



*Research Articles*

## **Pembuatan Nanopartikel CaO dari Cangkang Telur Ayam Menggunakan Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum*)**

### *Synthesis of CaO Nanoparticles from Chicken Eggshells Using Ethanol Extract of Bay Leaves (*Syzygium polyanthum*)*

Mellida Yani<sup>1</sup>, Gladys Ayu Paramita Kusumah Wardhani<sup>1\*</sup>, Agus Taufiq<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia Universitas Nusa Bangsa, Jl. KH. Sholeh Iskandar KM 4 Cibadak  
Kec. Tanah Sareal, Kota Bogor, 16166, Indonesia

<sup>2</sup>Akademi Kimia Analisis Caraka Nusantara, Komplek Timah Jl. Tugu Raya Kec. Cimanggis,  
Kota Depok, 16951, Indonesia

\* *corresponding author, email: [gladys.paramita@gmail.com](mailto:gladys.paramita@gmail.com)*

Manuscript received: 31-01-2023. Accepted: 20-03-2023

#### **ABSTRAK**

Limbah cangkang telur ayam bermanfaat bagi lingkungan karena mengandung  $\text{CaCO}_3$ . Kalsium karbonat pada cangkang telur ayam ini dimanfaatkan sebagai material dasar dalam sintesis nanopartikel CaO melalui proses kalsinasi pada suhu  $900^\circ\text{C}$ . Nanopartikel CaO memiliki karakteristik yang unik sehingga banyak dibutuhkan dalam berbagai bidang aplikasi seperti lingkungan, material, dan biomedis. Selain itu, sintesis nanopartikel ini dapat mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dan ramah lingkungan. Metode ini telah banyak dilakukan sebagai metode alternatif, salah satunya memanfaatkan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak etanol daun salam sebagai agen pereduksi dan penstabil. Penelitian ini dilakukan dengan 3 variasi volume ekstrak daun salam dengan material dasar cangkang telur terkalsinasi yaitu 3:7, 5:5, dan 7:3 (v/v) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap ukuran partikel yang dihasilkan. Karakterisasi nanopartikel CaO menggunakan spektrofotometer UV-Vis, infra merah (FTIR), dan mikroskop elektron (SEM). Nanopartikel yang diperoleh berupa serbuk halus berwarna putih. Hasil karakterisasi menunjukkan serapan maksimum nanopartikel CaO pada  $\lambda$  215 - 270 nm. Berdasarkan spektra FTIR dapat diketahui ikatan Ca-O ketiga variasi komposisi muncul pada bilangan gelombang  $712\text{ cm}^{-1}$  dan  $514\text{ cm}^{-1}$  dan pada  $874\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan Ca-O-Ca. Material yang dihasilkan memiliki morfologi serpihan (flake) dan aglomerasi dengan kisaran ukuran partikel rata-rata 43 - 498 nm.

**Kata kunci:** Cangkang telur ayam; daun salam (*Syzygium polyanthum*); nanopartikel CaO

## ABSTRACT

Chicken eggshell waste contributes to environmental because it have CaCO<sub>3</sub> content. Calcium carbonate in chicken eggshells is used as a basic material in the synthesis of CaO nanoparticles through a calcination process at 900°C. CaO nanoparticles have unique characteristics that make them are needed for various fields of application such as environment, materials, and biomedicine. In addition, the synthesis of these nanoparticles can reduce the use of hazardous and environmentally friendly chemicals. This method has been widely used as an alternative method, one of which utilizes secondary metabolites found in ethanol extract of bay leaves as reducing and stabilizing agents. This research was conducted with 3 volume variations of bay leaf extract with calcined eggshell base materials, namely 3:7, 5:5, and 7:3 (v/v) to determine the effect on the resulting particle size. Characterization of CaO nanoparticles using UV-Vis, FTIR, and SEM. The nanoparticles obtained were in the form of white fine powder. The characterization results show the maximum absorption of CaO nanoparticles at  $\lambda$  215 - 270 nm. Based on the FTIR spectra, Ca-O bonds can be identified in the three variations at 712 cm<sup>-1</sup> dan 514 cm<sup>-1</sup> and 874 cm<sup>-1</sup> shows Ca-O-Ca bond. The resulting material has a flake shape and agglomeration morphology with an average particle size range of 43-498 nm.

