

PEMANFAATAN CANGKANG TELUR AYAM SEBAGAI SUMBER CaO: STUDI KARAKTERISASI MENGGUNAKAN *FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY* (FTIR)

UTILIZATION OF CHICKEN EGGSHELLS AS A SOURCE OF CaO: A CHARACTERIZATION STUDY USING FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (FTIR)

Marinda Afifatu Zahra , Irfan Ashari Hiyahara*, Husna Syaima

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok, Kampus Gn. Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

*Corresponding Author : hiyahara@gmail.com

Article History

Submitted : 30 June 2025

Accepted: 30 July 2025

ABSTRACT

This research aims to utilize chicken eggshell waste as a raw material for producing calcium oxide (CaO) through a simple calcination method. Eggshells, which are mostly composed of calcium carbonate (CaCO_3), were calcined at 900°C for one hour. The resulting material was then characterized using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) to identify the presence of specific functional groups. The FTIR results showed a strong absorption peak at 602.14 cm^{-1} , indicating the presence of Ca-O bonds, which confirms the formation of CaO. However, additional peaks associated with hydroxyl ($-\text{OH}$) and carbonate (CO_3^{2-}) groups were also detected, suggesting that some residual $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and CaCO_3 remained in the sample. This indicates that the calcination process was not fully complete, and further optimization may be necessary to improve the purity of the CaO obtained.

Keywords: Chicken Eggshell, Calcium Oxide, FTIR.

1. PENDAHULUAN

Belakangan ini, limbah organik rumah tangga terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk dan pola konsumsi masyarakat. Salah satu jenis limbah organik yang banyak dihasilkan yaitu cangkang telur ayam. Limbah cangkang telur yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan dan berkontribusi terhadap penimbunan sampah organik jika dibuang sembarangan.¹ Cangkang telur ayam mengandung sekitar 85–95% kalsium karbonat (CaCO_3), 1,4% magnesium karbonat (MgCO_3), serta elemen lainnya yang menjadikannya sebagai bahan baku potensial untuk menghasilkan senyawa kimia bernilai guna seperti kalsium oksida (CaO).²

Kalsium oksida (CaO) merupakan padatan kristalin berwarna putih yang bersifat basa dan banyak digunakan dalam bidang industri, mulai dari konstruksi, pertanian hingga kimia. CaO diperoleh dari dekomposisi termal dari bahan yang mengandung kalsium karbonat, seperti batu kapur atau cangkang organisme laut dan sering digunakan sebagai katalis di berbagai industri untuk remediasi limbah beracun, adsorben, bakterisida dan lain sebagainya.³ Diantara berbagai metode sintesis seperti metode korpresipitasi,⁴ sol-gel,⁵ dan kalsinasi. Metode kalsinasi dianggap paling sederhana dan efektif untuk menghasilkan CaO dengan kemurnian yang tinggi.⁶

Oleh karena itu, untuk memastikan bahwa proses pembentukan CaO berhasil, digunakan analisis spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR), yaitu alat yang digunakan untuk mengetahui perubahan gugus kimia pada

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



suatu material. Dalam penelitian ini, FTIR digunakan untuk melihat apakah senyawa karbonat pada cangkang telur telah berubah menjadi CaO dengan munculnya pola serapan dari ikatan Ca-O.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, seperti gelas kimia, neraca analitik, kaca arloji, spatula, cawan petri, ayakan 200 mesh, lumping, alu, *Memmert U40 Oven*, *Fourier Transform Infrared (FT-IR) (Bruker Alpha II)*, dan *Furnace (Barnstead Thermolyne)*.

2.1.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, seperti cangkang telur ayam, *aluminium foil*, *plastic wrap*, dan tisu.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1. Persiapan Sampel

Sampel cangkang telur ayam dicuci dengan air mengalir. Kemudian, membran organik dipisahkan dari cangkang telur ayam, lalu dibilas dengan *aquadest*. Setelah itu, cangkang telur ayam dikeringkan dengan oven selama 3 jam pada suhu 150°C.

