

## **MINI REVIEW: SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL CaO DARI CANGKANG TELUR MENGGUNAKAN METODE KALSINASI**

### **MINI REVIEW: SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NANOPARTICEL CaO from EGG SHELL USING CALCINATION METHOD**

**Marinda Afifatu Zahra, Irfan Ashari Hiyahara\*, Husna Syaima**

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

\*Corresponding Author : hiyahara@gmail.com

Diterbitkan: 23 April 2024

#### **ABSTRACT**

This review article aims to collect, compare and analyze the latest research on the synthesis and characterization of CaO nanoparticles from eggshells. CaO is a material in the form of white crystalline solids made from thermal decomposition of limestone or shells, which contains CaCO<sub>3</sub> which has the potential to become CaO nanoparticles to be applied in various fields. Currently, various methods have been carried out to synthesize these materials, such as precipitation methods, hydrothermal methods, sol-gel methods, and so on. One of them is the calcination method. The calcination method itself is a commonly used thermal processing method involving heating at high temperatures. The advantages of the calcination method are that it is efficient, has a high level of purity, is economical and relatively simple and others. However, the calcination method itself has disadvantages, namely the process time is quite long, must be careful and can have a negative impact on the environment. In this review, we will discuss the synthesis of CaO nanoparticles characterized using X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform InfraRed (FTIR), Scanning Electron Microscope (SEM), Transmission Electron Microscope (TEM). The literature results show that in XRD the main peak 2θ positions are 111 and 200 and the crystal size is 10-55 nm, in FTIR the functional groups that appear are the Ca-O stretch group and C-O stretch vibrations, in SEM and TEM the shape of the crystal.

**Keywords:** Synthesis, CaO nanoparticles, Calcination

#### **PENDAHULUAN**

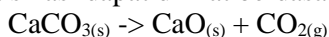
Cangkang telur dapat berpotensi tinggi untuk menjadi limbah karena telur merupakan salah satu sumber protein bagi manusia, selama ini yang dimanfaatkan hanya kuning dan putih telurnya saja. Hal ini menyebabkan cangkang telur dibuang tanpa digunakan lebih lanjut. Bahkan sampul telur ayam pun tidak bisa terurai oleh mikroba tanah, sehingga berdampak pada meningkatnya pencemaran lingkungan [1] dan berakhir di tempat pembuangan sampah telur. Cangkang telur sendiri memiliki berat rata-rata 5 g-6 g yang di dalamnya mengandung sekitar 85%-95% kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>), 1,4 % magnesium, dan elemen lain dalam persentase kecil [2]. Sehingga cangkang telur yang mengandung CaCO<sub>3</sub> sebagai penyusun utama berpotensi menjadi nanopartikel CaO. CaO sendiri merupakan suatu padatan kristal berwarna putih yang dapat disintesis dari cangkang telur dengan menggunakan metode kalsinasi [3]. Selain itu, CaO dapat disebut sebagai kapur tohor yang terbuat dari dekomposisi termal batu kapur atau cangkang yang mengandung CaCO<sub>3</sub> sebagai penyusun utama berpotensi menjadi nanopartikel CaO. CaO juga dapat disintesis secara kimia di banyak industri dalam bentuk bahan remediasi limbah beracun serta bakterisida [4].

Adapun metode yang biasanya digunakan dalam sintesis nanopartikel CaO yaitu metode sol-gel [5], metode ko-presipitasi [6] dan metode kalsinasi [7]. Adapun metode lain yang digunakan seperti metode bantuan ultrasonik, metode reaksi logam plasma hidrogen, metode bantuan biopolimer, metode bantuan gelombang mikro. 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 kalsinasi dengan menggunakan cangkang telur yang mengandung CaCO<sub>3</sub> diubah menjadi CaO sebagai katalis untuk memperoleh kemurnian tinggi,

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



karena merupakan proses yang sederhana, murah, tidak memakan waktu lama dan tidak memerlukan peralatan yang mahal. Dimana saat proses kalsinasi cangkang telur terjadi reaksi dekomposisi termal. Berikut reaksi penguraian  $\text{CaCO}_3$  pada proses kalsinasi dapat dilihat berdasarkan persamaan



(Dewi et al., 2023).

Para peneliti telah menunjukkan pentingnya ukuran partikel oksida logam karena memiliki stabilitas termal yang baik [6]. Sehingga digunakan metode kalsinasi untuk menghasilkan ukuran partikel serta morfologi yang sesuai saat dilakukannya karakterisasi agar dapat digunakan sebagai katalis dalam berbagai aplikasi.