**Key words:** chicken eggshell; ethanol extract of bay leaves; CaO nanoparticles

## PENDAHULUAN

Cangkang telur ayam termasuk salah satu limbah makanan padat yang dapat berkontribusi terhadap degradasi lingkungan. Rumah tangga, restoran, dan toko roti merupakan sumber utama limbah cangkang telur. Apabila hal ini berlangsung terus menerus akan berdampak pada lingkungan. Hal ini mendorong untuk dilakukannya pemanfaatan cangkang telur lebih lanjut. Komposisi kimiawi cangkang telur tersebut terdiri dari kalsium karbonat (94%), magnesium karbonat (1%), kalsium fosfat (1%), dan zat organik lainnya (4%) (Gurav et al, 2020). Cangkang telur juga dapat digunakan sebagai sumber CaCO<sub>3</sub> untuk berbagai aplikasi yang berbeda sehingga CaCO<sub>3</sub> yang menjadi penyusun utama cangkang telur ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar (prekursor) dalam sintesis nanopartikel kalsium oksida (Habte et al, 2019).

Nanopartikel adalah partikel dengan ukuran berkisar antara 1-100 nm. Material dengan struktur nano seringkali memiliki sifat yang berbeda dengan struktur aslinya. Sifat-sifat tersebut dapat dimodifikasi dengan mengontrol ukuran partikel, komposisi kimia, modifikasi permukaan, dan mengontrol interaksi antar partikel (Fabiani et al, 2018). Nanopartikel CaO telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti katalis, adsorpsi, pemurnian air, dan berperan sebagai antibakteri. Selain itu, CaO menjadi perhatian khusus karena dianggap sebagai bahan yang aman bagi manusia dan hewan (Anantharaman and George, 2016).

Nanopartikel dapat disintesis dengan metode fisik, kimia, dan biologi. Walaupun metode fisika dan kimia menghasilkan partikel murni, metode ini mahal dan tidak ramah lingkungan (Fabiani et al, 2018). Berdasarkan pertimbangan aspek lingkungan dan ekonomi, metode biosintesis menjadi metode alternatif yang digunakan untuk sintesis material nano. Penerapan praktisnya pada beberapa tumbuhan biomaterial telah banyak digunakan sebagai agen reduktif dan dikenal sebagai green synthesis (Ramli et al, 2019). Senyawa metabolit

yang ditemukan dalam bahan tumbuhan (biomassa atau senyawa hasil ekstraksi) dapat berperan sebagai reduktor pada sintesis logam.

Salah satu ekstrak tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk sintesis nanopartikel CaO adalah daun salam (*Syzygium polyanthum*). Daun salam mengandung tanin, minyak atsiri (salamol eugenol), flavonoid (quercetin, quercutrin, myricetin, myricitrin), sesquiterpenes, triterpenoid, fenol, steroid, saponin, alkaloid, dan karbohidrat (Dewijanti et al, 2019; Rivai et al, 2019). Penelitian Saleha et al, (2015) menyebutkan kandungan zat aktif pada bagian daun salam yaitu tanin (21,7%), flavonoid (0,4%), dan minyak atsiri (0,17%). Sejumlah besar senyawa metabolit pada daun salam dapat dimanfaatkan dalam pembuatan nanopartikel logam oksida.

Penelitian Gurav et al, (2019) telah melakukan pembuatan nanopartikel CaO (Np-CaO) menggunakan ekstrak daun *Ocimum sanctum* (Tulsi) dengan bahan dasarnya dari cangkang telur. Cangkang telur ayam yang digunakan dikalsinasi pada suhu 700oC dan disintesis dengan ekstrak daun *Ocimum sanctum* (Tulsi) dan menghasilkan nanopartikel berukuran 35-

