

# Pemungutan Kalsium Oksida (CaO) Sebagai Adsorben Dari Berbagai Jenis Cangkang dengan Proses Kalsinasi

Adifa Azzajalla Robitu, Cut Difasya Auriely Tamami\*, Mutasim Billah

Jurusan Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

\*Koresponden email: cutdifasyaat@gmail.com

Diterima: 9 Mei 2025

Disetujui: 14 Mei 2025

## Abstract

Calcium oxide (CaO) is the result of the combustion of calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) through a calcination process. It can be utilized as an adsorbent. CaO has been demonstrated to be an effective adsorbent in a variety of applications, particularly in the domains of purification and waste treatment. The presence of calcium carbonate has been observed in various types of shells, including those of eggs and shellfish. The objective of this study is to analyze the calcium oxide produced in the shells of duck eggs, quail eggs, green mussels, rice paddy snails, and kupang. The study will employ XRF analysis to determine the shells that produce the highest calcium oxide. The present study employed a combustion time variation ranging from 24 to 120 minutes at an elevated temperature of 800°C. The results demonstrated that duck eggshells calcined for 120 minutes exhibited the highest calcium oxide content. Subsequent analysis using scanning electron microscopy (SEM) and UV-Vis spectrophotometry was conducted to ascertain the morphology and adsorption power. Consequently, the processing of shell waste has the dual benefits of reducing environmental impact and generating higher economic value through its utilization as an adsorbent.

**Keywords:** *calcium oxide, shell, calcination, adsorbent, morphology.*

## Abstrak

Kalsium oksida (CaO) merupakan hasil pembakaran dari kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) melalui proses kalsinasi yang dapat digunakan sebagai adsorben. CaO dikenal sebagai adsorben yang efektif dalam berbagai pengaplikasian, terutama dalam pemurnian dan pengolahan limbah. Kandungan kalsium karbonat banyak ditemui pada cangkang, seperti cangkang telur dan kerang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kalsium oksida yang dihasilkan pada cangkang telur bebek, telur puyuh, kerang hijau, keong sawah dan kupang untuk mengetahui cangkang yang menghasilkan kalsium oksida yang paling tinggi menggunakan analisa XRF. Penelitian ini menggunakan variasi waktu pembakaran selama 24, 48, 72, 96, 120 menit pada suhu 800°C. Hasil analisa menunjukkan bahwa cangkang telur bebek yang di kalsinasi selama 120 menit memiliki kandungan kalsium oksida yang paling tinggi, kemudian selanjutnya akan dianalisa menggunakan analisa SEM dan analisa Spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui morfologi dan daya adsorbansinya. Dengan demikian, pengolahan limbah cangkang tidak hanya mengurangi dampak lingkungan tetapi juga memberikan nilai ekonomi yang lebih tinggi dalam penggunaannya sebagai adsorben.

**Kata Kunci:** *kalsium oksida, cangkang, kalsinasi, adsorben, morfologi*

## 1. Pendahuluan

Limbah cangkang yang dihasilkan dari konsumsi produk hewani seperti cangkang telur bebek, telur puyuh, kerang hijau, kupang, dan keong sawah telah menjadi perhatian dalam pengelolaan lingkungan. Setiap tahun, peningkatan konsumsi produk ini berbanding lurus dengan volume limbah cangkang yang dihasilkan. Jumlah limbah cangkang telur bebek di Indonesia mencapai 33.000 hingga 39.000 ton per tahunnya [1]. Berdasarkan statistik dinas pertanian dan pangan diketahui bahwa produksi telur puyuh di provinsi Jawa Timur sebesar 3.286.716 butir [2]. Jumlah limbah kerang di Kota Surabaya berjumlah 12.823 ton per hari yang mencakup Kerang Hijau dan kerang lainnya [3]. Berdasarkan data pada Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo tahun 2018, limbah cangkang kupang di Sidoarjo mencapai 13.063 ton [4].