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

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam *mini review* ini yaitu mengumpulkan artikel yang relevan membahas tentang pembuatan nanopartikel CaO dengan menggunakan metode kalsinasi. Dimana data-data dikumpulkan dan disusun secara ringkas untuk membandingkan satu dengan yang lain, sehingga diperoleh deskripsi yang konkrit agar tercapai tujuan penulis dalam *me-review* sintesis dan karakterisasi nanopartikel CaO menggunakan metode kalsinasi 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 CaO

Sintesis nanopartikel merupakan salah satu penelitian yang menarik sehingga dapat banyak perhatian yang memiliki kinerja lebih baik dalam hal meningkatkan luas permukaan. Salah satunya yaitu nanopartikel oksida logam yang dapat diaplikasikan di berbagai bidang, karena dapat dianggap sebagai katalis yang aktif untuk aplikasi [5].

Setelah dilakukannya pencarian artikel, diperoleh 9 jurnal yang sesuai dengan kriteria penelitian yaitu membahas tentang sintesis dan karakterisasi nanopartikel CaO dari cangkang telur dengan metode kalsinasi. Berdasarkan **Tabel 1**, dapat dilihat bahwa dari tahun 2018 hingga 2022 yang paling banyak membahas tentang sintesis nanopartikel CaO yaitu pada jurnal tahun 2022 [6], [8].

**Tabel 1.** Informasi Umum

No.	Penulis Jurnal	Sumber	Metode	Suhu	Waktu
1	Mohadi et al., 2018	Cangkang telur puyuh	Kalsinasi	600-1100°C	3 jam
2	Nuryantini et al., 2019	Cangkang telur bebek	<i>Ball Milling</i> dan Kalsinasi	700°C	7 jam
3	Mmusi et al., 2021	Cangkang telur ayam	Kalsinasi	800°C	3 jam
4	Masime et al., 2022	Limbah cangkang telur	Kalsinasi	1000°C	3 jam
5	Alobaidi et al., 2022	Limbah cangkang telur	Kalsinasi	900°C	1 jam

Pada **Tabel 1**, terdapat 3 sumber limbah cangkang telur yang berbeda yaitu telur ayam, telur bebek dan telur puyuh. Selain itu terdapat jurnal yang tidak menjelaskan sumber cangkang telur [6], [8]. Adapun metode yang umum digunakan pada *review* ini dalam sintesis nanopartikel CaO yaitu dengan metode kalsinasi serta digunakan suhu dan waktu yang bervariasi. Selain itu, karakterisasi nanopartikel CaO dari cangkang telur yang disintesis dengan metode kalsinasi menggunakan instrumen XRD, SEM, TEM, EDX, BET, dan FTIR. Dimana yang paling utama yaitu XRD, SEM, TEM dan FTIR. Pada karakterisasi XRD yang merupakan teknik non destruktif untuk mengidentifikasi adanya struktur, fase, orientasi kristal, kristalinitas dan adanya cacat kristal dari material [9]. Pada karakterisasi SEM dan TEM, sering digunakan untuk mengukur morfologi dari sampel setelah dikalsinasi serta mengukur diameter dari sampel [10]. Pada karakterisasi FTIR digunakan untuk mengetahui adanya struktur dan gugus fungsi dari sampel [11].

**Tabel 2.** Karakterisasi XRD

Nama Penulis	Posisi Puncak	Bentuk	Pengotor	Ukuran
Mohadi et al., 2018	(111), (200), (220), (311), and (222) corresponded to the peaks at $2\theta = 32.2^\circ, 37.3^\circ, 53.8^\circ, 64.1^\circ, \text{ and } 67.3^\circ$ . JCPDS	Crystalline	Ca(OH) <sub>2</sub> dan CaCO <sub>3</sub>	-
Nuryantini et al., 2019	(111), (200), (220), (311), and (222)	Crystalline	Ca(OH) <sub>2</sub> dan CaCO <sub>3</sub>	-
Mmusi et al., 2021	(111), (200), (220), (311), and (222)	Crystalline	-	50 nm
Masime et al., 2022	-	Crystalline	-	-
Alobaidi et al., 2022	(111), (200), (220), (311), and (222) corresponded to the peaks at $2\theta = 38.12^\circ, 44.28^\circ, 64.47^\circ, 77.73^\circ, \text{ and } 80.10^\circ$ . ICDD card No. 00-004-0784. FCC Structure. JCPDS No. 00-033-0664.	Crystalline	-	-

