

Research Paper

Efektivitas Katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ Pada Proses Perengkahan Katalitik

Effectiveness of $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ Catalysts on Catalytic Cracking Process

Rismawati Rasyid*, Lastri Wiyani, Alif Qayyum Ramadhan, Muhammad Aslam Ahmad.

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia Jl. Urip Sumoharjo KM 05
Panaikang, Kec. Panaikang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Artikel Histori : Submitted 12 June 2024, Revised 2 October 2024, Accepted 27 October 2024, Online 31 November 2024

 <https://doi.org/10.33096/jcpe.v9i2.878>

ABSTRAK: Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi yang pada saat ini kegunaan sangat luas. Selain fakta bahwa minyak bumi merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbarui, penggunaan bahan bakar minyak juga telah mempengaruhi tingkat emisi. Biofuel merupakan bahan bakar alternatif dalam bentuk padat, cair atau gas yang dapat diperoleh dari hewan, tumbuhan, ataupun sisa-sisa dari hasil pertanian. Proses pembuatan biofuel dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu dengan *thermal cracking*, *hydrocracking*, dan *catalytic cracking*. Perengkahan termal adalah proses yang sederhana dimana panas digunakan untuk memotong rantai hidrokarbon yang panjang. Perengkahan katalitik adalah proses pemutusan rantai hidrokarbon menggunakan katalis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (2 dan 6)% dan mengetahui pengaruh rasio perbandingan katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (1, 2, 3 dan 4)% pada rendemen dan selektivitas produk biofuel hasil *catalytic cracking* minyak kelapa sawit. Proses pembuatan biofuel melalui proses *catalytic cracking* dengan menggunakan katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ sebanyak 1% dari volume bahan dengan suhu 370°C pada *hotplate magnetic stirrer* dan reaktor selama ± 3 jam. Hasil biofuel dianalisa *Gas Chromatography Mass Spectrofotometry* (GCMS). Biogasolin tertinggi diperoleh dengan menggunakan katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 2% dengan rasio perbandingan 2% yaitu sebesar 16,6%. Sedangkan biodiesel tertinggi diperoleh dengan menggunakan katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 6% dengan rasio perbandingan 2% yaitu sebesar 42,7%.

Kata Kunci: Minyak Kelapa Sawit, Perengkahan Katalitik, Biofuel.

ABSTRACT: Petroleum is one of the energy sources that currently has very wide uses. In addition to the fact that petroleum is a non-renewable resource, the use of fuel oil has also affected emission levels. Biofuel is an alternative fuel in solid, liquid or gas form that can be obtained from animals, plants, or agricultural waste. The process of making biofuel can be done by several methods, namely by *thermal cracking*, *hydrocracking*, and *catalytic cracking*. Thermal cracking is a simple process where heat is used to cut long hydrocarbon chains. Catalytic cracking is the process of breaking hydrocarbon chains using a catalyst. This study aims to determine the effect of $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst (2 and 6)% and to determine the effect of the ratio of $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst (1, 2, 3 and 4)% on the yield and selectivity of biofuel products from catalytic cracking of palm oil. The process of making biofuel through catalytic cracking process using $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst as much as 1% of the volume of material with a temperature of 370°C on a hotplate magnetic stirrer and reactor for ± 3 hours. The biofuel results were analyzed by Gas Chromatography Mass Spectrophotometry (GCMS). The highest biogasoline was obtained using $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst 2% with a ratio of 2% which was 16.6%. While the highest biodiesel was obtained using $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst 6% with a ratio of 2% which was 42.7%.

Keywords: Palm Oil, Catalytic Cracking, Biofuel.

1. PENDAHULUAN

Dalam banyak kebutuhan industri dan rumah tangga, energi adalah salah satu kebutuhan sosial yang paling penting. Kebutuhan energi seluruh sektor di tingkat nasional terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi masyarakat dan pembangunan wilayah. Pengkajian yang dilakukan oleh Departemen

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
e-mail : jcpe@umi.ac.id

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



Energi dan Sumber Daya Mineral menunjukkan peningkatan lebih dari 5% dalam penggunaan energi per kapita Indonesia setiap tahun [1][2][3].

Hal ini memaksa manusia untuk mengembangkan sumber energi alternatif untuk menggantikan dan manusia tidak bergantung hanya pada bahan bakar fosil tersebut. Biofuel merupakan bahan bakar alternatif yang tersedia dalam berbagai bentuk atau fase yaitu gas, cair atau padat yang berasal baik dari hewan, tumbuhan, ataupun sisa-sisa dari hasil pertanian [4][5]. Ada beberapa keunggulan dari biodiesel dibanding minyak bensin. Ini termasuk sifat yang lebih ramah lingkungan, dapat diperbarui (*renewable*), dapat terurai (*biodegradable*), memiliki sifat pelumasan terhadap mesin piston disebabkan oleh biodiesel masuk pada golongan minyak tidak mengering (*non-drying oil*), tidak memberikan efek rumah kaca dan bahan baku yang lebih terjamin ketersediaannya [6]. Gas hasil pembakaran bahan bakar yang dihasilkan daripada penggunaan biodiesel jauh lebih rendah, maka biodiesel lebih ramah lingkungan dan jauh lebih baik dibandingkan diesel atau solar. Biodiesel bersifat bebas sulfur, bilangan asap (*smoke number*) rendah dan angka setana (*cetane number*) bekisar antara 57-62 menyebabkan pembakaran bahan bakar lebih efisien, tidak menghasilkan racun dan pembakaran bahan bakar terjadi dengan sempurna [7].

Proses pembuatan biofuel dapat dilakukan dengan *thermal cracking*, *hydrocracking*, dan *catalytic cracking* [8][9]. Perengkahan termal adalah proses yang sederhana dimana panas digunakan untuk memotong rantai hidrokarbon yang panjang [10]. Perengkahan katalitik adalah proses pemutusan rantai hidrokarbon menggunakan katalis [3][11][12]. Katalis yang digunakan dalam proses perengkahan harus stabil pada suhu tinggi dan mudah dipisahkan dari produk, seperti katalis heterogen yang terdiri dari logam dengan bahan aktif dan didukung logam katalis [13][14][15].