Pemanfaatan dari berbagai macam cangkang tersebut dapat mengurangi akumulasi limbah cangkang dan meningkatkan nilai ekonominya. Pada umumnya, cangkang mengandung komponen Kalsium Karbonat (CaCO<sub>3</sub>) sebesar 98,5% [5]. Kandungan CaCO<sub>3</sub> yang tinggi menjadikan cangkang dapat diolah menjadi CaO. Terdapat beberapa proses yang digunakan untuk mengolah CaCO<sub>3</sub> menjadi CaO, salah satunya adalah proses kalsinasi. Kalsinasi merupakan proses pembakaran dibawah titik leleh tanpa penambahan *reagent*.

Proses kalsinasi diawali dengan dekomposisi endotermis yang melepaskan gas-gas berbentuk karbonat atau hidroksida menjadi oksida yang memiliki kemurnian tinggi [6].

Penelitian dilakukan dengan mempertimbangkan bahan-bahan yang digunakan untuk dikaji dengan harapan menghasilkan suatu produk yang memiliki nilai jual serta manfaat. Cangkang-cangkang ini dipilih karena memiliki kandungan kalsium yang tinggi sehingga memiliki potensi untuk dikaji pemanfaatannya dalam bidang industri, seperti pembersih air limbah industri, menghilangkan bau, pemurnian gas dan katalis [7]. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi proses kalsinasi, yaitu suhu dimana suhu optimum untuk kalsinasi adalah 800°C hingga 1000°C [8]. Selain itu, pada proses kalsinasi terdapat beberapa tahap yang memerlukan waktu untuk menguraikan Kalsium Karbonat sehingga membentuk kristal Kalsium Oksida [9]. Kalsium oksida yang dihasilkan akan dianalisa menggunakan analisa SEM dan analisa Spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui morfologi dan daya adsorbansinya.

Hal ini dikarenakan limbah cair industri menghasilkan berbagai kandungan senyawa yang terkadang memiliki bahaya bagi mahluk hidup dan lingkungan. Adanya bahaya tersebut mengakibatkan perlunya pengolahan yang tepat pada limbah idnsutri sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan tersebut dapat menggunakan berbagai macam proses salah satunya dengan proses fisik menggunakan adsorben[10]. Kalsium oksida yang merupakan hasil penguraian kalisum karbonat memiliki kemampuan dehydrator atau mengikat air pada etanol sehingga tepat untuk dimanfaatkan sebagai adsorben [11]. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan CaO dengan kadar paling tinggi pada variasi waktu ke-120 menit karena semakin lama waktu pembakaran maka kadar CaO yang dihasilkan juga akan semakin tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen laboratorium dengan tujuan untuk mengkaji komposisi CaO dari berbagai jenis cangkang dan menentukan variabel waktu yang optimal untuk dapat menghasilkan CaO dengan kadar tertinggi. Sekaligus menentukan jenis cangkang yang relatif baik sebagai adsorben yang dilaksanakan di Laboratorium Riset dan Laboratorium Material Maju Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Furnace, Oven, Erlenmeyer (250 ml), Labu ukur (100 ml), Gelas Ukur (10 ml), Beaker Glass (400 ml), Pipet Tetes, dan Spatula. Bahan yang digunakan yaitu Cangkang Telur Bebek, Cangkang Telur Puyuh, dan Cangkang Keong Sawah yang didapatkan di daerah Lamongan, kemudian Cangkang Kerang Hijau dan Cangkang Kupang didapatkan di daerah Sidoarjo.

Proses pembuatan Kalsium Oksida pertama-tama cangkang yang telah disiapkan dicuci menggunakan air untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel. Setelah dicuci, selaput yang menempel pada cangkang dihilangkan. Selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 15 menit dan dihitung kadar airnya. Cangkang yang telah dikeringkan dihaluskan, dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh. Serbuk cangkang yang lolos ayakan 100 mesh, diuji dengan menggunakan analisa XRF untuk mengetahui komposisi unsur pada serbuk cangkang. Cangkang yang telah dihaluskan dilakukan pembakaran menggunakan furnace dengan suhu 800°C dengan variabel waktu pembakaran selama 24, 48, 72, 96, dan 120 menit. Abu cangkang didinginkan dalam suhu ruang, dan diuji dengan analisa XRF untuk mengetahui Komposisi CaO. Abu CaO yang memiliki kadar tertinggi diuji lagi dengan analisa SEM untuk mengetahui struktur morfologi kristal dan dilakukan uji adsorbansi menggunakan larutan FeCl<sub>3</sub> dengan menggunakan analisa spektrofotometri UV-Vis

