

# SINTESIS $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> NANO PARTIKEL METODE SOL GEL SEBAGAI BAHAN PENYANGGA KATALIS UNTUK PROSES HIDROGENASI PARSIAL BIODIESEL

*by* Joelianingsih Joelianingsih

---

**Submission date:** 30-Oct-2020 06:12AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1430638109

**File name:** SINTESIS\_-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\_NANO\_PARTIKEL\_METODE\_SOL\_GEL.pdf (1.11M)

**Word count:** 2189

**Character count:** 13721

## 7 SINTESIS $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ NANO PARTIKEL METODE SOL GEL SEBAGAI BAHAN PENYANGGA KATALIS UNTUK PROSES HIDROGENASI PARSIAL BIODIESEL

**Dwita Suastiyanti<sup>1</sup>\*, Dwi Ratna Mustafida<sup>2</sup>, Nikko Eddy Sugianto<sup>2</sup>, Joelianingsih<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia-Serpong,

<sup>2</sup>Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia-Serpong

\*E-mail: dwita.suastiyanti@iti.ac.id

### Abstrak

Energi alternatif pengganti minyak bumi kini menjadi salah satu pertimbangan energi masa depan, salah satu energi alternatif adalah biodiesel. Dalam pembuatan biodiesel diperlukan katalis yang baik untuk menunjang proses pembuatan biodiesel melalui proses hidrogenasi parsial. Proses hidrogenasi parsial diperlukan untuk meningkatkan stabilitas oksidasi biodiesel. Katalis heterogen yang digunakan dalam proses peningkatan stabilitas oksidasi biodiesel adalah katalis Pt-Rh-Pd yang disupport oleh  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Senyawa  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang tersedia di pasaran sebagai produk komersial umumnya belum dalam bentuk nanopartikel dan fasa tunggal. Padahal ukuran nanopartikel sangat penting untuk mencegah terjadinya porositas sedangkan fasa tunggal diperlukan agar kinerja Pt-Rh-Pd yang akan diimpregnasi ke dalam  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  mempunyai kinerja yang baik untuk proses hidrogenasi tanpa diganggu oleh adanya fasa pengotor. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan metode sol-gel. Dengan metode sol-gel diharapkan menghasilkan  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam bentuk nanopartikel dan fasa tunggal, sehingga dapat mensupport katalis Pt-Rh-Pd yang akan memiliki kemurnian tinggi. Pada penelitian ini prekursor yang digunakan adalah aluminium nitrat [ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ] dan ammonium nitrat,  $\text{NH}_4\text{OH}$  yang akan dilarutkan dalam Aquabidestilat. Pengadukan dilakukan di atas hot plate pada suhu 70 – 80°C sampai terbentuk gel kemudian dilakukan pengeringan pada suhu 90 °C. Temperatur kalsinasi dan sintering diketahui dengan melakukan uji TGA/DTA terhadap gel yang terbentuk dan diperoleh hasil bahwa proses kalsinasi dilakukan pada temperatur 345 °C selama 3 jam, dan proses sinter dilakukan pada temperatur 450°C, 500°C, 550°C selama 5 jam. Serbuk alumina yang dihasilkan dikarakterisasi dengan difraksi sinar-X (XRD) untuk mengkonfirmasi fasa yang terbentuk, Particle Size Analyzer (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel dan Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk mengetahui morfologi butir. Dengan menggunakan metode sol-gel dan proses sinter pada 500°C selama 5 jam diperoleh alumina serbuk dengan ukuran partikel yang paling kecil pada skala nanometer sebesar 84.5 nm tanpa adanya fasa pengotor. Morfologi Kristal yang diperoleh dari analisis SEM berbentuk agregat dengan ukuran yang belum homogen dan masih terlihat adanya aglomerisasi.

**Kata kunci:** Katalis, Sol gel, Fasa tunggal, Nanopartikel,  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Biodiesel

### PENDAHULUAN

Kenaikan harga minyak mentah dunia akhir-akhir ini memberi dampak yang besar pada perekonomian nasional, terutama dengan adanya kenaikan harga BBM. Kenaikan harga BBM secara langsung berakibat pada naiknya biaya transportasi, biaya produksi industri dan pembangkit tenaga listrik. Oleh karena itu perlu adanya energi alternatif pengganti minyak bumi salah satunya biodiesel.