70 nm. Pada penelitian Habte et al, (2019) melakukan sintesis Np-CaO dari cangkang telur menggunakan metode sol gel dan dikalsinasi pada suhu 900oC dan diperoleh Np-CaO berukuran 50 - 198 nm. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa kondisi sintesis seperti suhu kalsinasi, rasio prekursor dengan ekstrak tanaman, pH, waktu reaksi mempengaruhi nanopartikel yang dihasilkan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian sintesis Np-CaO menggunakan bioreduktor ekstrak daun salam dan cangkang telur ayam sebagai prekursor dengan variasi rasio volume antara prekursor dengan ekstrak daun salam untuk mengetahui pengaruhnya terhadap ukuran nanopartikel yang dihasilkan dan dikarakterisasi menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis, FTIR, dan Scanning Electron Microscope (SEM).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Nusa Bangsa, Kota Bogor. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah peralatan gelas, oven, tanur, *magnetic stirrer*, kertas saring Whatman 40, *rotary evaporator*, neraca analitik, blender, dan ayakan 100 mesh. Bahan yang digunakan adalah daun salam, cangkang telur ayam, etanol PA (Smart Lab), etanol 96%, HCl (Merck), NaOH (Merck), kloroform (Merck), NH<sub>3</sub> (Merck), CH<sub>3</sub>COOH anhidrat (Merck), FeCl<sub>3</sub> (Merck), pereaksi Mayer, pereaksi Wagner, pereaksi Dragendorff, pita Mg, dan air deionisasi. Instrumen yang digunakan diantaranya spektrofotometer UV-Vis *Bell Photomic* UV 51, spektrofotometer FTIR CARY 670, SEM Jeol JSM 6510 LA.

### Prosedur

#### 1. Preparasi dan Pembuatan Ekstrak Daun Salam

Daun salam tanpa tangkai dicuci hingga bersih, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 48 jam, lalu dihaluskan dengan blender

dan disaring dengan ayakan 100 mesh hingga diperoleh serbuk simplisia. Serbuk simplisia sebanyak 70 g ditambahkan 700 mL pelarut etanol dan dimaserasi selama 3x24 jam. Filtrat disaring dengan Whatman 40 dan residu dimaserasi kembali. Filtrat yang diperoleh dipekatkan dengan rotary evaporator. Ekstrak pekat daun salam disimpan di lemari pendingin (Bahriul and Rahman, 2014; Rivai *et al*, 2019).

## 2. Analisis Kualitatif Ekstrak Daun Salam

- a. **Uji Alkaloid.** Ekstrak daun salam sebanyak 1 mL ditambahkan 5 mL kloroform dan 5 mL amoniak, kemudian campuran disaring dan filtrat ditambahkan pereaksi Mayer, Wagner, dan Dragendorff.
- b. **Uji Flavonoid.** Ekstrak daun salam sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan pita Mg dan HCl pekat. Uji flavonoid positif ditandai dengan terbentuknya warna kuning, oranye, atau merah.
- c. **Uji Tanin.** Ekstrak daun salam sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 5 mL akuades dan dipanaskan. Setelah itu ditambahkan 3 tetes  $\text{FeCl}_3$  5%. Uji positif tanin ditandai dengan perubahan warna biru-hitam, hijau atau biru- hijau.
- d. **Uji Saponin.** Ekstrak daun salam sebanyak 1 mL ditambahkan akuades sebanyak 5 mL dan dipanaskan selama 5 menit pada suhu  $80^\circ\text{C}$ . Uji positif saponin ditandai dengan terbentuknya busa yang tidak hilang selang waktu 10 menit.
- e. **Uji Steroid/Triterpenoid.** Ekstrak daun salam sebanyak 1 mL ditambahkan 1 mL anhidrat asetat dan 1 mL asam sulfat pekat. Uji positif steroid ditandai dengan terbentuknya warna biru atau hijau dan warna merah menunjukkan adanya triterpenoid.

## 3. Preparasi Cangkang Telur Terkalsinasi

Cangkang telur ayam dicuci bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari, lalu dikeringkan dengan oven pada suhu  $120^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Setelah itu, cangkang telur dihaluskan dengan mortar dan blender, disaring dengan ayakan mesh 100. Serbuk cangkang telur dimasukkan ke dalam tanur dan dikalsinasi pada suhu  $900^\circ\text{C}$  selama 3 jam. Kemudian serbuk didinginkan dan disimpan pada wadah kedap udara. Serbuk cangkang terkalsinasi ditimbang sebanyak 5 g, dilarutkan dengan 20 mL HCl pekat dan dihomogenkan hingga 100 mL dengan air deionisasi (Gurav *et al*, 2020).