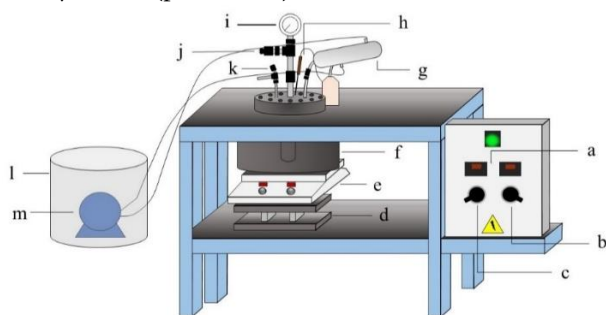
Dalam perengkahan katalitik, rantai karbon panjang terputus menjadi rantai atau molekul hidrokarbon yang lebih pendek dan sederhana dengan bantuan katalis [16]. Katalis berkurang energi aktivasi reaksi untuk mempercepat reaksi kimia, mengontrol selektivitas produk dan meningkatkan kualitas dan kuantitas produk [17]. Sifat utama yang mempengaruhi aktivitas katalitik dalam reaksi perengkahan katalitik adalah keasaman, ukuran, bentuk pori, dan selektivitas. Selain itu, stabil pada suhu tinggi dan mudah dipisahkan dari produk [2][18].

Berdasarkan uraian diatas, maka akan dilakukan penelitian Uji Aktivitas Katalis $Mg(OH)_2/\gamma-Al_2O_3$. Pada Proses *Catalytic Cracking*, dimana akan menghasilkan beberapa produk *biofuel*, yaitu biodiesel, bioavtur, dan *biogasoline* yang akan diklasifikasikan menurut rantai penyusunnya. Pembuatan *biofuel* dengan metode perengkahan katalitik ini juga dapat beroperasi pada suhu yang relatif rendah [13].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, alat-alat utama yang digunakan adalah rangkaian alat perengkahan katalitik, *oven Memmert*, *magnetic stirrer* dan *furnace Carbolite*. Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini yaitu minyak kelapa sawit, $Mg(OH)_2$ (p.a) dan $\gamma-Al_2O_3$ (p.a, Merck).



Gambar 1. Rangkaian Alat Perengkahan Katalitik.

Keterangan: a. Indikator suhu; b. Tombol heater; c. Tombol power; d. Penyangga; e. Hotplate magnetic; f. Reaktor; h. Thermocouple; i. Pressure gauge; j. Inlet gas; k. Katup penutup; l. Wadah air

2.2. Preparasi Katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

Sebanyak 10 gram $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ditimbang, kemudian ditambahkan 5 mL aquadest. Setelah itu, 2 gram $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 0,5 N ditambahkan dan diimpregnasikan ke dalam campuran $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Campuran tersebut diaduk menggunakan *hotplate magnetic stirrer* sambil diuapkan airnya hingga membentuk pasta. Selanjutnya, katalis dimasukkan ke dalam *oven* pada suhu 110°C selama 8 jam. Setelah pengeringan, katalis dikalsinasi menggunakan *furnace* pada suhu 500°C selama 3 jam. Terakhir, dilakukan karakterisasi terhadap katalis tersebut.

2.3. Pembuatan Biofuel

Pada pembuatan biofuel, digunakan empat rasio perbandingan katalis, yaitu 1%, 2%, 3%, dan 4%. Sebanyak 50 mL minyak kelapa sawit dan katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ sebesar 1% dari volume bahan dimasukkan ke dalam reaktor *catalytic cracking* bersama dengan *magnetic stirrer*. Setelah itu, reaktor diaktifkan dan suhu operasi diatur pada 370°C menggunakan *hotplate magnetic stirrer*. Reaksi dijalankan selama ± 3 jam, dimulai saat suhu operasi tercapai. Prosedur yang sama diulangi untuk variabel lain yang telah ditentukan. Setelah selesai, dilakukan analisis terhadap produk.

2.4. Pengujian Katalis dan Hasil Biofuel

2.4.1. Uji XRD (X-Ray Diffraction)

Pengujian XRD dilakukan dengan sampel yang dihaluskan terlebih dahulu untuk mendapatkan distribusi ukuran partikel yang merata. Sampel kemudian diletakkan pada holder di dalam ruang analisis alat XRD. Sumber sinar-X diaktifkan untuk menghasilkan radiasi, dan sinar-X diarahkan ke permukaan sampel. Saat sinar-X mengenai sampel, sebagian sinar tersebut akan terdifraksi. Intensitas sinar-X yang terdifraksi diukur oleh detektor pada berbagai sudut 2θ , dan data direkam untuk analisis lebih lanjut. Data yang diperoleh digunakan untuk membuat grafik intensitas terhadap sudut difraksi, atau dikenal sebagai grafik difraktogram.

2.4.2. Uji SEM (Scanning Electron Microscope)

Sampel yang akan dianalisis dihaluskan terlebih dahulu hingga berbentuk serbuk. Sampel tersebut kemudian diletakkan pada holder yang sesuai di dalam ruang vakum SEM. Ruang analisis dihisap untuk menciptakan kondisi vakum guna mencegah interaksi gas dengan elektron. Berkas elektron diarahkan ke permukaan sampel melalui lensa elektromagnetik, kemudian elektron yang terpantul ditangkap oleh detektor, dan sinyalnya diubah menjadi gambar. Gambar yang dihasilkan dapat diperbesar dan dianalisis untuk mempelajari morfologi, ukuran partikel, dan tekstur permukaan material.