Dalam salah satu proses pembuatan biodiesel, yaitu tahapan peningkatan stabilitas oksidasi biodiesel menggunakan katalis heterogen Pt-Rh-Pd yang disupport oleh  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Senyawa  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  adalah alumina transisi yang paling dikenal kegunaannya sebagai senyawa penyangga katalis, dimana senyawa  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  stabil pada suhu tinggi, stabil secara fisik dan kuat serta mudah dibentuk dalam proses pembuatannya. Namun,  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang tersedia dipasaran belum fasa tunggal dan masih relatif mahal harganya.

Pada penelitian ini akan dibuat katalis heterogen  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam ukuran nanopartikel fasa tunggal dengan metode yang lebih mudah dan lebih ekonomis. Senyawa  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  nanopartikel sebagai penyangga katalis Pt-Rh-Pd merupakan jenis material yang paling diminati karena memiliki luas area yang besar dan relatif stabil pada interval temperatur pada sebagian besar reaksi katalitik. Senyawa  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada umumnya dapat diperoleh dipasaran, akan tetapi harganya cukup mahal dan terkadang material dalam bentuk konvensional tersebut

tidak cukup efektif, salah satunya disebabkan oleh aktivitas katalis yang rendah sehingga tidak mampu merengkah reaktan menjadi fraksi-fraksi bakar konvensional. Selain itu aktivitas katalis dibatasi oleh pembentukan kokas dan pori-pori katalis tertutup oleh kokas<sup>[1]</sup>.

Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja katalis adalah membuat ukurannya menjadi nanopartikel. Penggunaan katalis nanopartikel telah diteliti oleh beberapa peneliti menggunakan katalis ZSM-5 dalam perengkahan LDPE (Low Density Polyethilen). Hasil yang didapat menunjukkan bahwa nanopartikel ZSM-5 memiliki aktivitas katalis yang lebih tinggi daripada mikropartikel. Oleh sebab itu dalam penelitian ini ukuran senyawa  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  akan dibuat dalam ukuran nanopartikel.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *sol gel* karena metode ini memiliki banyak kelebihan diantaranya proses berlangsung pada temperatur rendah, prosesnya relatif lebih mudah, bisa diaplikasikan dalam segala kondisi (*versatile*), menghasilkan produk dengan kemurnian dan kehomogenan yang tinggi jika parameternya divariasikan. Selain itu, yang paling mengesankan dari proses *sol-gel* adalah biayanya relatif murah dan produk berupa xerogel silika yang dihasilkan tidak beracun<sup>[2]</sup>.

Alumina mempunyai mempunyai sifat relatif keras secara fisik, relatif stabil pada suhu tinggi, konduktivitas listrik yang rendah, titik leleh tinggi, struktur porinya besar, serta mempunyai luas permukaan dengan kisaran 100–200 m<sup>2</sup>/g. Dengan karakteristik ini, menyebabkan alumina sering digunakan dalam industri, antara lain sebagai absorben, amplas, katalis, dan penyangga katalis. Sifat alumina bervariasi tergantung pada cara pembuatannya. Alumina bersifat amfoter, artinya mempunyai sifat keasaman dan kebasaan yang ditentukan oleh gugus ion permukaan yang berada di ujung mikrokristalit. Dalam bentuk aktif, alumina mempunyai permukaan polar yang mampu mengadsorpsi senyawa-senyawa polar. Sifat – sifat tersebut dapat berubah–ubah sesuai dengan suhu dan pH<sup>[3,4,5,6]</sup>.

