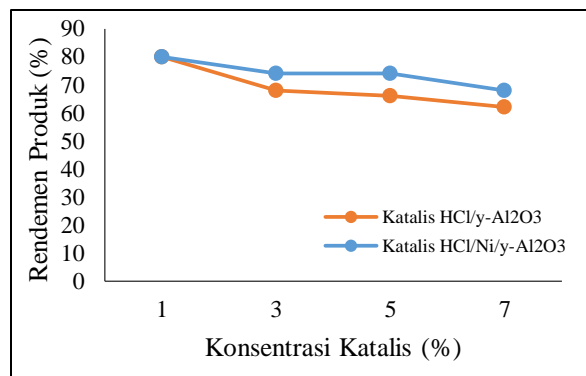


**Gambar 2.** Kromatografi Bahan Baku Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (DALMs)

### Hasil Analisa Rendemen Produk

Proses perengkahan katalitik yang dilakukan menghasilkan produk biofuel berupa cairan hasil kondensasi dan produk gas yang tidak sempat terkondensasi pada proses. Sedangkan reaktan yang tidak dapat lagi terkonversi tetap tinggal dalam reaktor Hasil produk cair dan gas dijumlahkan dan

kemudian dihitung persentase rendemennya menggunakan persamaan (1).



**Gambar 3.** Grafik Hubungan antara Konsentrasi Katalis dan Rendemen Produk Biofuel

Rendemen produk yang diperoleh pada proses pembuatan biofuel melalui perengkahan distilat asam lemak minyak sawit (DALMs) dengan katalis HCl/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menunjukkan penurunan jumlah rendemen disetiap penambahan konsentrasi katalis. Begitupula dengan penggunaan katalis HCl/Ni/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Hasil rendemen tertinggi dari masing-masing katalis diperoleh pada penggunaan konsentrasi katalis 1% yaitu sebanyak 80%. Penurunan rendemen produk disebabkan penambahan konsentrasi katalis menghalangi reaktan distilat asam lemak minyak sawit (DALMs) ini untuk mengalami perengkahan dengan sempurna, sehingga reaksi perengkahan menjadi lambat dan terjadi deaktivasi katalis yang disebabkan oleh impurities terkandung pada reaktan [12, 13]. Penambahan konsentrasi katalis akan berbanding lurus dengan rendemen produk, tetapi apabila produk telah mencapai kondisi optimum, penggunaan katalis yang terlalu banyak hanya akan menyebabkan berkurangnya konversi biofuel dan dapat memungkinkan terjadinya deaktivasi katalis akibat sintering, peracunan maupun pencemaran katalis [16].

Rendemen produk biofuel dengan katalis HCl/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menunjukkan penurunan rendemen yang lebih besar apabila dibandingkan dengan rendemen produk biofuel dengan katalis HCl/Ni/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Hal ini menunjukkan kinerja promotor Ni yang ditambahkan pada struktur katalis berperan baik dalam reaksi dan perengkahan katalitik dalam upaya menghasilkan rendemen produk yang lebih tinggi. Nikel memiliki aktifitas yang tinggi sebagai katalis dan membentuk ikatan yang relatif lemah dengan reaktan sehingga produk reaksi mudah terlepas dari permukaan katalis dan proses reaksi berlangsung lebih cepat [17].

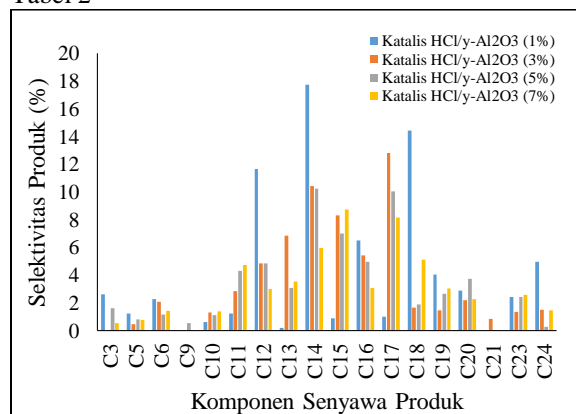
### Hasil Analisa Komponen Senyawa Produk Biofuel

Komponen senyawa yang terkandung pada produk dianalisa menggunakan GC-MS. Kemudian dihitung persentase selektivitasnya menggunakan persamaan (2) serta dilakukan pengelompokan komponen senyawa berdasarkan jenisnya yaitu biogasoline (C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub>), biokerosin (C<sub>12</sub>-C<sub>15</sub>) dan biodiesel (C<sub>16</sub>-C<sub>20</sub>) [18].