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini kalsium oksida diperoleh melalui proses kalsinasi terhadap berbagai jenis cangkang yang memiliki kandungan kalsium karbonat. Mula-mula bahan baku yang telah dilakukan pembersihan akan dikeringkan dan diuji kadar airnya menggunakan data berat sampel mula-mula dan berat sampel setelah dilakukan treatment ditunjukkan pada **Tabel 1** berikut.

**Tabel 1.** Hasil Analisa Kadar Air pada Berbagai Jenis Cangkang

Bahan	Kadar (%)
Cangkang Telur Bebek	1,1413
Cangkang Telur Puyuh	1,6637
Cangkang Kerang Hijau	0,8503

Bahan	Kadar (%)
Cangkang Kupang	0,7124
Cangkang Keong Sawah	0,4453

Berdasarkan hasil analisa kadar air pada bahan cangkang didapatkan bahwa kadar air masing-masing cangkang tidak melebihi 2%. Menurut SNI 06-3730-1995 Syarat Mutu Arang Aktif, persentase kadar air maksimal untuk sampel berupa serbuk adalah sebesar 15% [12], sehingga hasil analisa kadar air pada berbagai jenis cangkang yang digunakan telah memenuhi dengan standar SNI. Setelah dilakukan pengeringan, serbuk cangkang akan dilakukan kalsinasi menggunakan furnace pada temperatur 800°C dengan variasi waktu pembakaran 24, 48, 72, 94 dan 120 menit dan dianalisa kadar abunya untuk masing-masing cangkang. Hasil uji kadar abu pada produk abu cangkang diperoleh data berat sampel mula-mula dan berat sampel setelah dilakukan kalsinasi ditunjukkan pada tabel berikut.

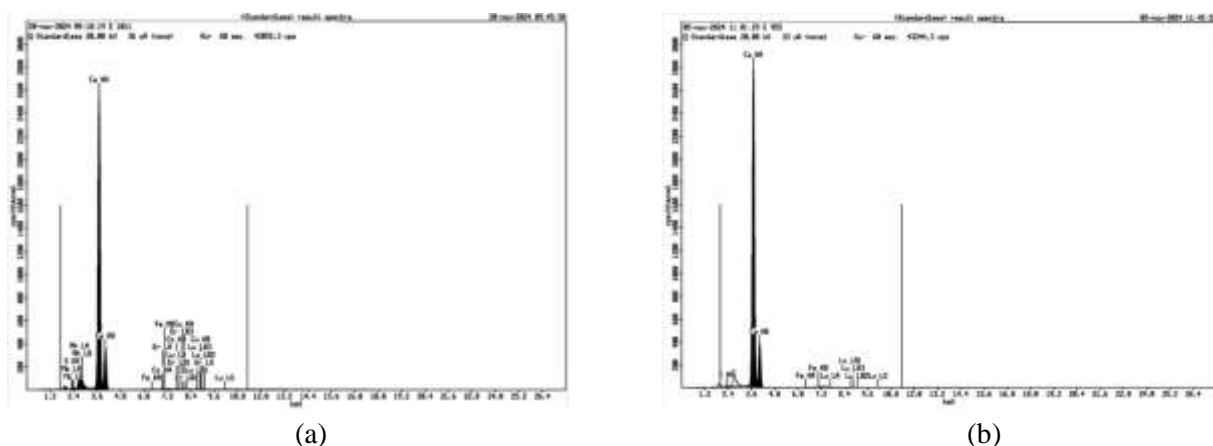
**Tabel 2.** Hasil analisa kadar abu cangkang setelah proses kalsinasi

t (menit)	Bebek	Puyuh	Kerang Hijau	Kupang	Keong Sawah
24	5,259506	6,523388	5,930825	5,07314	6,019638
48	6,316908	9,369191	7,569076	5,781771	6,416621
72	7,374227	12,45226	9,50219	6,472393	6,735098
96	8,199682	10,59712	9,25773	8,419318	7,552935
120	9,046407	8,841196	9,05587	10,90799	8,350031