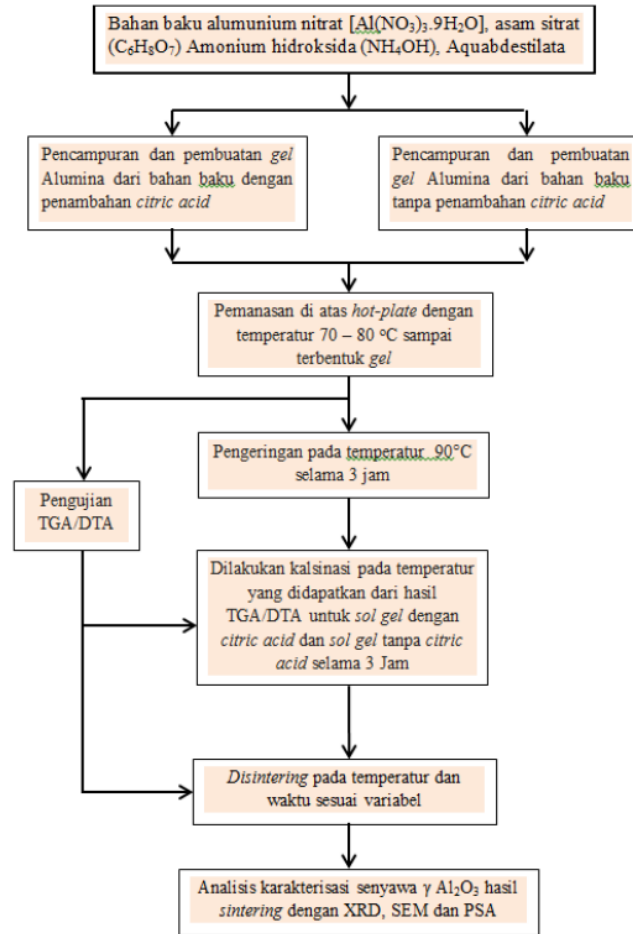
Pada Penelitian yang dilakukan oleh *Rahmanpour*<sup>[7]</sup>,  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  disintesis dari  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  (0.26M),  $\text{NH}_4\text{OH}$  (3.2%), dan air deionized pada pH 7,5–8,5 dengan suhu 310 hingga 340°C selama 15 jam dan konversi methanol 84%. Menghasilkan ukuran Kristal 1-2 nm, luas permukaan 216 m<sup>2</sup>/g, rata-rata pori diameter 9,646 nm, dan volume pori 0,5212 cm<sup>3</sup>/g.

Tujuan penelitian ini adalah sintesis  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  nano partikel metode *sol gel* sebagai bahan penyangga katalis untuk proses hidrogenasi biodiesel.

## METODE PERCOBAAN

Pada kegiatan penelitian ini menggunakan peralatan laboratorium yang sederhana antara lain, *beaker glass*, pipet ukur, cawan keramik, *hot-plate*, dapur pemanas (*furnace*), pangaduk kaca, *magnetic stirrer* dan timbangan analitik. *Prekursor* yang digunakan termasuk senyawa yang sederhana terdiri dari aluminium nitrat [ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ], asam sitrat/*citric acid* ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), amonium hidroksida ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) dan Aquabdestilata. Keseluruhan bahan dasar merupakan senyawa kimia produk *Merck*. Karakterisasi dari serbuk yang dihasilkan dilakukan dengan pengujian *X-Ray Diffractio/XRD* (tipe *Phillips*) untuk mengkonfirmasi pembentukan fasa. Pengamatan dengan *Scanning Electron Microscope/SEM* (tipe *Jeol/EO, JEM-1400 Versi 1.0*) untuk mengetahui morfologi butir atau partikel dan untuk mengetahui ukuran partikel digunakan *Particle Size Analyzer/PSA* tipe *Beckman Coulter Delsa<sup>TM</sup> Nano* dengan menggunakan larutan pendispersi *Ethyl Alcohol* yang dibiarkan selama 4 hari kemudian partikel/serbuk dipecah lagi dengan menggunakan *ultrasonic*. Pengujian dengan menggunakan *TGA/DTA (Thermal Gravimetri Analyzer/Differential Thermal Analysis)* dilakukan terhadap *gel* (sebelum proses sinter) untuk mengetahui temperatur terjadinya perubahan fasa yang bisa diamati melalui pengurangan massa serbuk dan penurunan energi ketika *gel* dipanaskan pada temperatur sampai dengan 1000°C. Instrumen *TGA/DTA* yang digunakan mempunyai tipe *Research Thermal Balance Series LINSEIS L81-I/L81-STA (TGA-DTA)*.

Kegiatan penelitian dilakukan berdasarkan diagram alir seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.