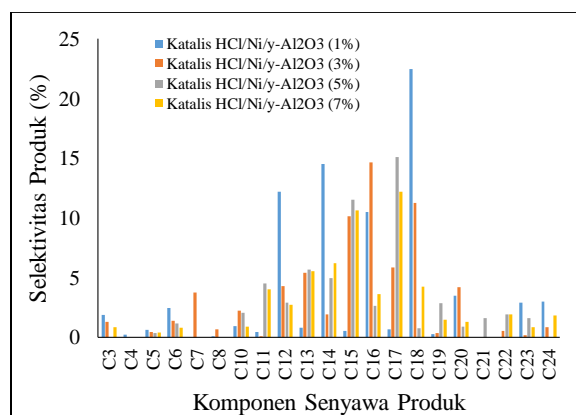
Produk biofuel dengan menggunakan katalis HCl/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki komponen hidrokarbon C<sub>3</sub>-C<sub>26</sub>.

Produk biofuel dengan menggunakan katalis HCl/Ni/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki komponen hidrokarbon C<sub>3</sub>-C<sub>24</sub>.

Setelah dilakukan pengelompokan jenis biofuel berdasarkan rantai hidrokarbonnya, diperoleh data selektivitas katalis terhadap produk biofuel pada Tabel 2



**Gambar 4.** Grafik Hubungan antara Senyawa dengan Selektivitas Produk Biofuel menggunakan katalis HCl/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



**Gambar 5.** Grafik Hubungan antara Senyawa dengan Selektivitas Produk Biofuel menggunakan katalis HCl/Ni/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**Tabel 2.** Selektivitas Produk Biofuel

Katalis	Kons. Katalis (%)	Selektivitas (%)		
		Bio-gasoline	Bio-kerosin	Bio-diesel
HCl/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$	1	5,27	30,4	28,79
	3	6,61	30,4	23,48
	5	7,82	25,09	23,23
	7	8,27	21,17	21,61
HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$	1	4,51	28	37,3
	3	8,54	25,01	36,25
	5	7,99	24,97	22,75
	7	6,09	21,72	22,14

Konversi produk biogasoline yang diperoleh dengan menggunakan katalis HCl/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  maupun HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  memiliki nilai selektivitas yang kecil. Konversi produk biogasoline tertinggi diperoleh hanya sebesar 8,54% dengan menggunakan katalis HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  (3%). Nilai selektivitas yang kecil ini menunjukkan bahwa katalis yang digunakan kurang selektif terhadap produk biogasoline karena untuk memproduksi bahan bakar dengan rantai karbon pendek seperti biogasoline dibutuhkan katalis yang memiliki selektivitas tinggi terhadap produk yang diinginkan agar reaktan tidak cenderung terkonversi menjadi bahan bakar dengan rantai karbon yang lebih panjang [19].

Berbeda dengan biogasoline, konversi produk biokerosin dan biodiesel yang diperoleh menunjukkan nilai selektivitas yang cukup tinggi, dimana selektivitas produk biokerosin tertinggi diperoleh dengan menggunakan katalis HCl/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1 dan 3%) yaitu 30,4% dan selektivitas produk biodiesel tertinggi diperoleh dengan menggunakan katalis HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1%) yaitu 37,3%. Hal ini menunjukkan bahwa katalis HCl/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  memiliki selektivitas yang tinggi terhadap produk biokerosin dan katalis HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  selektif terhadap produk biodiesel.