2.4.3. Uji BET (Brunauer Emmet Teller)

Sampel dikeringkan untuk menghilangkan kelembapan dan kontaminan. Setelah itu, sampel dihaluskan agar ukuran partikel menjadi homogen. Sampel dimasukkan ke dalam wadah analisis pada alat *Surface Area Analyzer* (SAA). Kelembapan diukur untuk memastikan kondisi sampel telah sesuai. Gas kemudian diinjeksikan ke dalam wadah yang berisi sampel, dan tekanan gas diatur serta diukur pada berbagai titik. Jumlah gas yang teradsorpsi pada permukaan sampel di berbagai tekanan diukur oleh alat. Selanjutnya, dilakukan proses desorpsi untuk mengukur gas yang dilepaskan dari permukaan. Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung luas permukaan spesifik menggunakan persamaan BET.

2.4.4. Uji GCMS (Gas Chromatography Mass Spectrometry)

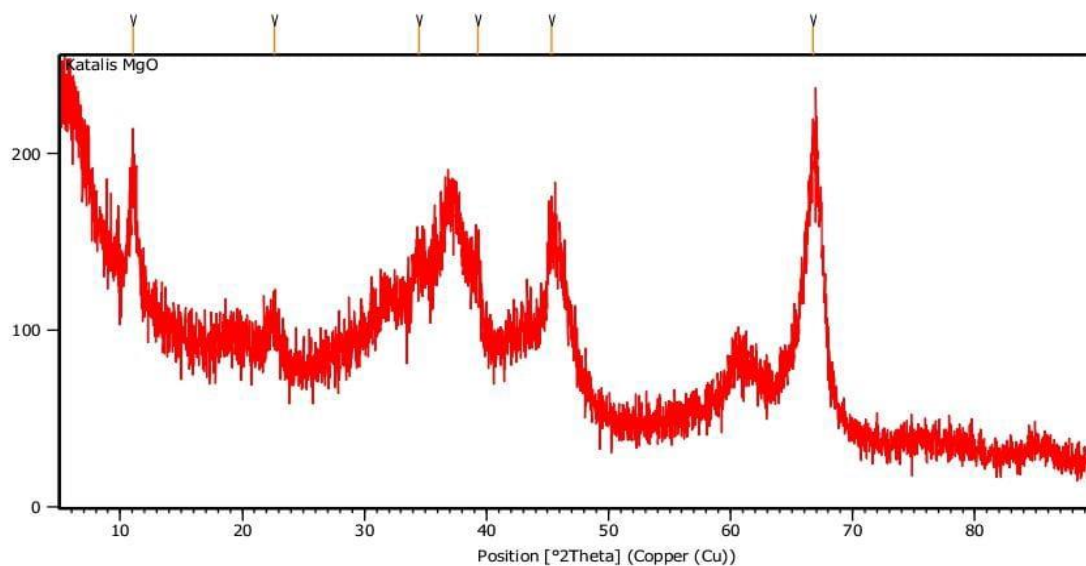
Sampel diencerkan hingga mencapai konsentrasi yang diharapkan. Kemudian, sampel dimasukkan ke dalam alat menggunakan injektor otomatis. Sampel diuapkan dalam ruang injeksi yang telah dipanaskan. Setelah injeksi, uap sampel dibawa melalui kolom dan dipisahkan berdasarkan interaksi antara fase diam dan fase gerak. Komponen yang telah dipisahkan kemudian masuk ke detektor, di mana komponen tersebut diionisasi. Ion yang terbentuk diukur berdasarkan rasio massa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilakukan 2 pengujian yaitu karakterisasi katalis yang terdiri dari uji XRD (*X-Ray Diffraction*), uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan uji BET (*Brunauer Emmet Teller*) serta pengujian hasil rendemen biofuel yaitu uji GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*).

3.1. Uji XRD (X-Ray Diffraction)

Difraksi sinar-X adalah metode nondestruktif yang kuat untuk menggambarkan bahan kristal. Dalam Analisa XRD digunakan metode *powder diffraction*. Metode ini dapat menginformasikan tentang struktur, fase, orientasi (tekstur), ukuran butir rata-rata, kristalinitas, regangan dan cacat struktural lainnya [19].

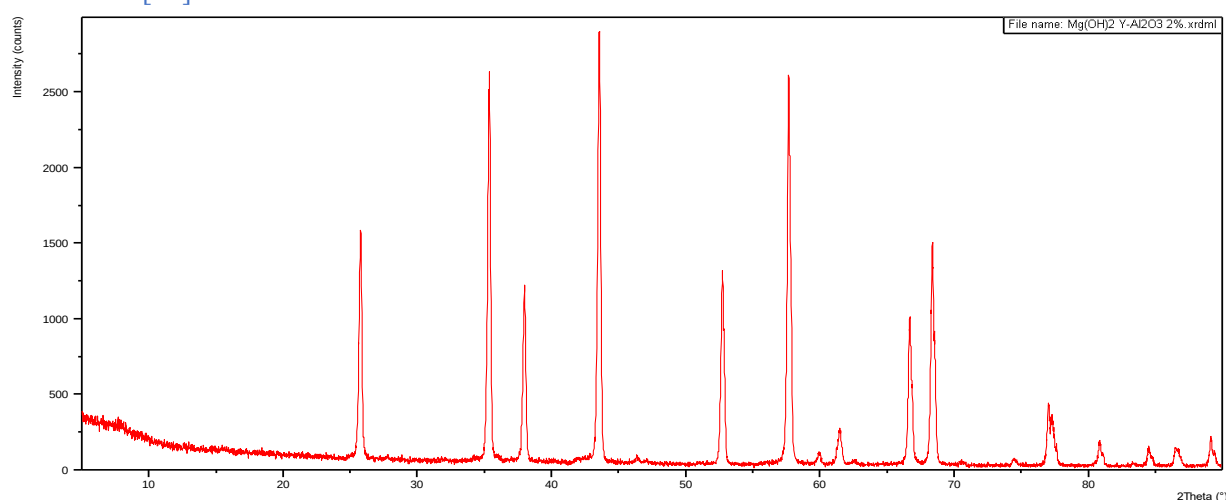


Gambar 2. Difraktogram XRD γ -Al₂O₃ [20]