Diketahui bahwa kadar abu cangkang mengalami kenaikan pada variasi waktu yang semakin lama. Hal ini menunjukkan bahwa waktu kalsinasi mempengaruhi hasil kadar abu pada proses kalsinasi cangkang. Hal tersebut dikarenakan semakin lama proses kalsinasi, senyawa-senyawa organik akan dilepaskan dan senyawa anorganik seperti kalsium karbonat akan terurai menjadi oksida. Pada proses pembakaran, CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari reaksi kalsinasi akan dilepas ke lingkungan melalui pori-pori CaO sehingga semakin lama waktu kalsinasi, berat abu yang dihasilkan akan semakin ringan dan total kadar abu yang diperoleh akan semakin tinggi karena CaCO<sub>3</sub> yang terurai menjadi CaO semakin banyak [13]. Menurut SNI 06-3730-1995 Syarat Mutu Arang Aktif, persentase kadar abu maksimal untuk sampel berupa serbuk adalah sebesar 10% [12], sehingga hasil analisa kadar abu pada cangkang tersebut telah memenuhi standar SNI.

### Analisa XRF (X-Ray Fluorescence)

Komposisi yang terkandung dalam cangkang telur bebek, telur puyuh, kerang hijau, kupang, dan cangkang keong sawah dapat diketahui dengan melakukan analisa XRF. Berikut adalah hasil dari analisa XRF terhadap berbagai jenis cangkang pada saat sebelum dilakukan kalsinasi dan setelah dilakukan kalsinasi.



**Gambar 1.** Hasil analisa kandungan unsur pada abu cangkang telur bebek. (a) sebelum kalsinasi; (b) sesudah kalsinasi.

Pada **Gambar 1** menunjukkan kurva hasil analisa kandungan unsur yang terdapat pada abu cangkang telur bebek sebelum dan sesudah dilakukan kalsinasi dengan suhu 800°C selama 120 menit. Kurva

menunjukkan kandungan kalsium yang tinggi dibandingkan dengan unsur yang lain. Berikut merupakan tabel hasil analisa kadar Ca pada abu cangkang sebelum dan sesudah dilakukan kalsinasi.

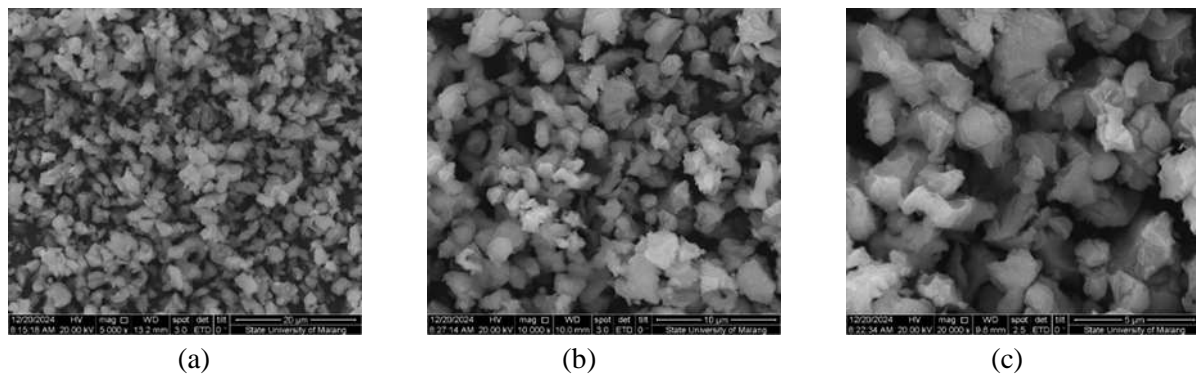
**Tabel 3.** Hasil analisa XRF pada berbagai jenis cangkang sebelum dan sesudah kalsinasi