2.2.2. Pembuatan CaO

Pada pembuatan CaO, cangkang telur ayam yang telah dikeringkan, digerus hingga halus menggunakan lumpang dan alu. Kemudian, diayak dengan ayakan 200 mesh. Cangkang telur ayam yang telah dihaluskan, dikalsinasi selama 1 jam pada suhu 900°C menggunakan *furnace (Barnstead Thermolyne)*. Setelah dikalsinasi, disimpan dalam wadah tertutup dan diletakkan dalam desikator.

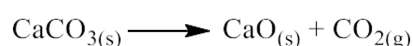
2.3 Analisis Data

Karakterisasi CaO dari cangkang telur ayam menggunakan instrumen *Fourier Transform Infrared (FT-IR)* bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dan ikatan kimia katalis CaO. Instrumentasi yang digunakan *Fourier Transform Infrared (FTIR) Bruker Alpha II*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan CaO dari Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur adalah limbah organik dengan kandungan utamanya kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi, sehingga berpotensi sebagai CaO melalui metode kalsinasi. Pada penelitian ini, diperoleh hasil setelah proses pengeringan yaitu berupa serbuk cangkang telur ayam dari penggerusan dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh berwarna coklat muda. Kemudian, dilakukan proses kalsinasi cangkang telur ayam pada suhu 900°C guna menghilangkan senyawa CO_2 melalui reaksi dekomposisi termal CaCO_3 menjadi CaO.⁷ Digunakan suhu 900°C merupakan suhu yang optimum dalam menghasilkan serbuk CaO berwarna putih keabuan, dimana pada suhu ini CO_2 telah hilang sepenuhnya dari CaCO_3 sehingga diperoleh oksida logam yang tinggi dengan kehilangan massa sebesar 44%. Hal ini menunjukkan bahwa proses dekomposisi CaCO_3 berlangsung efektif pada suhu tinggi dengan proses kalsinasi. **Gambar 1** berikut menunjukkan reaksi terjadinya dekomposisi termal CaCO_3 .