Tabel 1. Hasil Uji XRD terhadap γ -Al₂O₃ [20]

$^{\circ}2\theta$	Intensitas
39,5359	17,26
45,7104	44,83
67,2432	100,00

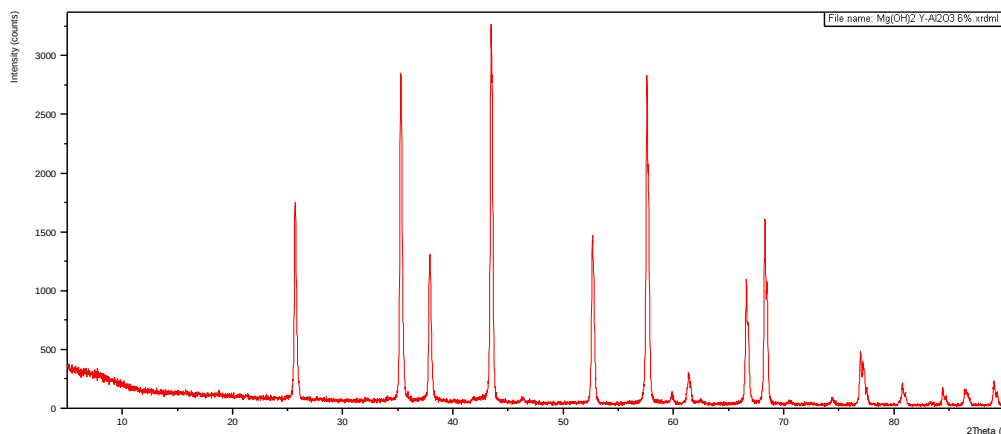
Pada penelitian sebelumnya oleh [20], dilakukan uji XRD pada γ -Al₂O₃ dan diperoleh difraktogram seperti yang terlihat pada Gambar 2 serta pada Tabel 1 menunjukkan bahwa *peak* γ -Al₂O₃ muncul pada sudut $2\theta = 39,5359$; $45,7104$ dan yang dominan pada sudut $2\theta = 67,2432$. Pola tersebut menjelaskan bahwa pada *peak* tersebut, komponen γ -Al₂O₃ terdistribusi secara maksimal dan merupakan ciri dari pola difraktogram yang terbentuk. Penambahan komponen pada katalis akan terlihat perubahan pola kromatogram difraksi dalam analisis XRD [20].



Gambar 3. Difraktogram XRD Katalis Mg(OH)₂/ γ -Al₂O₃ 2%.

Tabel 2. Hasil Uji XRD Katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 2%.

2θ	Intensitas
35,37	82,95
43,51	100,00
57,67	90,26

**Gambar 4.** Difraktogram XRD Katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 6%.**Tabel 3.** Hasil Uji XRD Katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 6%.

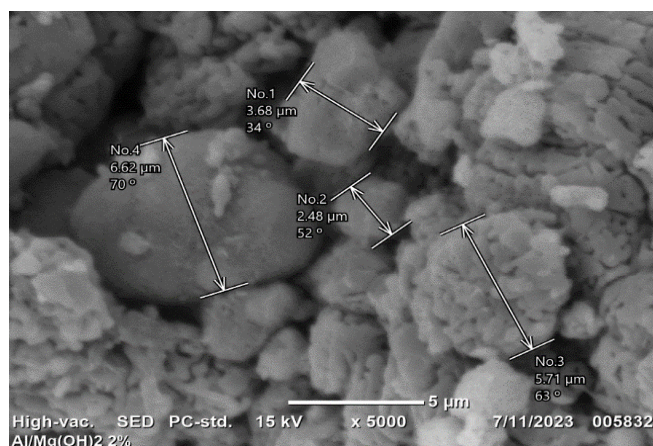
2θ	Intensitas
43,41	100,00
43,52	87,85
57,56	90,58

Hasil analisa XRD pada Gambar 3 dan 4 masing-masing memperlihatkan pola difraktogram katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 2% dan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa *peak* $\text{Mg}(\text{OH})_2$ muncul pada sudut $2\theta = 35,37$; $43,51$ dan $57,67$, serta Gambar 4 memperlihatkan pola difraktogram katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 6% dan di Tabel 3 menunjukkan bahwa *peak* $\text{Mg}(\text{OH})_2$ muncul pada sudut $2\theta = 43,41$; $43,52$ dan $57,56$.

Pada penelitian sebelumnya oleh [20], dilakukan uji XRD pada $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dan diperoleh difraktogram yang dapat dilihat pada Gambar 2 serta di Tabel 1 menunjukkan bahwa *peak* $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ muncul pada sudut $2\theta = 39,5359$; $45,7104$ dan $67,2432$. Hal tersebut menjelaskan bahwa senyawa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ kedua katalis yang dibuat terdispersi baik pada $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, karena sudut 2θ dari kedua katalis tidak berada jauh dari sudut 2θ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ pada tabel 1 [20].

3.2. Uji SEM (Scanning Electron Microscope)

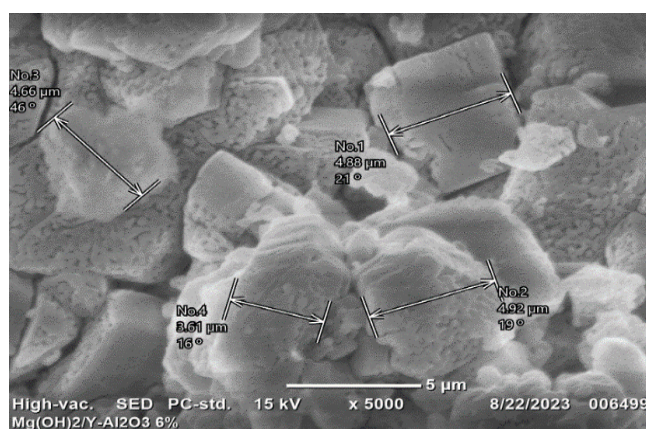
Proses SEM digunakan senapan elektron untuk menghasilkan berkas elektron pada tegangan dipercepat antara 2 dan 30 kV. Lensa elektromagnetik digunakan untuk menangkap berkas elektron yang lewat, sehingga menghasilkan gambar berukuran pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau ke dalam tabung *layer* [21].