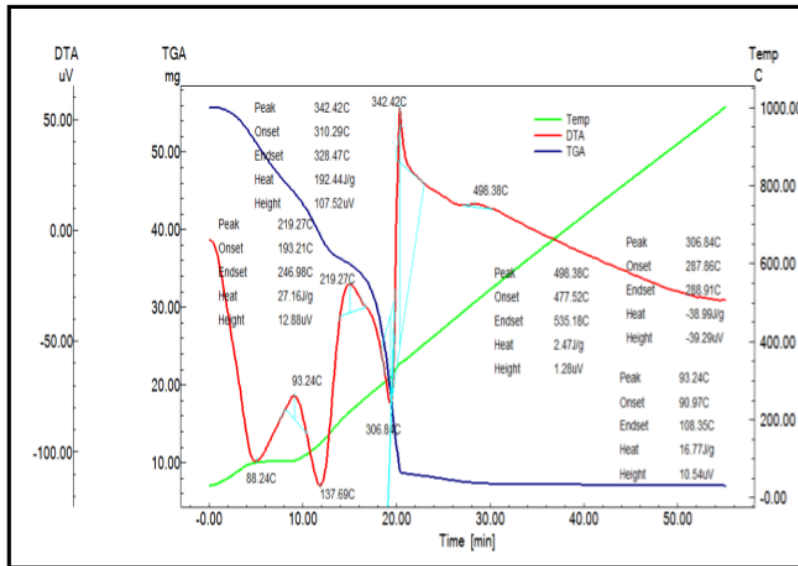
Gambar 1. Diagram alir sintesis  $\gamma$   $\text{Al}_2\text{O}_3$

Proses *sol-gel* didahului dengan pembentukan *gel* yaitu dengan cara memanaskan seluruh larutan dasar, (yang sebelumnya ditentukan dulu beratnya secara stoikhiometri), di atas *hot plate* pada temperatur 70-80°C sampai terbentuk *gel* (kurang lebih 4-5 jam). *Gel* yang diperoleh kemudian dilakukan uji TGA/DTA untuk mengetahui temperatur terjadinya transformasi fasa. Temperatur ini menjadi acuan untuk proses kalsinasi dan sinter. Parameter yang divariasikan adalah temperatur dan waktu sinter. Pada karakterisasi dengan XRD, digunakan *software high score plus* untuk proses *refinement*, untuk meyakinkan fasa-fasa apa saja yang terbentuk di dalam serbuk hasil sintesis.

Proses *sintering* dilakukan setelah proses kalsinasi, dimana proses ini dilakukan untuk membentuk *gel* menjadi kristal. Dalam pembentukan *gel* menjadi kristal diperlukan temperatur pembentukan kristal, sehingga temperatur divariasikan untuk mengetahui hasil optimum untuk mendapatkan  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang mempunyai struktur kristal. Selain temperatur, pada proses *sintering*, divariasikan juga waktu *sintering*. Waktu *sintering* ini dilakukan untuk mendapatkan hasil  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan luas permukaan yang besar.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

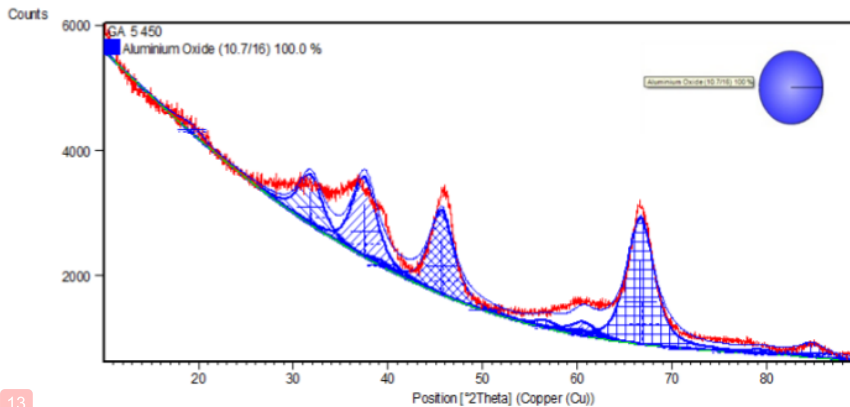
Untuk mengetahui temperatur kalsinasi dan sintering dilakukan uji TGA/DTA yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2.