Pada **Tabel 2.** berisi tentang hasil karakterisasi menggunakan instrumen XRD terdapat 4 jurnal yang melakukan karakterisasi menggunakan instrumen XRD yaitu jurnal [3], [6], [8], [12]. Dari hasil XRD bagian fase cubic FCC CaO yaitu jurnal [6]. Pada posisi  $2\theta$  peak utama (indeks miller) terdapat 4 jurnal pada posisi  $2\theta$  111 dan 200 yaitu jurnal [3], [6], [10]. Pada ukuran kristal (nm) terdapat 2 bagian ukuran yaitu <10 nm dan 10-55 nm. Dimana diperoleh 4 jurnal yang memiliki ukuran 10-55 nm yaitu jurnal [3], [6], [10], [12]. Hal ini disebabkan karena adanya efek kuantum, dimana tingkat kestabilan dan sifat fisik, suhu, tekanan, rasio yang menyebabkan ukuran kristal antara 10-55 nm lebih dominan daripada ukuran kristal <10 nm.

**Tabel 3.** Karakterisasi FTIR

Nama Penulis	Karakterisasi IR	
	C-O Stretch	Ca-O Stretch
Mohadi et al., 2018	941,3	316
Mmusi et al., 2021	873,64/1442,8	713,46

Pada **Tabel 3.** terdapat 2 jurnal yang melakukan karakterisasi menggunakan instrumen FTIR, yaitu jurnal [12] dan [10]. Digunakannya Instrumen FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada sampel CaO yang telah disintesis pada jurnal yang digunakan. Dalam menentukan vibrasi pada CaO *stretch* biasa muncul pada rentang bilangan gelombang antara 250-400 cm<sup>-1</sup> [12]. Pada jurnal [12] terdapat puncak Ca-O *stretch* pada bilangan gelombang 316 cm<sup>-1</sup>, puncak vibrasi regangan O-C-O pada bilangan gelombang 941,3 cm<sup>-1</sup>, dan terdapat pula puncak vibrasi regangan pada ikatan C-O pada bilangan gelombang 1442,8 cm<sup>-1</sup>. Pada jurnal [3] terdapat puncak Ca-O *stretch* pada bilangan gelombang 713,46 cm<sup>-1</sup>, puncak vibrasi regangan C-O pada bilangan gelombang 1405.93 and 873.64 cm<sup>-1</sup>.

**Tabel 4.** Karakterisasi SEM

No.	Penulis Jurnal	Bentuk/seragam	Aglomerasi	Ukuran
1	Mohadi et al., 2018	balok dan tidak beraturan	-	-
2	Nuryantini et al., 2019	tidak beraturan	Teraglomerasi	10 nm
3	Mmusi et al., 2021	granular dan tidak beraturan	Teraglomerasi	-
4	Masime et al., 2022	-	-	-
5	Alobaidi et al., 2022	bola	-	20-70 nm

**Tabel 5.** Karakterisasi TEM

No.	Penulis Jurnal	Bentuk/seragam	Aglomerasi	Ukuran
1	Mohadi et al., 2018	-	-	-
2	Nuryantini et al., 2019	-	-	-
3	Mmusi et al., 2021	-	-	-
4	Masime et al., 2022	berbentuk bola	teraglomerasi	7-41 nm
5	Alobaidi et al., 2022	-	-	-

Dalam 5 artikel yang digunakan, terdapat 4 jurnal yang melakukan karakterisasi menggunakan instrumen SEM dan 1 jurnal menggunakan instrumen TEM. Dimana diperoleh bentuk nanopartikel CaO yang paling banyak berupa bola/bulat [6], [8], [10], [12]. Selain itu, diperoleh bentuk hasil karakterisasi yaitu terjadinya aglomerasi [3], [8], [10]. Adapun ukuran nanopartikel yang diperoleh bervariasi yaitu sebesar 0-10 nm[3], [8], 10-20 nm[6], 20-50 nm [8], 50-100 nm[6].