## 4. Sintesis CaO Nanopartikel

Nanopartikel CaO disintesis dengan 3 variasi komposisi volume ekstrak daun salam dengan larutan cangkang telur terkalsinasi dengan rasio 3:7, 5:5, dan 7:3 (v/v). Setelah itu, ditambahkan 10 mL HCl 1 N. Campuran di aduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Selama pengadukan ditambahkan NaOH 2 N tetes demi tetes hingga terbentuk endapan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Endapan yang terbentuk disaring dan dikeringkan di dalam oven selama 8 jam pada suhu  $90^\circ\text{C}$ . Sebelum dikeringkan, endapan dicuci dengan air deionisasi untuk menghilangkan material awal yang tidak bereaksi. Sampel dikalsinasi pada suhu  $650^\circ\text{C}$  selama 2 jam (Ananthraman and George, 2016; Osuntokun *et al*, 2018). Serbuk nanopartikel CaO yang diperoleh dikarakterisasi dengan FTIR, SEM, dan spektrofotometer UV-Vis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Fitokimia Ekstrak Daun Salam

Hasil uji fitokimia ekstrak etanol daun salam positif terhadap senyawa tanin, alkaloid, saponin, dan triterpenoid (Tabel 1).

Metabolit Sekunder	Hasil Uji
Tanin	+++
Alkaloid	++
Saponin	++
Triterpenoid	++
Flavonoid	-

Keterangan: (++) = sedang, (+++) = banyak

Senyawa tanin memiliki cincin aromatik yang mengandung gugus hidroksil yang dapat mendonorkan atom hidrogennya kepada radikal bebas (Manongko *et al*, 2020). Kemungkinan senyawa metabolit sekunder yang mengandung gugus hidroksil yang lebih berperan dalam proses bioreduksi sintesis Np-CaO. Menurut penelitian Osuntokun *et al*, (2018) gugus hidroksil pada senyawa kuersetin yang mereduksi garam logam  $\text{CaCl}_2$  menjadi ion-ion logam. Senyawa fitokimia lainnya juga kemungkinan berperan dalam proses sintesis karena proses reduksi melibatkan reaksi sinergis dari berbagai gugus fungsi aktif dalam senyawa metabolit sekunder. Kemampuan reduksi ekstrak tanaman disebabkan oleh adanya gugus-gugus fungsi aktif dari tanaman seperti alkenil (CC), amida (CN), fenolik dan alkohol (O-H), amina (NH) dan karboksilat (COO) yang berasal dari metabolit sekunder tanaman (Fatimah, 2017).

### Sintesis Nanopartikel CaO

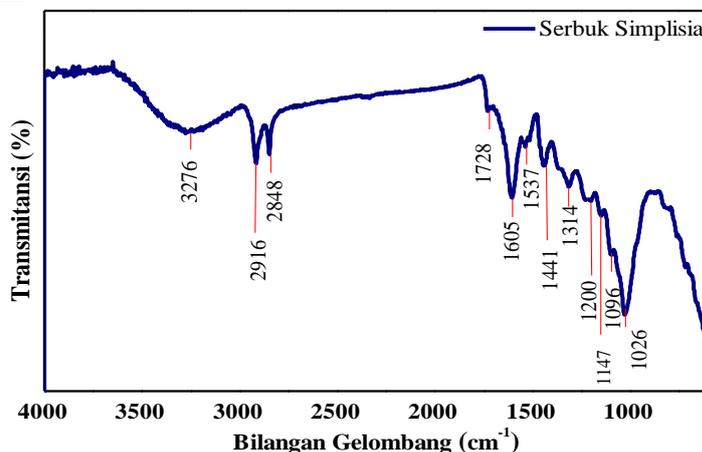


Gambar 1. Serbuk Np - CaO dengan perbandingan ekstrak etanol daun salam dan cangkang telur terkalsinasi (a) variasi A (3:7), (b) variasi B (5:5), dan (c) variasi C (7:3) v/v

Np-CaO disintesis dari ekstrak etanol daun salam sebagai bioreduktor dan cangkang telur terkalsinasi sebagai prekursor dengan variasi A (3:7), B (5:5), dan C (7:3) v/v. Kemungkinan senyawa-senyawa fitokimia berikatan dengan garam-garam logam dan mereduksinya menjadi ion-ion logam, hal ini terus menerus terjadi dengan gugus hidroksil (Osuntokun *et al*, 2018). Proses ini memicu terbentuknya endapan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dengan bantuan larutan NaOH untuk menghasilkan laju nukleasi yang rendah dan mendorong pengendapan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  satu sama lain. Endapan kering  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  akan mengalami dekomposisi pada suhu  $650^\circ\text{C}$  menghasilkan serbuk berwarna putih (Gambar 1).