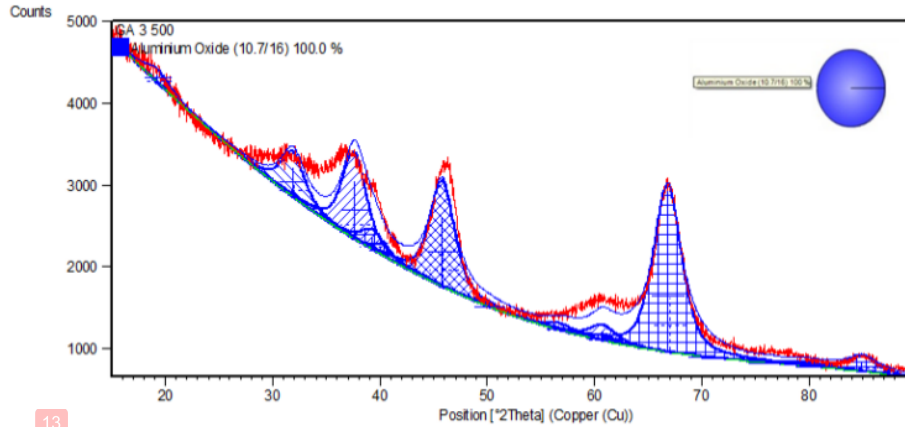
Gambar 2. Hasil uji TGA/DTA terhadap gel  $\gamma$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Gambar 2 menunjukkan bahwa kehilangan massa dan penurunan energi terjadi bersamaan pada range temperatur 300-350°C. Pada range temperatur tersebut terjadi penguapan H<sub>2</sub>O dan unsur-unsur lain yang berasal dari precursor yang digunakan. Proses kalsinasi dilakukan pada temperatur pada range tersebut yaitu pada 345°C selama 3 jam. Perubahan energi berikutnya pada diagram TGA/DTA terjadi pada temperatur 498,38°C. Pada temperatur tersebut mulai terbentuk fasa alumina sekaligus terjadi kristalisasi dari alumina tersebut. Proses sinter dilakukan pada variasi temperatur di bawah dan di atas temperatur tersebut yaitu pada variasi temperatur 450, 500 dan 550°C selama 5 jam.

Hasil pengujian XRD terhadap serbuk hasil sinter ditunjukkan pada Gambar 3, 4 dan 5. Analisa terhadap bentuk pola XRD dilakukan dengan refinement menggunakan software HighScore Plus (HSP).