Penggunaan katalis berpenyangga gamma alumina ( $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) menghasilkan konversi produk biokerosin ( $\text{C}_{12}$ - $\text{C}_{15}$ ) yang relatif tinggi namun keberadaan logam nikel (Ni) dalam struktur katalis yang digunakan dapat mempercepat pelepasan produk dari permukaan katalis dan menyebabkan selektivitas terhadap produk biodiesel yang memiliki rantai karbon  $\text{C}_{16}$ - $\text{C}_{20}$  lebih tinggi [20].

## KESIMPULAN

Distilat asam lemak minyak sawit (DALMs) dapat dikonversi menjadi biofuel cair jenis biogasoline ( $\text{C}_5$ - $\text{C}_{11}$ ), biokerosin ( $\text{C}_{12}$ - $\text{C}_{15}$ ) dan biodiesel ( $\text{C}_{16}$ - $\text{C}_{20}$ ) melalui proses perengkahan katalitik pada tekanan 1 atm menggunakan katalis

HCl/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Rendemen tertinggi diperoleh sebesar 80% dengan menggunakan katalis HCl/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1%); selektivitas terhadap biogasoline ( $\text{C}_5$ - $\text{C}_{11}$ ) 5,27%, biokerosin ( $\text{C}_{12}$ - $\text{C}_{15}$ ) 30,4%, dan biodiesel ( $\text{C}_{16}$ - $\text{C}_{20}$ ) 28,79%. Perolehan nilai rendemen yang sama juga diperoleh dengan menggunakan katalis HCl/Ni/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1%) yaitu sebesar 80%; selektivitas terhadap produk biogasoline ( $\text{C}_5$ - $\text{C}_{11}$ ) 4,51%, biokerosin ( $\text{C}_{12}$ - $\text{C}_{15}$ ) 28%, dan biodiesel ( $\text{C}_{16}$ - $\text{C}_{20}$ ) 37,3%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih DRPM KEMENDIKBUD-RISTEK atas bantuan pendanaan dalam skim penelitian PTUPT dan citivitas akademika Program Pascasarjana UMI serta Jurusan Teknik Kimia FTI UMI tempat penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Proses Teknik Kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sekretariat General National Energy Council, "Indonesia Energy Out Look 2019," 2019.
- [2] E. Supriadi, R. Basuki, D. H. Prajitno, and M. Mahfud, "Produksi Biofuel Berbantuan Ultrasonik dari Minyak Kelapa Terkatalisis Ca/gamma- $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan K/gamma- $\text{Al}_2\text{O}_3$ ," *Walisongo J. Chem.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–56, 2021.
- [3] B. Blesvid, Y. Yelmida, and Z. Zultinar, "Perengkahan Katalitik Palm Fatty Acid Distillate ( PFAD ) Menjadi Biofuel Dengan Katalis Abu TKS Variasi Temperatur dan Berat Katalis," *J. Rekayasa Kim. dan Lingkungan.*, vol. 10, pp. 1–6, 2018.
- [4] D. S. Hajj, D. Aprilia, and A. Budiarto, "Pembuatan Biofuel dengan Proses Perengkahan dari Palm Fatty Acid Distillate ( PFAD ) menggunakan Katalis CaO," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 2019, pp. 607–614.
- [5] A. N. Aini, M. Al-Muttaqii, A. Roesyadi, and F. Kurniawansyah, "Kinerja Katalis Ni-Cu/HZSM-5 dalam Pembuatan Biogasoil dari Minyak Bintaro (Cerbera Manghas) dengan Proses Hydrocracking," *J. Berk. Saintek*, vol. VIII, no. 3, pp. 84–88, 2020.
- [6] M. Al-Muttaqii, F. Kurniawansyah, D. H. Prajitno, and A. Roesyadi, "Hydrocarbon Biofuel Production by Hydrocracking Process