Gambar 5. Uji SEM terhadap Katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 2%.

Tabel 4. Hasil Analisa SEM Katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 2%.

No.	Length	[unit]	Angle[deg]
1	3,68	nm	34
2	2,48	nm	52
3	5,71	nm	63
4	6,62	nm	70
Rata-rata		4,6225	



Gambar 6. Uji SEM terhadap Katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 6%.

Tabel 5. Hasil Analisa SEM Katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 6%.

No.	Length	[unit]	Angle[deg]
1	4,88	nm	21
2	4,92	nm	19
3	4,66	nm	46
4	3,61	nm	16
Rata-rata		4,5175	

Hasil pengujian SEM yang dilakukan pada $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 2% dan 6% menunjukkan variasi ukuran sebaran berdasarkan data pada Tabel 4 dan Tabel 5. Morfologi $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 2% dan 6% masing-masing pada Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa partikelnya yang tidak sistematis, memiliki ukuran yang tidak sama serta partikel magnesium yang tersebar secara merata di atas permukaan alumina.

Katalis yang berukuran mesoporus mempunyai kemampuan yang besar untuk menghasilkan produk dengan hasil yang banyak, karena bahan bersifat porous berpeluang lebih besar untuk adanya kontak dengan bahan lainnya dan dapat digunakan pada suhu yang tinggi walaupun dengan resiko laju penurunan katalis seiring berlangsungnya proses [22].

Bahan mesoporus memiliki luas permukaan yang tinggi, volume pori yang besar serta struktur nano yang dapat dirubah. Karena itu bahan bersrtuktur mesoporus memberikan hasil yang lebih baik dalam proses adsorpsi maupun penggunaannya sebagai katalis [23].

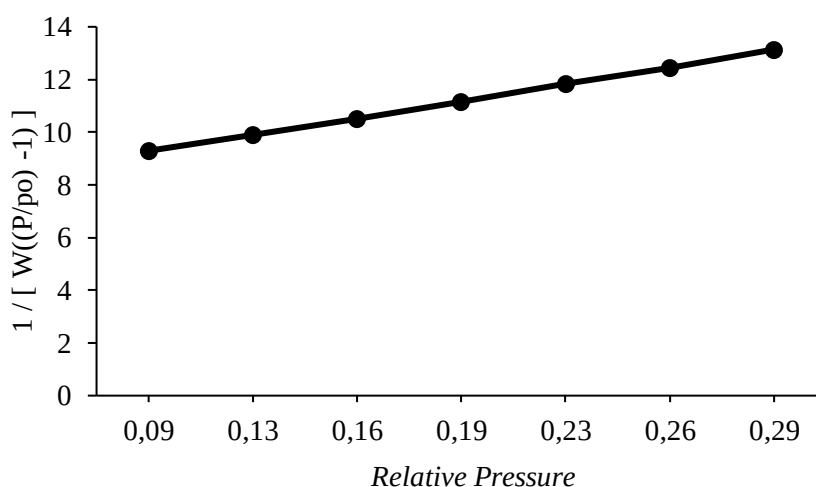
3.3. Uji BET (*Brunauer Emmet Teller*)

Analisa *Brunaur Emmet Teller* (BET) dilakukan dengan digunakan metode *Surface Area Analyzer* (SAA) yang bertujuan guna mengukur dan mengetahui luas permukaan material, distribusi pori dari material dan hubungan antara tekanan dan jumlah adsorpsi pada suhu konstan. suatu gas dalam sebuah bahan [24].

Tabel 6. Hasil Analisa BET pada Katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$.

<i>Relative Pressure</i>	<i>Volume Adsorbed</i>	$1 / [W((P/P_o) - 1)]$
0.0951325	9.05016	9.2948
0.130735	12.1464	9.9070
0.162585	14.7785	10.5114
0.196215	17.5117	11.1536
0.231717	20.4069	11.8252
0.263339	22.9888	12.4417
0.298063	25.8531	13.1416

Dari data diatas, dibuat grafik dan didapatkan persamaan regresi $y = 19,0033x + 7,4418$ dengan koefisien korelasi $(r) = 0,9998$. Dapat dilihat grafik pada gambar 7.



Gambar 7. Multi Point BET

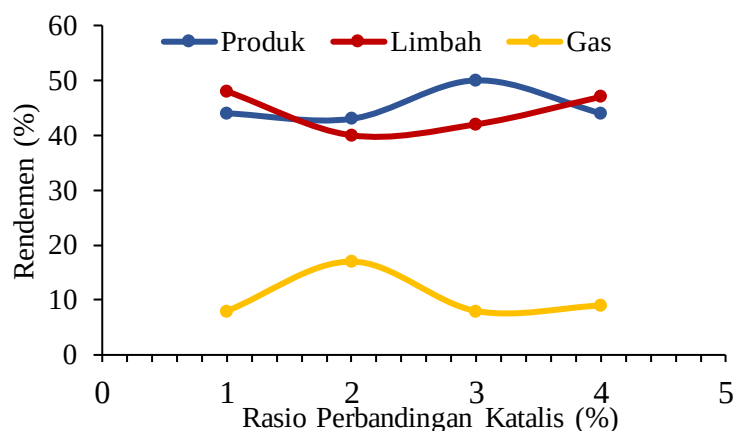
Dari persamaan regresi didapatkan harga *slope* (s) sebesar 19,0033 dan intersep (i) sebesar 7,4418. Dari hasil tersebut didapatkan luas permukaan total sebesar 131,689 m²/g. Sampel yang digunakan sebesar 0,2740 gram sehingga didapatkan luas permukaan spesifik sebesar 480,6167 m².