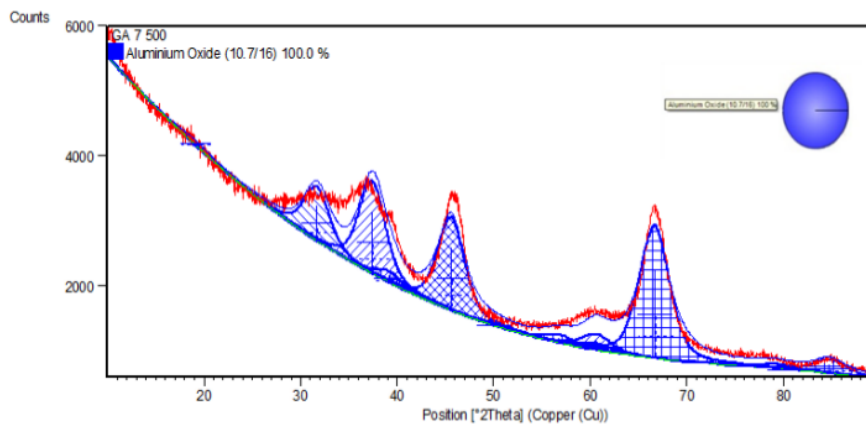


Gambar 3. Pola difraksi sinar x untuk serbuk dengan sinter 450°C selama 5 jam



13

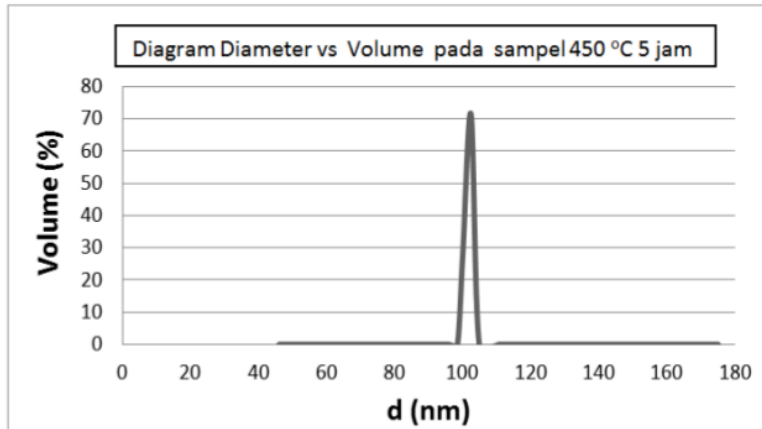
**Gambar 4.** Pola difraksi sinar x untuk serbuk dengan sinter 500°C selama 5 jam



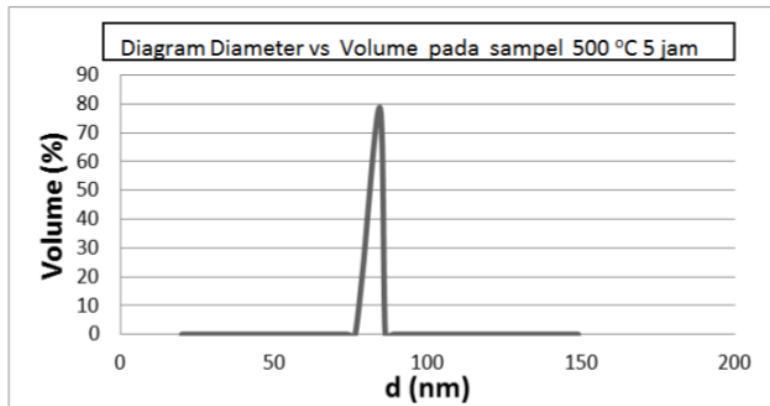
**Gambar 5.** Pola difraksi sinar x untuk serbuk dengan sinter 550°C selama 5 jam

**Gambar 3, 4 dan 5** menunjukkan bahwa ternyata seluruh serbuk dengan temperatur sinter yang bervariasi mempunyai fasa 100%  $\gamma$   $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Tidak ada fasa impuritas yang dikandung oleh serbuk hasil sinter dengan temperatur 450, 500 dan 550°C. Hal ini dapat dilihat dari bentuk polanya dimana semua *peak* disapu oleh 1 warna (biru). Dari hasil *refinement* ini pun dapat diketahui bahwa kristal  $\gamma$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang terbentuk untuk seluruh variasi temperatur sinter mempunyai ukuran nano yaitu berkisar 3,0 – 3,5 nm. Hal ini mengarah kepada pembentukan partikel dalam ukuran nano pula (< 100 nm).

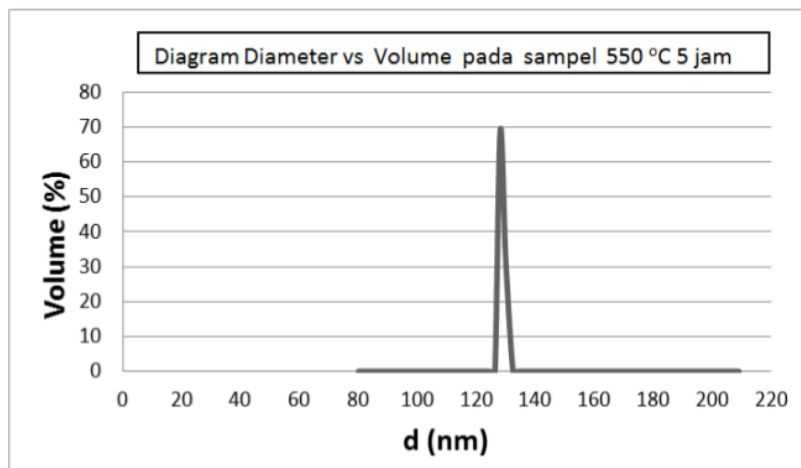
Untuk mengetahui ukuran partikel, dilakukan uji PSA yang hasilnya ditunjukkan pada **Gambar 6, 7 dan 8**. Pada pengujian PSA ini digunakan larutan *ethyl alcohol* untuk melarutkan serbuk yang akan diuji, kemudian dilakukan proses penghancuran dengan alat *ultrasonic*. Proses ini dilakukan untuk memecah partikel-partikel serbuk agar tidak terjadi penggumpalan (*agglomerasi*).