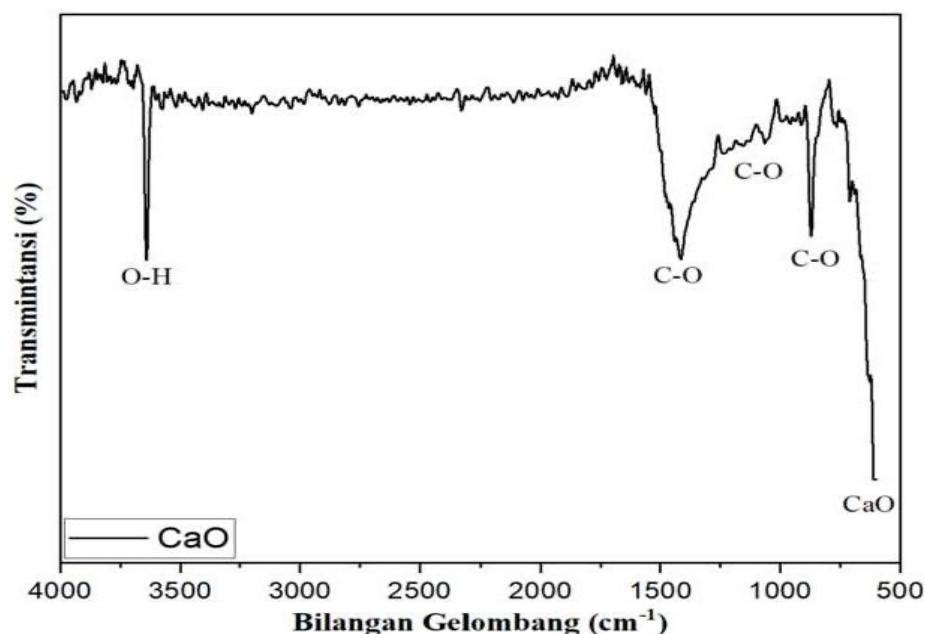


Gambar 1. Reaksi dekomposisi termal CaCO_3

Dalam proses kalsinasi, terjadinya dekomposisi termal menyebabkan hilangnya air dan CO_2 dari CaO yang terhidrasi dan terkarbonasi dan suhu 900°C mampu meningkatkan aktivitas katalitik, ukuran pori dan luas permukaan. Setelah dikalsinasi, diperoleh material CaO berwarna putih keabuan yang disimpan di dalam desikator untuk mencegah adsorpsi uap air dari lingkungan, karena CaO bersifat higroskopis dan dapat bereaksi dengan uap air membentuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$.⁸

3.2 Karakterisasi dengan *Fourier Transform Infrared (FT-IR)*

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi terhadap CaO dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared* FT-IR untuk mengetahui gugus fungsi dan ikatan kimia yang terkandung dalam material CaO . **Gambar 2** berikut merupakan hasil spektrum FT-IR.



Gambar 2. Hasil karakterisasi FTIR CaO dari cangkang telur ayam

Berdasarkan hasil spektrum FT-IR yang didapat pada **Gambar 2**, hasil spektrum pada CaO terdapat serapan pada rentang bilangan $4000\text{-}500\text{ cm}^{-1}$ yang mengindikasikan keberadaan gugus fungsional. Pada puncak $602,14\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya getaran pita kuat dari ikatan Ca-O , yang merupakan karakteristik dari kalsium oksida (CaO). Sehingga keberadaan puncak ini mengkonfirmasi bahwa CaO dari cangkang telur berhasil disintesis melalui proses kalsinasi.⁹ Selanjutnya, Pada puncak $873,46\text{ cm}^{-1}$, $1064,98\text{ cm}^{-1}$, $1064,98\text{ cm}^{-1}$ dan $1416,89\text{ cm}^{-1}$ berasal dari vibrasi ion karbonat (CO_3^{2-}) yang berasal dari membran cangkang telur ayam (CaCO_3). Hal ini yang menandakan adanya sisa residu CaCO_3 dalam sampel, sehingga selama proses kalsinasi belum sepenuhnya sempurna untuk menghilangkan kandungan karbonat dalam cangkang telur.¹⁰ Pada puncak $3641,70\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur pada gugus hidroksil ($-\text{OH}$) dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Hal ini dapat terjadi karena CaO berinteraksi dengan uap air di udara sehingga mengisi rongga-rongga kisi kristal membentuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$.¹¹ Selain itu, kemungkinan karena proses kalsinasi, yang dimana sebagian $\text{Ca}(\text{OH})_2$ belum sepenuhnya berubah menjadi CaO .¹² Namun, dengan adanya ikatan selain Ca-O , yang menandakan bahwa proses kalsinasi belum sepenuhnya menghilangkan kandungan air dan karbonat, sehingga kemungkinan diperlukan optimasi suhu atau waktu kalsinasi untuk memperoleh material CaO .

Tabel 1. Gugus-gugus fungsi pada material CaO dari cangkang telur ayam

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
	Referensi (Mohammed <i>et al.</i> , 2021), (Rahmawati <i>et al.</i> , 2020) & (Sunardi <i>et al.</i> , 2020)	Studi Penelitian
O-H	3643,69	3641,70
C-O	1477,54; 1053,15 dan 886,68	1416,89; 1064,98 dan 873,46
Ca-O	512	602,14

Berdasarkan **Tabel 1**, hasil analisis gugus fungsi melalui spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menunjukkan bahwa material CaO hasil kalsinasi cangkang telur ayam masih mengandung beberapa senyawa sisa seperti Ca(OH)₂ dan CaCO₃, yang ditandai dengan munculnya pita serapan pada bilangan gelombang khas O-H, C-O, dan karbonat. Meskipun telah teridentifikasi pita khas Ca-O, keberadaan gugus lain mengindikasikan bahwa proses kalsinasi belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, diperlukan pengoptimalan kondisi kalsinasi agar diperoleh CaO dengan kemurnian lebih tinggi dan minim kandungan senyawa pengotor.