- with Nickel-Iron Supported on HZSM-5 Catalyst,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 543, no. 012055, pp. 1–7.
- [7] R. Rasyid, Z. Sabara, H. Ainun Pratiwi, R. Juradin, and R. Malik, “The Production of Biodiesel from A Traditional Coconut Oil Using NaOH/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Heterogeneous Catalyst,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 175, no. 1, pp. 2–8, 2018.
- [8] A. T. Dewanti, M. Fitrah, B. Setiawan, A. Suryanto, and R. Rasyid, “Uji Aktifitas Katalis NaOH/Ni/ $\gamma$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada Proses Transesterifikasi Minyak Sawit,” *J. Chem. Process Eng. Vol.*, vol. 6, no. 1, pp. 53–58, 2021.
- [9] J. Monde, P. I. Kumalasari, and K. Nugroho, “Perengkahan Metil Ester dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,” *CHEESA Chem. Eng. Res. Artic.*, vol. 2, no. 2, pp. 75–82, 2019.
- [10] I. Aziz, T. Retnaningsih, D. Gustama, N. Saridewi, L. Adhani, and A. A. Dwiatmoko, “Catalytic Cracking of Jatropha Oil into Biofuel over Hierarchical Zeolite Supported NiMo Catalyst,” in *AIP Conference Proceedings*, 2021, pp. 1–6.
- [11] I. Istadi, T. Riyanto, L. Buchori, D. D. Anggoro, A. W. S. Pakpahan, and A. J. Pakpahan, “Biofuels Production from Catalytic Cracking of Palm Oil Using Modified HY Zeolite Catalysts over A Continuous Fixed Bed Catalytic Reactor,” *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 10, no. 1, pp. 149–156, 2021.
- [12] I. Aziz, Y. Kurnianti, N. Saridewi, L. Adhani, and W. Permata, “Utilization of Coconut Shell as Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Catalyst Support for Catalytic Cracking of Jatropha Oil into Biofuel,” *J. Kim. Sains dan Apl.*, vol. 23, no. 2, pp. 39–45, 2020.
- [13] B. F. H. de Oliveira, L. F. de França, N. C. F. Corrêa, N. F. da P. Ribeiro, and M. Velasquez, “Renewable Diesel Production from Palm Fatty Acids Distillate (PFAD) via Deoxygenation Reactions,” *Catalysts*, vol. 11, no. 9, pp. 1–16, 2021.
- [14] S. Thambiyapillai and M. Ramanujam, “An Experimental Investigation and Aspen HYSYS Simulation of Waste Polystyrene Catalytic Cracking Process for the Gasoline Fuel Production,” *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 10, no. 4, pp. 891–900, 2021.
- [15] M. Hájek, A. Vávra, H. de Paz Carmona, and J. Kocík, “The Catalysed Transformation of Vegetable Oils or Animal Fats to Biofuels and Bio-lubricants: A review,” *Catalysts*, vol. 11, no. 9, pp. 1–30, 2021.
- [16] A. Navajas, I. Reyero, E. Jiménez-Barrera, F. Romero-sarria, J. Llorca, and L. M. Gandia, “Catalytic Performance of Bulk and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Supported Molybdenum Oxide for the Production of Biodiesel from Oil with High Free Fatty Acids Content,” *J. Catal.*, vol. 10, no. 158, pp. 1–14, 2020.
- [17] T. Yolanda, “Catalytic Cracking Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) menggunakan Katalis Zeolit Alam,” Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2018.
- [18] I. Aziz, E. A. F. Ardine, N. Saridewi, and L. Adhani, “Catalytic Cracking of Crude Biodiesel into Biohydrocarbon Using Natural Zeolite Impregnated Nickel Oxide Catalyst,” *J. Kim. Sains dan Apl.*, vol. 24, no. 7, pp. 222–227, 2021.
- [19] S. Lestari, A. Sundaryono, and R. Elvia, “Preparasi dan Karakterisasi Katalis Mo-Ni/HZ dengan Metode Impregnasi untuk Cracking Katalitik Minyak Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit menjadi Bahan Bakar Nabati,” *ALOTROP, J. Pendidik. Dan Ilmu Kim.*, vol. 3, no. 1, pp. 91–97, 2019.
- [20] M. F. Carli, B. H. Susanto, and T. K. Habibie, “Sythesis of Bioavture Through Hydrodeoxygenation and Catalytic Cracking from Oleic Acid using NiMo/Zeorlit Catalyst,” *E3S Web Conf.*, vol. 67, no. 02023, pp. 1–5, 2018.