Bahan	Kadar Ca (%) Sebelum	Kadar Ca (%) Sesudah
Cangkang Telur Bebek	99,34	99,55
Cangkang Telur Puyuh	96,01	98,83
Cangkang Kerang Hijau	97,78	98,57
Cangkang Kupang	98,17	98,20
Cangkang Keong Sawah	98,37	98,25

Hasil XRF ini menunjukkan bahwa proses kalsinasi pada cangkang dengan suhu 800°C selama 120 menit telah menguraikan kandungan kalsium dalam cangkang menjadi kalsium oksida secara maksimal. Berdasarkan SNI 06-3730-1995 syarat kandungan karbon aktif pada adsorben minimal 65% [12], sehingga hasil kalsium oksida yang pada penelitian telah memenuhi standar. Pada analisa selanjutnya dilakukan karakterisasi menggunakan SEM untuk mengetahui bentuk kristal kalsium oksida pada abu cangkang yang memiliki kandungan paling tinggi yaitu pada abu cangkang telur bebek.

#### *Hasil Analisa SEM (Structural Equation Modeling)*

Pada **Gambar 2** menunjukkan morfologi produk kalsium oksida hasil dari cangkang telur bebek. Analisis kalsium oksida dilakukan dengan perbesaran 5000x, 10.000x, 20.000x. Perbesaran ini bertujuan untuk melihat topografi, morfologi, dan kristalografi yaitu mengenai susunan dari butir - butir objek yang diamati. Berdasarkan hasil analisa mikrostruktur menggunakan SEM produk kalsium karbonat dengan perbesaran 5000x terlihat bahwa pori-pori terlihat kecil butirannya membentuk gumpalan kasar dan tidak berbentuk kristalin, lebih merujuk ke bentuk amorf dengan ukuran yang hampir seragam dan struktur yang cenderung granular atau agregat.

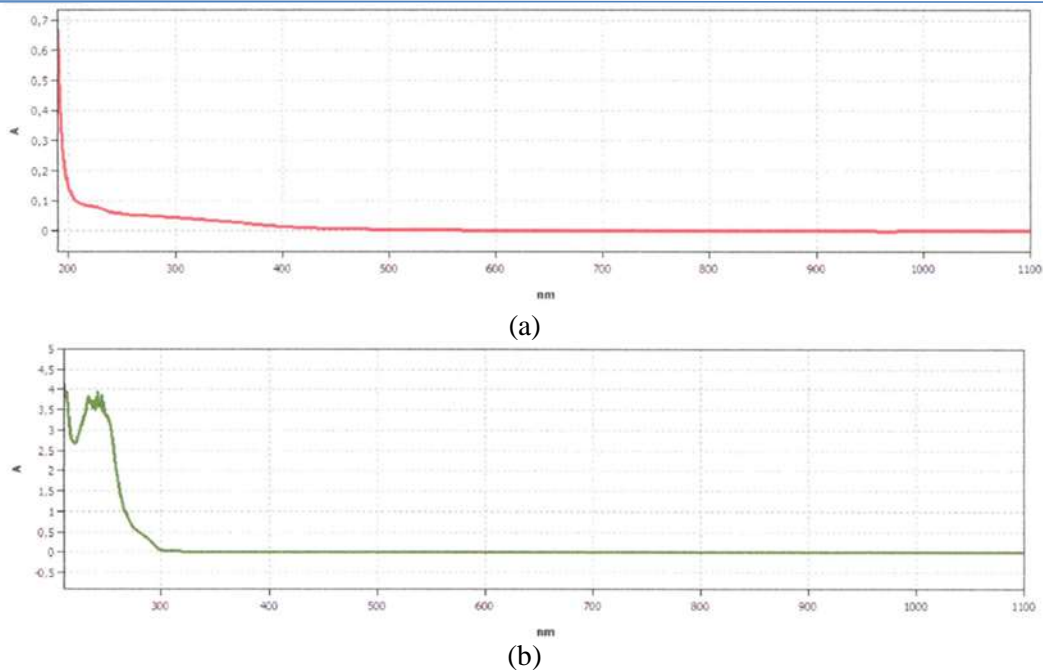


**Gambar 2.** Hasil analisa SEM pada produk kalsium oksida dari abu cangkang telur bebek. (a) Perbesaran 5000x; (b) Perbesaran 10.000x; (c) Perbesaran 20.000x.