Dalam penelitian sebelumnya menyatakan bahwa γ -Al₂O₃ memiliki luas permukaan spesifik yang lebih tinggi dibandingkan dengan α -Al₂O₃. Kemudian penelitian yang lain mengungkapkan bahwa luas permukaan spesifik dari α -Al₂O₃ sebesar 149,0433 m² [25][26].

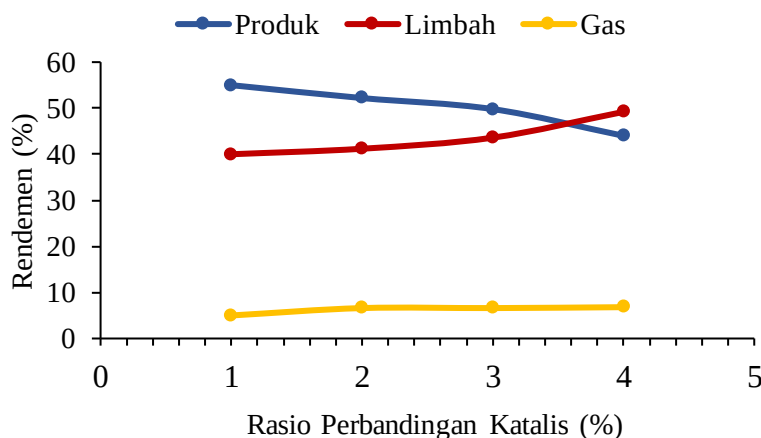
Hasil penelitian terdahulu memperoleh hasil bahwa luas permukaan Mg(OH)₂ sebesar 8,79 m²/g [27]. Maka berdasarkan hasil analisa BET, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan γ -Al₂O₃ sebagai penyangga untuk Mg(OH)₂ menghasilkan luas area untuk Mg(OH)₂ menjadi lebih besar.

3.4. Hasil Analisa Rendemen

Penambahan katalis pada proses perengkahan katalitik dapat mempercepat suatu reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi pada proses pemecahan ikatan senyawa, sehingga proses perengkahan berjalan menjadi lebih efektif dan produk cair yang dihasilkan menjadi lebih banyak [28].



Gambar 8. Pengaruh Rasio Perbandingan Katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 2% terhadap Hasil Rendemen



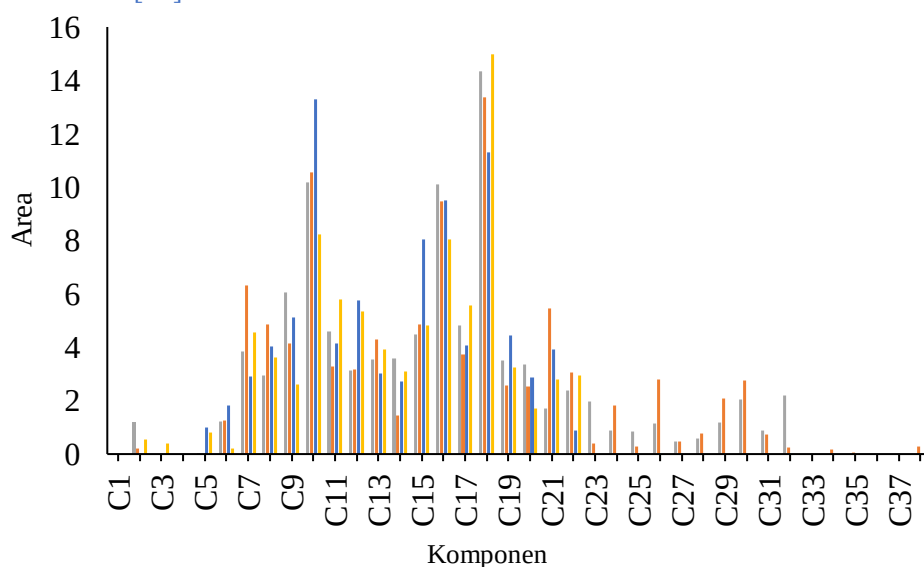
Gambar 9. Pengaruh Rasio Perbandingan Katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 6% terhadap Hasil Rendemen

Hasil rendemen produk biofuel tertinggi dengan katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 2% pada Gambar 8 didapatkan saat penggunaan rasio perbandingan katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ sebesar 3%. Dan pada penggunaan rasio perbandingan katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ sebesar 4% mengalami penurunan pada hasil rendemen. Sedangkan hasil rendemen produk biofuel tertinggi dengan katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 6% pada Gambar 9 didapatkan pada penggunaan rasio perbandingan katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ sebesar 1% dan seiring penambahan rasio perbandingan katalis, hasil rendemen semakin turun [29].

