

MINI REVIEW: SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL ALUMINIUM OKSIDA (Al_2O_3) DENGAN METODE PRESIPITASI

MINI REVIEW: SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ALUMINIUM OXIDE NANOPARTICLES (Al_2O_3) USING PRECIPITATION METHOD

Nadia Fellinda Wanda Sari, Irfan Ashari Hiyahara*

Inorganic Laboratory, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Mulawarman University, Gunung Kelua Campus, Samarinda 76116 Indonesia

**Corresponding author: hiyahssara@gmail.com*

ABSTRACT

This review article aims to compare and analyze the latest research on the synthesis and characterization of aluminum oxide nanoparticles from inorganic waste. Aluminum Oxide (Alumina, Al_2O_3) is a compound formed from aluminum and oxygen. The nature of Al_2O_3 is resistant to corrosion. Based on a literature review, the synthesis of aluminum oxide nanoparticles can be synthesized by precipitation methods, sol-gel methods, electrolysis methods, green synthesis methods, sonochemical methods and others. The precipitation method is a method used to produce a powder that has advantages including homogeneous mixing that occurs from a reactant precipitate reduces the reaction temperature and the process of this method to synthesize metal oxide powder is very simple. This method has several disadvantages such as not being able to run well when using reactants that have different solubilities, this process is not appropriate for the manufacture of materials with a high level of purity, in addition this method does not have common synthesis conditions in the formation of several metal oxides. In this review, we will discuss the synthesis of Al_2O_3 nanoparticles characterization results using X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM). Therefore, this mini review reviews the development of Al_2O_3 characterization synthesis with precipitation method.

Keywords : Synthesis, Al_2O_3 , nanoparticles, Precipitation

ABSTRAK

Artikel review ini bertujuan untuk membandingkan dan menganalisis penelitian-penelitian terbaru tentang sintesis dan karakterisasi nanopartikel aluminium oksida dari limbah anorganik. Aluminium Oksida (Alumina, Al_2O_3) adalah senyawa yang terbentuk dari aluminium dan oksigen. Sifat dari Al_2O_3 yaitu tahan terhadap korosi. Berdasarkan tinjauan literatur sintesis nanopartikel aluminium oksida dapat disintesis dengan dengan metode presipitasi, metode sol-gel, metode elektrolisis, metode sintesis hijau, metode sonokimia dan lain-lain. Metode presipitasi adalah suatu metode yang digunakan untuk menghasilkan suatu serbuk yang mempunyai kelebihan diantaranya adalah pencampuran homogen yang terjadi dari suatu endapan reaktan mengurangi suhu reaksi dan proses dari metode ini untuk mensintesis serbuk oksida logam sangat sederhana. Metode ini memiliki beberapa kelemahan seperti tidak dapat berjalan dengan baik apabila menggunakan reaktan yang mempunyai kelarutan berbeda, proses ini tidak tepat untuk pembuatan material dengan tingkat kemurnian yang tinggi, selain itu metode ini tidak memiliki kondisi sintesis yang umum dalam pembentukan beberapa oksida logam. Dalam review ini, akan membahas sintesis nanopartikel Al_2O_3 hasil karakterisasi menggunakan X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM). Oleh karena itu mini review ini mengulas perkembangan tentang sintesis karakterisasi Al_2O_3 dengan metode presipitasi.

Kata Kunci : Sintesis, Nanopartikel Al_2O_3 , Presipitasi.

PENDAHULUAN

Nanopartikel merupakan suatu partikel yang berada pada skala ukuran 1-100 nm [1]. Suatu nanopartikel merupakan komponen yang paling mendasar dalam pembuatan struktur nano [1]. Nanopartikel mendapatkan perhatian karena sifat fisik, kimia dan fisikokimia spesifiknya dan karenanya menghasilkan perlindungan korosi yang lebih baik dibandingkan dengan zat berukuran besar [2].