## KESIMPULAN

Berdasarkan jurnal yang telah di *review*, dapat disimpulkan bahwa Nanopartikel CaO dapat disintesis menggunakan metode kalsinasi. Penggunaan bahan dasar yang berbeda dapat menghasilkan karakteristik yang berbeda saat dianalisis menggunakan instrumen XRD, FTIR, SEM dan TEM. Meskipun demikian, hasil yang diperoleh tetap sama. Pada analisis XRD terdapat posisi  $2\theta$  *peak* utama yaitu 111 dan 200 serta ukuran kristal sebesar 10-55 nm, pada FTIR gugus fungsi yang muncul yaitu gugus Ca-O *stretch* dan vibrasi regangan C-O, pada SEM dan TEM bentuk nanopartikel CaO yang paling banyak berupa bola/bulat dan teraglomerasi serta ukuran nanopartikel yang diperoleh bervariasi yaitu sebesar 0-10 nm, 10-20 nm, 20-50 nm, 50-100 nm.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Diningsih and L. Rohmawati, "Calcination Method," *Indonesian Physical Review*, vol. 5, no. 2, pp. 208–215, 2022, doi: 10.29303/ip.
- [2] O. Awogbemi, F. Inambao, and E. I. Onuh, "Modification and characterization of chicken eggshell for possible catalytic applications," *Heliyon*, vol. 6, no. 10, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05283.
- [3] A. Y. Nuryantini, C. D. D. Sundari, Halimahtussa'diah, and B. W. Nuryadin, "Synthesis and Characterization of Calcium Oxide Nanoparticles from Duck Eggshells using Ball Milling Methods," *Jurnal Kimia Valensi*, vol. 5, no. 2, pp. 231–235, Nov. 2019, doi: 10.15408/jkv.v5i2.879.
- [4] G. Vanthana Sree, P. Nagaraaj, K. Kalanidhi, C. A. Aswathy, and P. Rajasekaran, "Calcium oxide a sustainable photocatalyst derived from eggshell for efficient photo-degradation of organic pollutants," *J Clean Prod*, vol. 270, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122294.
- [5] L. Habte, N. Shiferaw, D. Mulatu, T. Thenepalli, R. Chilakala, and J. W. Ahn, "Synthesis of nano-calcium oxide from waste eggshell by sol-gel method," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 11, Jun. 2019, doi: 10.3390/su11113196.
- [6] Y. M. Alobaidi, M. M. Ali, and A. M. Mohammed, "Synthesis of Calcium Oxide Nanoparticles from Waste Eggshell by Thermal Decomposition and their Applications," *Jordan J Biol Sci*, vol. 15, no. 2, pp. 269–274, Jun. 2022, doi: 10.54319/jjbs/150215.
- [7] D. K. Dewi, V. M. Putri, V. Febriyanti, and C. S. Yudha, "Calcination of Various Eggshell Wastes into CaO Heterogeneous Catalysts," *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, vol. 7, no. 1, p. 87, Jul. 2023, doi: 10.20961/equilibrium.v7i1.74484.
- [8] J. O. Masime, E. O. Ogur, B. N. Mbatia, A. O. Aluoch, and G. Otieno, "Characterization of Eggshells Nanocatalyst: Synthesized by Bottom-Up Technology," *Walisongo Journal of Chemistry*, vol. 5, no. 2, pp. 202–211, Dec. 2022, doi: 10.21580/wjc.v5i2.13434.
- [9] N. S. W. Supriyanto, Sukarni, P. Puspitasari, and A. A. Permanasari, "Synthesis and characterization of CaO/CaCO<sub>3</sub> from quail eggshell waste by solid state reaction process," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Jul. 2019. doi: 10.1063/1.5115670.

- [10] K. C. Mmusi, S. Odisitse, and F. Nareetsile, "Comparison of CaO-NPs and Chicken Eggshell-Derived CaO in the Production of Biodiesel from Schinziophyton rautanenii (Mongongo) Nut Oil," *J Chem*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/6663722.
- [11] M. Ayoub *et al.*, "Synthesis and Characterization of Waste Eggshell-Based Montmorillonite Clay Catalyst for Biodiesel Production from Waste Cooking Oil," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Jul. 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202128702006.
- [12] R. Mohadi, A. Sueb, K. Anggraini, and A. Lesbani, "Calcium Oxide Catalyst Based on Quail Eggshell for Biodiesel Synthesis from Waste Palm Oil," *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, vol. 7, no. 2, pp. 129–138, May 2018, doi: 10.21776/ub.jpacr.2018.007.02.390.