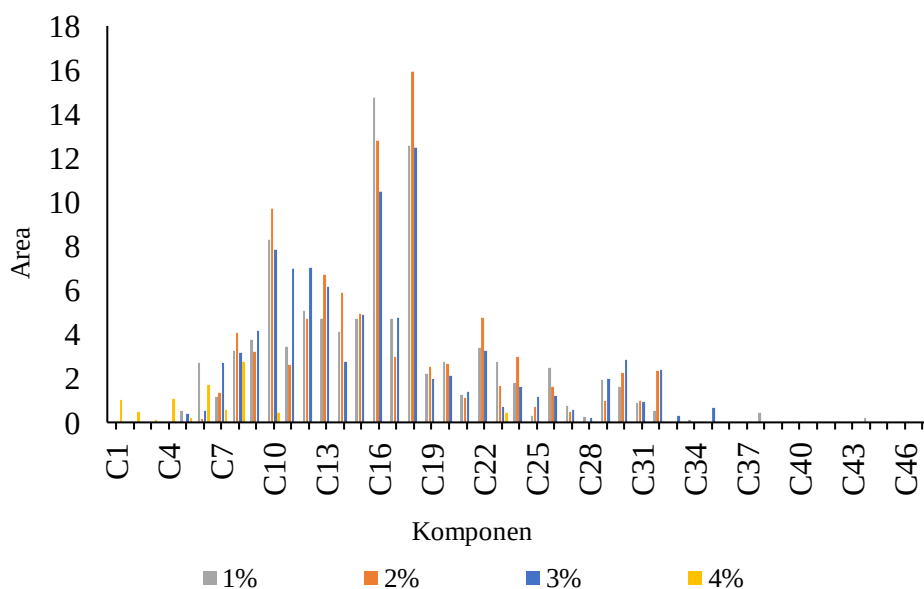
Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa ketika rasio perbandingan katalis yang digunakan semakin tinggi, maka titik operasi optimum katalis itu sendiri telah dilewati. Akibatnya, kinerja dari katalis menjadi kurang optimal yang mengakibatkan proses pemisahan senyawa menjadi beberapa senyawa yang lebih sederhana tidak berjalan dengan secara efektif sehingga mengakibatkan penurunan hasil rendemen yang diperoleh [28].

3.5. Hasil Analisa Produk Biofuel

Di bidang forensik, alat yang paling sering digunakan untuk analisis sampel adalah GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*). Untuk diketahui kandungan senyawa dalam sampel, dapat dibandingkan senyawa yang belum diketahui dengan senyawa referensi dengan digunakan waktu retensi dalam diagram identifikasi analit [30].



Gambar 10. Hasil Uji GCMS Biofuel dengan Katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 2%.



Gambar 11. Hasil Uji GCMS Biofuel dengan katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 6%.

Pada penelitian ini, untuk hasil uji GCMS biofuel yang menggunakan katalis $\text{Mg}(\text{OH})_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 2% (Gambar 10) diperoleh untuk biogasolin ($\text{C}_5\text{-C}_9$) menunjukkan persen area tertinggi saat penambahan rasio katalis 2% yaitu sebesar 16,59%. Untuk bioavtur ($\text{C}_{10}\text{-C}_{15}$) menunjukkan persen area tertinggi pada saat

penambahan katalis 3% yaitu sebesar 36,93%. Untuk biodiesel (C₁₆-C₂₂) diperoleh persen area tertinggi saat penambahan katalis 1% yaitu sebesar 40,21%.

Hasil uji GCMS biofuel yang menggunakan katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 6% (Gambar 11) diperoleh senyawa yang terkandung yaitu biogasolin (C₅-C₉) yang menunjukkan persen area tertinggi saat penambahan katalis 1% yaitu sebesar 11,45%. Kemudian bioavtur (C₁₀-C₁₅) yang menunjukkan persen area tertinggi pada saat penambahan katalis 4% sebesar 37,38%. Dan biodiesel (C₁₆-C₂₂) yang menunjukkan hasil persen area tertinggi saat penambahan katalis 2% yaitu sebesar 42,69%.

Hasil biofuel yang berbeda didapatkan setiap perbedaan penambahan persen katalis, itu disebabkan karena kondisi optimum untuk memperoleh biogasolin, bioavtur dan biogasolin itu berbeda. Fungsi penambahan katalis dalam suatu reaksi perengkahan katalitik untuk meningkatkan laju reaksi menjadi lebih cepat dan diperoleh rendemen yang semakin banyak, tetapi ketika kinerja katalis pada reaksi telah mencapai batas optimum maka penambahan katalis diatas konsentrasi optimum tersebut tidak berjalan secara efektif lagi [28].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ berpengaruh pada hasil rendemen dan selektivitas. Biogasolin tertinggi diperoleh dengan menggunakan katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 2% dengan rasio perbandingan 2% yaitu sebesar 16,6%. Sedangkan biodiesel tertinggi diperoleh dengan menggunakan katalis Mg(OH)₂/γ-Al₂O₃ 6% dengan rasio perbandingan 2% yaitu sebesar 42,7%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sebagai pemberi dana dalam penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Wafi and A. Budianto, "Review Jurnal : Produksi Biofuel dari Palm Oil dengan Berbagai Metode Proses," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 4, pp. 368–375, 2022,.
- [2] R. N. G. Wisliana, "Studi_Literatur_Produksi_Biofuel_Dengan".
- [3] J. P. Rodrigues, M. J. Jacinto, H. L. Oliveira, Y. H. O. Falcão, P. A. Z. Suarez, and L. M. Rossi, "Comparing thermal-cracking and catalytic hydrocracking in the presence of Rh and Ru catalysts to produce liquid hydrocarbons from vegetable oils," *J Braz Chem Soc*, vol. 25, no. 12, pp. 2364–2369, Dec. 2014.
- [4] R. H. Alim, "Catalytic Cracking Minyak Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* L.) Menjadi Biofuel Menggunakan Katalis Nicr/Zeolit Hierarki," Vol. 14, No. 1, Pp. 1–13, 2021.
- [5] I. Aziz, Y. Kurnianti, N. Saridewi, L. Adhani, and W. Permata, "Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Journal of Scientific and Applied Chemistry Utilization of Coconut Shell as Cr 203 Catalyst Support for Catalytic Cracking of Jatropha Oil into Biofuel," *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, vol. 23, no. 2, pp. 39–45, 2020.
- [6] V. J. Wargadalam, Aminuddin, M. H. G. Syafei, and J. Enrico, "Kinetic Study Of Palm Oil Catalytic Cracking Over A Zeolite-based Catalyst," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 41, no. 2, Jul. 2023,.
- [7] A. T. Dewanti, M. Fitrah, B. Setiawan, A. Suryanto, and R. Rasyid, "Uji Aktifitas Katalis NaOH/Ni/gamma Al₂O₃ pada Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit," *Journal of Chemical Process Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 53–58, 2021.