Alumina (Al_2O_3) atau Aluminium Oksida merupakan satu-satunya oksida yang terbentuk dari logam aluminium [3]. Aluminium oksida (Al_2O_3) umumnya dikenal sebagai alumina, digunakan dalam aplikasi berbasis adsorpsi karena sifat-sifatnya yang unik seperti asam-basa, luas permukaan yang tinggi, stabilitas struktural, biaya rendah, stabilitas mekanis dan termal, dan sifat tidak beracun [4]. Sifat lain dari Al_2O_3 adalah tahan terhadap korosi. Sebagai salah satu jenis keramik, Al_2O_3 mempunyai konduktivitas termal yang cukup tinggi [1]. Alumina memiliki banyak sifat menarik yang membuat material ini menarik untuk diaplikasikan di berbagai bidang. Misalnya, alumina merupakan zat yang sangat keras dan kekerasannya hanya dilampaui oleh berlian dan sedikit bahan buatan [3]. Secara umum, alumina banyak digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan polutan terlarut dari air yang terkontaminasi. Berbagai spesies kimia, terutama ion, diketahui dapat diadsorpsi ke dalam alumina [1].

Adapun metode yang biasanya digunakan dalam sintesis nanopartikel Al_2O_3 yaitu metode sol-gel [5], metode sintesis hijau [6] dan metode elektrolisis [4] Dimana dari metode-metode tersebut memiliki kekurangan yaitu tekanan yang tinggi, penggunaan bahan aditif, temperatur, memerlukan proses yang lama, mahal dan rumit [5]. Sehingga digunakan metode presipitasi dengan menggunakan limbah aluminium foil.

Oleh karena itu, *mini review* ini akan membahas mengenai sintesis dan karakterisasi nanopartikel Al_2O_3 dengan menggunakan metode presipitasi dari beberapa penelitian sebelumnya. Selain itu, akan membahas beberapa karakterisasi yang umum digunakan dalam nanopartikel Al_2O_3 seperti XRD, SEM, TEM dan FTIR.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam *mini review* ini yaitu mengumpulkan artikel-artikel yang relevan membahas tentang pembuatan nanopartikel Al_2O_3 dengan menggunakan metode presipitasi. Data-data yang diperoleh dikumpulkan dan disusun secara ringkas untuk membandingkan satu dengan yang lainnya, sehingga diperoleh deskripsi yang konkrit agar tercapai tujuan penulis dalam *me-review* sintesis dan karakterisasi nanopartikel Al_2O_3 menggunakan metode presipitasi berdasarkan data *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Transmission Electron Microscope* (TEM), dan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Nanopartikel Al_2O_3

Sintesis bubuk alumina atau Al_2O_3 yang ramah lingkungan dengan metode presipitasi yang sederhana dan hemat biaya menggunakan beberapa pelarut sebagai presipitan dan limbah aluminium foil sebagai bahan baku untuk membuang limbah tersebut dengan mengubahnya menjadi produk yang bermanfaat [3]

Sintesis nanopartikel oksida logam dalam menilai potensi aplikasinya dalam penghambatan korosi dan bidang yang lainnya. Nanopartikel Al_2O_3 dapat diaplikasikan di berbagai bidang, karena dapat karena efektivitas biaya, sifat fisik, kimia, dan fisikokimia yang spesifik sehingga dapat meningkatkan laju penghambatan korosi [2]

Setelah dilakukannya pencarian artikel, diperoleh 6 jurnal yang sesuai dengan kriteria penelitian yaitu membahas tentang sintesis dan karakterisasi nanopartikel Al_2O_3 dari limbah aluminium foil dengan metode presipitasi. Berdasarkan **Tabel 1**, dapat dilihat bahwa dari tahun 2019 hingga 2024.

Tabel 1. Informasi Umum

No	Penulis Jurnal	Sumber	Metode	Karakteristik
1	[3]	Limbah aluminium	Presipitasi	HCl dan NaOH
2	[7]	Limbah aluminium	Presipitasi	H_2SO_4
3	[8]	Limbah aluminium foil	Presipitasi	HCl dan Na_2CO_3
4	[9]	Limbah aluminium	Presipitasi	HCl dan NaOH

5	[10]	Limbah aluminium	Presipitasi	HCl dan Na ₂ CO ₃
6	[11]	Limbah aluminium	Presipitasi	HCL

Pada **Tabel 1**. Diketahui sumber limbah yang umum digunakan yaitu berupa limbah aluminium foil. Adapun metode yang umum digunakan pada *review* ini dalam sintesis nanopartikel Al₂O₃ yaitu dengan metode presipitasi pada variasi pelarut. Pelarut yang umum digunakan yaitu HCl, NaOH, Na₂CO₃ dan H₂SO₄, larutan yang sering digunakan yaitu pelarut asam klorida (HCl). Selain itu, karakterisasi nanopartikel Al₂O₃ dari limbah aluminium foil yang di sintesis dengan metode presipitasi yaitu dengan menggunakan instrumen XRD, SEM. Pada karakterisasi XRD yang merupakan teknik non destruktif untuk mengidentifikasi adanya struktur, fase, orientasi kristal, kristalinitas dan adanya cacat kristal dari material [5]. Pada karakterisasi SEM, sering digunakan untuk mengukur morfologi dari sampel setelah disintesis serta mengukur diameter/ukuran dari sampel.