4. KESIMPULAN

Cangkang telur ayam berpotensi sebagai sumber kalsium oksida (CaO) melalui proses kalsinasi pada suhu 900°C. Karakterisasi menggunakan FTIR berhasil mengidentifikasi ikatan Ca-O yang menandakan terbentuknya CaO. Namun, masih terdeteksi keberadaan senyawa sisa berupa Ca(OH)₂ dan CaCO₃, yang menunjukkan bahwa proses kalsinasi belum sepenuhnya optimal. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan ulang suhu atau durasi kalsinasi untuk menghasilkan CaO dengan kemurnian yang lebih tinggi dan bebas dari senyawa pengotor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman atas fasilitas dan dukungan yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing serta seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Diningsih C, Rohmawati L. Calcination Method. *Indonesian Physical Review*. **2022**;5(2):208-215. doi:10.29303/ip.
2. Awogbemi O, Inambao F, Onuh EI. Modification and characterization of chicken eggshell for possible catalytic applications. *Heliyon*. **2020**;6(10). doi:10.1016/j.heliyon.2020.e05283.
3. Sree GV, Nagaraaj P, Kalanidhi K, Aswathy CA, Rajasekaran P. Calcium oxide a sustainable photocatalyst derived from eggshell for efficient photo-degradation of organic pollutants. *J Clean Prod*. **2020**;270. doi:10.1016/j.jclepro.2020.122294.
4. Alobaidi YM, Ali MM, Mohammed AM. Synthesis of Calcium Oxide Nanoparticles from Waste Eggshell by Thermal Decomposition and their Applications. *Jordan J Biol Sci*. **2022**;15(2):269-274. doi:10.54319/jjbs/150215.
5. Habte L, Shiferaw N, Mulatu D, Thenepalli T, Chilakala R, Ahn JW. Synthesis of nano-calcium oxide from waste eggshell by sol-gel method. *Sustainability (Switzerland)*. **2019**;11(11). doi:10.3390/su11113196.

6. Dewi DK, Putri VM, Febriyanti V, Yudha CS. Calcination of Various Eggshell Wastes into CaO Heterogeneous Catalysts. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*. **2023**;7(1):87. doi:10.20961/equilibrium.v7i1.74484.
7. Oko S, Syahrir I. Sintesis Biodiesel dari Minyak Sawit menggunakan Katalis CaO Superbasa dari Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam. *Published online*. **2018**. doi:10.24853/jurtek.10.2.113-122.
8. Mohamed F, Shaban M, Aljohani G, Ahmed AM. Synthesis of Novel Eco-Friendly CaO/C Photocatalyst from Coffee and Eggshell Wastes for Dye Degradation. *Journal of Materials Research and Technology*. **2021**;14:3140-3149. doi:10.1016/j.jmrt.2021.08.055.
9. Sunardi S, Krismawati ED, Mahayana A. Sintesis dan Karakterisasi Nanokalsium Oksida dari Cangkang Telur. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*. **2020**;16(2):250. doi:10.20961/alchemy.16.2.40527.250-259.
10. Rahmawati, Suwito, Mangiwa S. Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Cangkang Telur Ayam. *Avogadro Jurnal Kimia*, **2020**, 4(2):108-116.
11. Mohadi R, Sueb A, Anggraini K, Lesbani A. Calcium Oxide Catalyst Based on Quail Eggshell for Biodiesel Synthesis from Waste Palm Oil. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*. **2018**;7(2):129-138. doi:10.21776/ub.jpacr.2018.007.02.390.
12. Mmusi KC, Odisitse S, Nareetsile F. Comparison of CaO-NPs and Chicken Eggshell-Derived CaO in the Production of Biodiesel from Schinziophyton rautanenii (Mongongo) Nut Oil. *J Chem*. **2021**. doi:10.1155/2021/6663722.