- [8] R. Tambun, R. P. Saptawaldi, M. A. Nasution, and O. N. Gusti, "Pembuatan Biofuel dari Palm Stearin dengan Proses Perengkahan Katalitik Menggunakan Katalis ZSM-5," *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, vol. 11, no. 1, pp. 46–52, Jun. 2016.
- [9] V. Nindita, "Studi Berbagai Metode Pembuatan Bbm Dari Sampah Plastik(Velma Nindita) Studi Berbagai Metode Pembuatan Bbm Dari Sampah Plastik Jenis Ldpe Dan Pvc Dengan Metode Thermal & Catalytic Cracking (Ni-Cr/Zeolit)."
- [10] S. Ramkumar and V. Kirubakaran, "Biodiesel from vegetable oil as alternate fuel for C.I engine and feasibility study of thermal cracking: A critical review," Jun. 15, 2016, *Elsevier Ltd*.
- [11] A. Zikri, I. Febriana, J. M. Amin, A. Pratiwi, M. Pratiwi, and M. Hifal Reyhan, "Pengaruh Jumlah Katalis Dan Temperatur Pada Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair Limbah Styrofoam Dengan Metode Catalytic Cracking Effect Of The Amount Of Catalyst And Temperature On The Process Of Making Liquid Fuel From Styrofoam Waste Using Catalytic Cracking Method," *Jurnal Kinetika*, Vol. 11, No. 01, Pp. 9–17, 2020.
- [12] L. Adhani, R. Masrida, N. P. Angela, and R. R. Nugroho, "Analisis Efektivitas Katalis Fe/Zeolit pada Cracking Minyak Jelantah dalam Pembuatan Biofuel," *PENDIPA Journal of Science Education*, vol. 4, no. 1, pp. 7–11, Feb. 2020.
- [13] A. Budianto, A. R. Sari, Y. W. Monica, E. Ningsih, and E. Kusdarini, "Proses Pembuatan Biofuel dengan Metode perengkahan Menggunakan Katalis Padat," *Journal of Industrial Process and Chemical Engineering (JOICHE)*, vol. 1, no. 1, p. 25, 2021.
- [14] A. T. Dewanti, R. Rasyid, and R. Kalla, "Effect of HCl/ γ -Al₂O₃ and HCl/Ni/ γ -Al₂O₃ Catalyst on The Cracking of Palm Oil," *Jurnal Kimia Valensi*, vol. 8, no. 2, pp. 190–198, Nov. 2022.
- [15] 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," *International Journal of Renewable Energy Development*, vol. 10, no. 1, pp. 149–156, Feb. 2021.
- [16] I. Zahrina, "Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Catalytic Cracking."
- [17] D. Anggraini, "Pembuatan Biofuel dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Catalytic Cracking dengan Menggunakan Katalis H-USY."
- [18] Z. D. Yigezu and K. Muthukumar, "Catalytic cracking of vegetable oil with metal oxides for biofuel production," *Energy Convers Manag*, vol. 84, pp. 326–333, 2014.
- [19] A. A. Bunaciu, E. gabriela Udriștioiu, and H. Y. Aboul-Enein, "X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications," Oct. 02, 2015, *Taylor and Francis Ltd*.
- [20] W. Novia, I. Jafar, R. Malik, A. Avram, and R. Rasyid, "The effect of catalyst concentration and reaction stime on biodiesel production from palm oil using a catalyst Mg(OH)₂/ γ -Al₂O₃," *AIP Conf Proc*, vol. 2595, no. December 2017, 2023.
- [21] Moh. F. H. A. Muthia Egi Rahmasita, "Analisa Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa".
- [22] A. Suryanto and Wahyuni, "Proses Produksi Katalis CaO/ γ -Al₂O₃ Dengan Metode Impregnasi Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa," *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, vol. 16 No. 2, pp. 1–8, 2021.
- [23] Y. Ai, W. Li, and D. Zhao, "2D mesoporous materials," *Natl Sci Rev*, vol. 9, no. 5, pp. 2021–2022, 2022.

- [24] S. Zulichatun, A. Wijayanti, N. Hidayah, A. Marfina, A. Pranata, and L. Nurbaeti, "Analisis Luas Permukaan Zeolit Alam Termodifikasi Dengan Metode BET Menggunakan Surface Area Analyzer (SAA)."
- [25] K. Y. Paranjpe, "Alpha, Beta and Gamma alumina as catalyst," *The Pharma Innovation Journal*, vol. 6, no. 11, pp. 236–238, 2017.
- [26] S. P. Ayu Slamet, I. Lathifah, M. Darmadinata, R. Indah Larasati, D. Purnama Sari, and Y. Gumara Yudhistira, "Analisis Luas Permukaan Alumina Menggunakan Surface Area Analyzer (SAA) Metode BET," *Jurusan Kimia Universitas Negeri Semarang*, 2020.
- [27] X. Song, S. Sun, D. Zhang, J. Wang, and J. Yu, "Synthesis and characterization of magnesium hydroxide by batch reaction crystallization," *Front Chem Sci Eng*, vol. 5, no. 4, pp. 416–421, 2011.
- [28] Zurohaina *et al.*, "Pengaruh Jumlah Katalis Dan Temperatur Pada Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair Limbah Styrofoam Dengan Metode Catalytic Cracking," *Jurnal Kinetika*, vol. 11, no. 01, pp. 9–17, 2020.
- [29] S. Salamah and M. Maryudi, "Proses Pirolisis Limbah Styrofoam Menggunakan Katalis Silika-Alumina," *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, vol. 13, no. 1, pp. 1–7, Mar. 2018.
- [30] Y. S. Rahayu, Y. Astuti, and E. F. Prasetya, "Identifikasi Ekstasi/MDMA Menggunakan Analisis Tes Warna dan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS)," *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, vol. 3, no. 2, pp. 38–45, Oct. 2020.