Tabel 2. Karakterisasi XRD

Nama Penulis	Posisi Puncak	Bentuk	Ukuran
[3]	Puncak terdeteksi pada 2 θ peak = 38,4712°, 44,743 dan 65,1176° PCPDFWIN no. (040787) di mana ketiga 2 θ peak = 38,472°, 44,738° dan 65,133°	Crystalline	-
[8]	Untuk Al ₂ O ₃ , puncak diamati pada 2 θ peak = 13,171, 18,841, 20,331, 27,951, 33,131, 40,661, 49,241, 53,331, 63,991, dan 70,981 sebanding dengan hasil XRD untuk Al ₂ O ₃ murni yang diberikan dalam JCPDS.32	Crystalline	-
[9]	-	Crystalline	6,5 nm
[10]	2 θ angle 27.66° (012), 31.96° (104), 45.68° (113), 54.04° (024), 56.62° (116) and 66.4° (214) sesuai dengan basis data dari Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS) card file No. 46-1215	Crystalline	-

Pada **Tabel 2**. berisi tentang hasil karakterisasi menggunakan instrumen XRD terdapat 4 jurnal yang melakukan karakterisasi menggunakan instrumen XRD yaitu jurnal [3], [8], [9] dan [10] dimana diperoleh puncak-puncak yaitu 38,4712°, 44,743 dan 65,1176° dan dari hasil yang diperoleh sesuai atau memiliki kecocokan yang sangat baik dengan posisi puncak Aluminium yaitu 2 θ = 38,472°, 44,738° dan 65,133° [3]. Lalu pada jurnal [8] dan [10] diperoleh puncak-puncak dari Al₂O₃ sesuai dengan basis data dari *Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS) card file* No. 46-1215, dan pada jurnal [9] diperoleh hasil berupa kristalin dengan ukuran 6,5 nm. Hal ini disebabkan karena adanya efek kuantum, dimana tingkat kestabilan dan sifat fisik, suhu, tekanan, rasio, serta luas permukaan yang menyebabkan ukuran <10 nm.

Tabel 3. Karakterisasi SEM

No.	Penulis Jurnal	Bentuk/seragam	Aglomerasi	Ukuran
1	[11]	teratur	Teraglomerasi	-
2	[8]	Tidak seragam	Tidak teraglomerasi	10 nm

Berdasarkan data yang tercantum dalam **Tabel 3**, dari total 6 jurnal yang dianalisis, terdapat 2 jurnal yang menggunakan karakterisasi *Scanning Electron Microscope (SEM)* untuk mengamati struktur dan morfologi Al₂O₃, yaitu jurnal [8] dan jurnal [11]. Dalam jurnal [8], hasil karakterisasi SEM menunjukkan bahwa bentuk partikel Al₂O₃ yang dihasilkan tampak tidak seragam dan tidak mengalami aglomerasi, dengan ukuran partikel berkisar di sekitar 10 nm. Hal ini menunjukkan bahwa partikel memiliki distribusi bentuk yang bervariasi dan tersebar, tanpa membentuk kluster besar. Di sisi lain, jurnal [11] memperlihatkan hasil yang berbeda karakterisasi SEM pada jurnal tersebut mengungkapkan bahwa partikel Al₂O₃ memiliki bentuk yang seragam dan teratur serta telah mengalami aglomerasi. Struktur yang teraglomerasi ini menunjukkan bahwa partikel-partikel Al₂O₃ cenderung saling bergabung membentuk kelompok-kelompok yang lebih besar dan seragam, berbeda dengan hasil yang diperoleh pada jurnal.