Gambar 6. Distribusi ukuran partikel untuk serbuk temperatur sinter 450°C-5 jam



Gambar 7. Distribusi ukuran partikel untuk serbuk temperatur sinter 500°C-5 jam

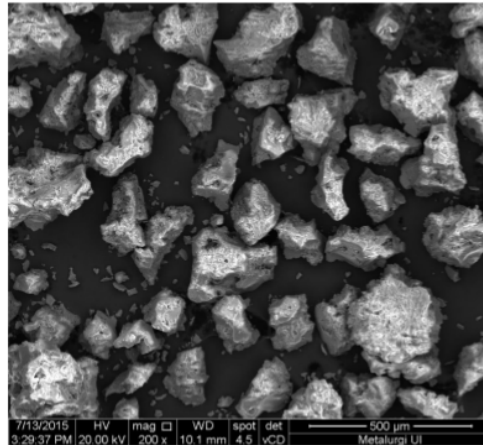


Gambar 8. Distribusi ukuran partikel untuk serbuk temperatur sinter 550°C-5 Jam

Gambar 6, 7 dan 8 menunjukkan bahwa serbuk yang mempunyai ukuran partikel nano (< 100 nm) hanya serbuk yang mengalami sinter pada temperatur sinter 500°C (85 nm)

sedangkan untuk temperatur sinter yang lain, menghasilkan serbuk dengan ukuran partikel > 100 nm. Temperatur sinter > 500°C menyebabkan partikel akan tumbuh melebihi ukuran nano (> 100 nm) sedangkan pada temperatur sinter < 500°C, partikel masih mengalami aglomerisasi yang menyebabkan partikel belum tumbuh menjadi partikel tunggal. Hasil dari pengukuran besar partikel ini menunjukkan bahwa proses *sol-gel* belum mencapai kondisi optimum, karena yang diharapkan adalah serbuk dengan ukuran partikel 20-30 nm jika mengacu dari ukuran kristal yang besarnya antara 3,0 – 3,5 nm.

Untuk mengetahui morfologi dari butir serbuk dilakukan pengamatan dengan Scanning Electron Microscope (SEM) yang hasilnya ditunjukkan pada **Gambar 9**.



**Gambar 9.** Hasil pengamatan SEM untuk serbuk dengan temperatur sinter 500°C-5 Jam

**Gambar 9** menunjukkan bahwa butir berbentuk agregat dengan ukuran yang belum homogen dan ukuran porositas yang tidak sama. Porositas pada butir serbuk  $\gamma$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  sangat penting agar proses impregnasi unsur Pt, Pd atau Rh kedalam pori-pori  $\gamma$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  dapat berlangsung efektif sehingga dapat melakukan proses hidrogenasi parsial cukup baik.

16

#### KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses *sol-gel* pada temperatur sinter 450, 500 dan 550°C menghasilkan  $\gamma$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  fasa tunggal tanpa adanya fasa impuritas.
2. Serbuk  $\gamma$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang merupakan nanopartikel hanya dihasilkan oleh proses sinter pada temperatur 500°C selama 5 jam.
3. Meskipun proses *sol-gel* dengan temperatur sinter 500°C sudah menghasilkan ukuran partikel < 100 nm akan tetapi belum memperoleh ukuran partikel yang diharapkan yaitu sekitar 20-30 nm jika mengacu pada ukuran kristal yang besarnya berkisar 3-3,5 nm.

6

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini didukung secara finansial oleh Hibah Strategis Nasional DIKTI 2015 dengan Surat Keputusan No.Kontrak 123/K3/KM/2015.