Partikel-partikel tampak menyatu, membentuk cluster. Partikel partikelnya menggumpal berukuran 0,5 – 1  $\mu\text{m}$ . Kristal kalsium oksida memiliki bentuk sferis dengan ukuran yang hampir seragam dan menggumpal satu sama lain [14]. Analisa selanjutnya menggunakan spektrofotometri uv-vis untuk mengetahui produk kalsium oksida dapat digunakan sebagai adsorben melalui percobaan adsorbansi menggunakan larutan  $\text{FeCl}_3$ .

#### *Hasil Analisa Spektrofotometri UV-Vis*

Pada analisa daya adsorpsi larutan Fe sebelum dan sesudah penambahan  $\text{CaO}$ , dilakukan analisa menggunakan spektrofotometri UV-Vis dapat dilihat pada **Gambar 3** dibawah ini.



**Gambar 3.** Hasil analisa UV-Vis pada larutan  $FeCl_3$  (a) sebelum dilakukan penambahan CaO untuk diuji adsorbansi; (b) setelah dilakukan penambahan CaO untuk diuji adsorbansi

Pengukuran adsorbansi larutan  $FeCl_3$  dilakukan pada jangkauan panjang gelombang 190-1100 nm dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Pada hasil analisa yang telah dilakukan, diperoleh nilai adsorbansi larutan  $FeCl_3$  sebelum penambahan CaO sebesar 0,6689, dan pada larutan  $FeCl_3$  sesudah penambahan CaO sebesar 2,452. Dari hasil analisa uji spektrofotometri UV-Vis, dapat dilihat bahwa nilai adsorbansi larutan  $FeCl_3$  setelah penambahan CaO lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum penambahan CaO. Hal ini dapat dikatakan bahwa penambahan CaO pada larutan  $FeCl_3$  menghasilkan perubahan kadar  $FeCl_3$  yang terkandung dalam larutan. pada permukaan karbon aktif yang semakin luas maa daya serap yang dihasilkan semakin besar sehingga mampu mengadsorbisi semakin banyak senyawa karena besarnya bidang kontak penyerapan adsorbat [15].

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan variabel waktu yang maksimal untuk dapat menghasilkan CaO dengan kadar tertinggi pada masing-masing cangkang yaitu pada variasi waktu 120 menit dengan suhu 800 oC. Komposisi produk CaO yang dihasilkan dengan semakin lamanya waktu kalsinasi adalah semakin besar dengan kadar CaO tiap cangkang sebesar 99,55% pada cangkang telur bebek, 98,83% untuk cangkang telur puyuh, 98,57% pada cangkang kerang hijau, 98,20% untuk cangkang kupang, dan pada keong sawah sebesar 98,25%, sehingga cangkang dengan kandungan CaO tertinggi yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah cangkang telur bebek.

#### 5. Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya setelah dilakukannya penelitian ini, yang pertama yaitu perlu dilakukan pengujian komposisi cangkang untuk seluruh variasi waktu yang digunakan pada salah satu cangkang agar didapatkan hasil yang lebih akurat. Selain itu penelitian selanjutnya juga disarankan untuk menggunakan metode serta pemanfaatan lainnya agar didapatkan hasil yang lebih bervariasi.