KESIMPULAN

Berdasarkan jurnal yang telah di *review*, dapat disimpulkan bahwa Nanopartikel Al₂O₃

berhasil di sintesis dan menghasilkan nanopartikel Al_2O_3 yang baik menggunakan metode presipitasi. Penggunaan pelarut yang berbeda dapat menghasilkan karakteristik yang berbeda saat dianalisis menggunakan instrumen XRD dan SEM. Pada analisis XRD terdapat posisi 2θ peak utama yaitu 012 serta ukuran kristal sebesar 6,5 nm, pada SEM bentuk partikel Al_2O_3 yang dihasilkan memiliki perbedaan antara kedua jurnal tersebut yaitu tampak tidak seragam dan tidak mengalami aglomerasi, dengan ukuran partikel berkisar di sekitar 10 nm dan juga memiliki bentuk yang seragam dan teratur serta telah mengalami aglomerasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. G. Syarif, D. H. Prajitno, and E. Umar, "Synthesis of Al_2O_3 nanoparticles from local bauxite for water- Al_2O_3 nanofluids eg," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Feb. 2017. doi: 10.1088/1742-6596/799/1/012014.
- [2] M. G. Devi and B. G. B. Al Ghanbusi, "Synthesis of aluminium oxide nanoparticles from waste aluminium foils for corrosion inhibition of mild steel pipe," *Indian Journal of Chemical Technology*, vol. 31, no. 2, pp. 233–239, Mar. 2024, doi: 10.56042/ijct.v31i2.3511.
- [3] M. N. Abbas, N. A. Ghulam, and D. E. Sachit, "Preparing of Alumina from Aluminum Waste." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/n/336825418>
- [4] E. A. Bekele, H. A. Korsu, and Y. M. Desalegn, "Electrolytic synthesis of γ - Al_2O_3 nanoparticle from aluminum scrap for enhanced methylene blue adsorption: experimental and RSM modeling," *Sci Rep*, vol. 14, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1038/s41598-024-67656-9.
- [5] W. Abdellah, E. Abdelfattah, H. Diab, and E. Saad, "Removal of Chromium from Liquid Waste by Gamma Aluminum Oxide (γ - Al_2O_3) Nanoparticles Synthesized Using Citrate Sol-gel Method," *Arab Journal of Nuclear Sciences and Applications*, vol. 0, no. 0, pp. 1–9, Sep. 2018, doi: 10.21608/ajnsa.2018.12728.
- [6] A. K. Saleh, A. S. Shaban, M. A. Diab, D. Debarnot, and A. S. Elzaref, "Green synthesis and characterization of aluminum oxide nanoparticles using Phoenix dactylifera seed extract along with antimicrobial activity, phytotoxicity, and cytological effects on Vicia faba seeds," *Biomass Convers Biorefin*, 2023, doi: 10.1007/s13399-023-04800-x.
- [7] A. A. Bin Mokaizh and J. H. B. H. Shariffuddin, "Synthesis of α -Alumina Developed from Waste Aluminium using Precipitation Technique," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics, Jun. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1900/1/012002.
- [8] B. Sharma, A. Sahi, J. Dhau, A. Kaushik, R. Kumar, and G. R. Chaudhary, "Recycling waste aluminium foil to bio-acceptable nano photocatalysts [aluminium oxide (Al_2O_3) & aluminium oxyhydroxide (AlOOH)]; dye degradation as proof-of-concept," *Mater Adv*, 2024, doi: 10.1039/d4ma00717d.
- [9] D. Gustaman Syarif, D. Izak Rudyardjo, D. C. Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Kampus Mulyorejo, J. Timur, and P. Sains dan Teknologi Nuklir Terapan Badan Tenaga Nuklir Nasional, "Synthesize and Characterization of Aluminum Oxide (Al_2O_3) Nanoparticle from Aluminum Waste for Nano fluid Application," 2020. [Online]. Available: <https://e-journal.unair.ac.id/IAPL>
- [10] M. N. Nduni, A. M. Osano, and B. Chaka, "Synthesis and characterization of aluminium oxide nanoparticles from waste aluminium foil and potential application in aluminium-ion cell," *Clean Eng Technol*, vol. 3, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.clet.2021.100108.
- [11] F. I. M. S. Sangor and M. A. Al-Ghouti, "Waste-to-value: Synthesis of nano-aluminum oxide (nano- γ - Al_2O_3) from waste aluminum foils for efficient adsorption of methylene blue dye," *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, vol. 8,

Nadia Fellinda Wanda Sari
Laboratorium Kimia Anorganik. FMIPA Universitas Mulawarman

Dec. 2023, doi:
10.1016/j.cscee.2023.100394.