#### DAFTAR PUSTAKA

9

1. Setiadi, Mailisa. F, 2006, Proses Katalitik Sintesis Hidrokarbon Fraksi Bensin Dari Minyak Sawit Menggunakan Katalis  $\text{B}_2\text{O}_3$ /Zeolit, Seminar Nasional MKICS, Universitas Indonesia 94-98.



2. Zawrah, M. F., El-Kheshen, A. A., Abd-El-All, H., 2009. Facile and Economic Synthesis of Silica Nanoparticles, Journal of Ovonic Research, vol.5, No.5 ,pp.129-133.
3. Rogoan, Radica, dkk, 2011. Synthesis and Characterization of Alumina Nano-Powder Obtained By Sol-Gel Method. U.P.B. Sci. Bull., Series B, Vol. 73, Iss. 2.
4. Karim M.R., dkk. 2011. Synthesis of  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Particles and Surface Characterization, The Open Colloid Science Journal ,4,32-36.
5. Asencios Y.J.O., Sun-Kou M.R, 2012, Synthesis of High-Surface-Area  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> from Aluminum Scrap and its Use for The Adsorption of Metal : Pb(II), Cd(II), Zn(II). Applied Surface Science 258 10002-10011.
6. Singh L. P., Agarwal, S. K., Bhattacharyya, S. K., Sharma, U., Ahalawat, S. 2011. Preparation of Silica Nanoparticles and Its Beneficial Role in Cementitious Materials, Nanomater Nanotechnol, vol.1, No.1, pp.44-51.
7. Rahman O, dkk. 2012. New Method For Synthesis Nano Size  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Catalyst for Dehydration of Methanol to Dimethyl Ether. International Journal of Chemical Engineering and Applications, Vol. 3, No. 2.

# SINTESIS $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> NANO PARTIKEL METODE SOL GEL SEBAGAI BAHAN PENYANGGA KATALIS UNTUK PROSES HIDROGENASI PARSIAL BIODIESEL

## ORIGINALITY REPORT

23%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

Internet Source

4%

2

[theijes.com](http://theijes.com)

Internet Source

3%

3

[hfi-diyjateng.or.id](http://hfi-diyjateng.or.id)

Internet Source

2%

4

[yuliadwisavitri.blogspot.com](http://yuliadwisavitri.blogspot.com)

Internet Source

2%

5

[www.oalib.com](http://www.oalib.com)

Internet Source

2%

6

[fr.scribd.com](http://fr.scribd.com)

Internet Source

2%

7

[intra.lipi.go.id](http://intra.lipi.go.id)

Internet Source

1%

8

[www.ijcea.org](http://www.ijcea.org)

Internet Source

1%

9	<a href="http://repository.ipb.ac.id">repository.ipb.ac.id</a> Internet Source	1%
10	<a href="http://id.unionpedia.org">id.unionpedia.org</a> Internet Source	1%
11	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	1%
12	<a href="http://www.arpnjournals.org">www.arpnjournals.org</a> Internet Source	1%
13	Rudi Subagja, Agus Budi Prasetyo, Wahyu Mayang Sari. "Peningkatan Kadar Nikel Dalam Laterit Jenis Limonit Dengan Cara Peletasi, Pemanggangan Reduksi Dan Pemisahan Magnet Campuran Bijih, Batu Bara, Dan Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> [Upgrading of Nickel Content in The Limonitic Laterite Ores by Pelletizing, Reduction Roasting and Magnetic Separation of The Mixed Ores, Coal and Sodium Sulphate]", Metalurgi, 2016 Publication	1%
14	<a href="http://id.123dok.com">id.123dok.com</a> Internet Source	1%
15	<a href="http://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	1%
16	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1%

17

publikasi.polije.ac.id

Internet Source

<1%

---

18

garuda.ristekbrin.go.id

Internet Source

<1%

---

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

# SINTESIS $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> NANO PARTIKEL METODE SOL GEL SEBAGAI BAHAN PENYANGGA KATALIS UNTUK PROSES HIDROGENASI PARSIAL BIODIESEL

---

## GRADEMARK REPORT

---

FINAL GRADE

**/0**

GENERAL COMMENTS

**Instructor**

---

PAGE 1

---

PAGE 2

---

PAGE 3

---

PAGE 4

---

PAGE 5

---

PAGE 6

---

PAGE 7

---

PAGE 8

---