#### 6. Referensi

- [1] S. A. Putri, "Produksi Kolagen dari Limbah Membran Cangkang Telur Bebek dan Analisis Kandungan Hidroksiprolin Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi-Fluoresensi," *Eggshells Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [2] P. dan K. H. Dirjen, *Statistik*. 2018. [Online]. Available: [http://repository.widyamandala.ac.id/14%0A52/1/BAB I.pdf](http://repository.widyamandala.ac.id/14%0A52/1/BAB%20I.pdf)
- [3] A. Sawiji and R. A. Perdanawati, "Pemetaan Pemanfaatan Limbah Kerang Dengan Pendekatan Masyarakat Berbasis Aset(Studi Kasus: Desa Nambangan Cumpat, Surabaya)," *Mar. J.*, vol. 03, no.

- 01, pp. 10–19, 2017.
- [4] B. P. Statistik, *Statistik Kabupaten Sidoarjo*. 2019. [Online]. Available: <https://satudata.sidoarjo.go.id/assets/document/DC20230831022046.pdf>
- [5] E. E. Ernawati, A. R. Novianti, and Y. B. Yulianti, “Potensi Cangkang Telur Sebagai Pupuk Pada Tanaman Cabai di Desa Sayang Kabupaten Jatinangor,” *J. Pengabd. Kpd. Masy. ISSN 1410-5675; eISSN 2620-8431*, vol. 4, no. 2, pp. 129–132, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.unpad.ac.id/pkm/article/view/26643/13802>
- [6] A. O. Maisyarah and A. S. Rudiyanasyah, “Sintesis CaO dari Cangkang Kerang Ale Ale ( Meretrix meretrix ),” *J. Kim. Khatulistiwa*, vol. 8, no. 1, pp. 37–40, 2019.
- [7] S. Oko, A. Kurniawan, and D. Angreni, “Pengaruh Massa Adsorben Blending CaO Dari Cangkang Telur dan Karbon Teraktivasi untuk Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue,” *Metana*, vol. 18, no. 2, pp. 99–104, 2022, doi: 10.14710/metana.v18i2.49376.
- [8] A. N. Lisdawati, “Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Kalsinasi pada Pembentukan Fasa ZrO<sub>2</sub>,” *Tesis*, pp. 1–64, 2015.
- [9] A. Mukminin, M. Firdaus, Y. Yuniarti, and M. W. Syabani, “Pengaruh Waktu Kalsinasi Abu Cangkang Kelomang (Paguroidea) pada Suhu Tinggi Dalam Pembentukan Katalis Padat CaO,” *Indones. J. Chem. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.20885/ijcr.vol4.iss1.art1.
- [10] E. Rahayu, P. Luna, S. Usmiati, and S. Sunarmani, “Optimasi Sintesis dan Aplikasi Adsorben dari Limbah Ekstraksi Biosilika Sekam Padi,” *War. Ind. Has. Pertan.*, vol. 38, no. 1, p. 36, 2021, doi: 10.32765/wartaihp.v38i1.6408.
- [11] A. S. Lamuru, Mahirulla, and S. Juita, “Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Kalsium Oksida (CaO) Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Kadar Etanol Teknis Effect of Calcium Oxide (CaO) powder particle size as adsorbent to increase technical ethanol levels,” *J. Jejaring Mat. dan Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 1–5, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.36873/jjms.2023.v5.i1.801>
- [12] Standar Nasional Indonesia 06-3730, *Arang Aktif Teknis*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 1995.
- [13] M. Svensson, “Numerical modelling of calcination of limestone: An evaluation of existing calcination model,” p. 3, 2021, [Online]. Available: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-184517>
- [14] S. Sunardi, E. D. Krismawati, and A. Mahayana, “Sintesis dan Karakterisasi Nanokalsium Oksida dari Cangkang Telur,” *ALCHEMY J. Penelit. Kim.*, vol. 16, no. 2, p. 250, 2020, doi: 10.20961/alchemy.16.2.40527.250-259.
- [15] R. Lestari, R. Firyanto, and H. Sitompul, “Uji Daya Adsorpsi Adsorben Arang Biji Salak Untuk Menjerap Methylen Blue,” *Inov. Tek. Kim.*, vol. 11, no. 2, pp. 99–103, 2024.