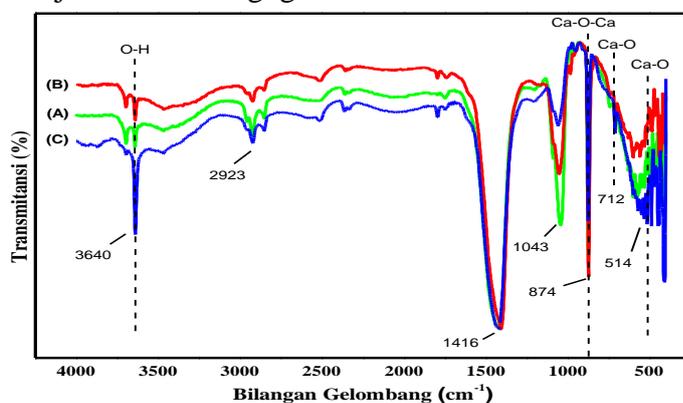
### Spektrum FTIR Nanopartikel CaO

Analisis dengan FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi kemungkinan gugus fungsi yang berperan dalam pembentukan Np-CaO. Pada spektra IR serbuk simplisia daun salam (Gambar 2) terlihat intensitas melebar pada bilangan gelombang 3276  $\text{cm}^{-1}$  yang mengindikasikan vibrasi regangan gugus O-H atau hidroksil yang berasal dari kelompok senyawa yang terkandung dalam



Gambar 2. Spektrum FTIR serbuk simplisia daun salam

senyawa tanin, terpenoid, saponin, dan polifenol. Daerah serapan 2916 dan 2848  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi regangan gugus C-H  $\text{sp}^3$ . Serapan pada daerah 1728  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan *stretching* gugus C=O atau karbonil yang merupakan ciri umum untuk senyawa fenolik. Daerah serapan 1605  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus fungsi aromatik C=C, dan serapan sekitar 1300 – 1026  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi gugus C-O.



Gambar 3. Spektrum FTIR Np - CaO dengan perbandingan ekstrak etanol daun salam dan cangkang telur terkalsinasi (a) variasi A (3:7), (b) variasi B (5:5), dan (c) variasi C (7:3) v/v.

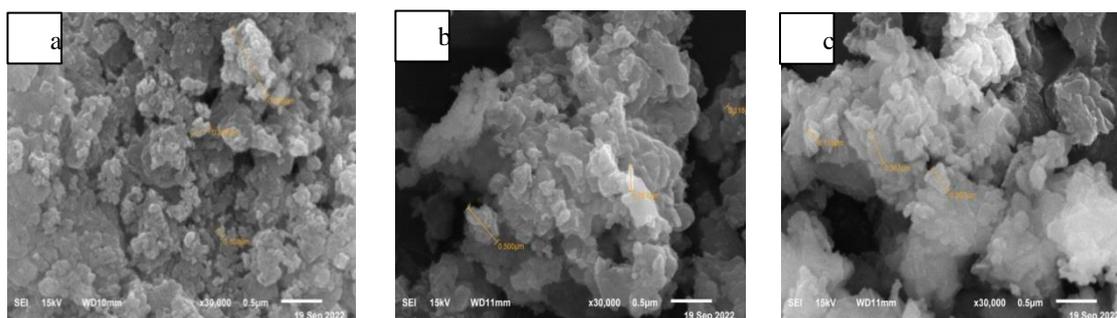
Hasil sintesis Np-CaO variasi A, B, dan C terkonfirmasi adanya gugus Ca-O pada bilangan gelombang 712  $\text{cm}^{-1}$  dan 514  $\text{cm}^{-1}$  dan puncak tajam pada daerah serapan 874  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan Ca-O-Ca (Gambar 3). Pita serapan pada 3640  $\text{cm}^{-1}$  merupakan vibrasi regangan O-H (Gurav *et al*, 2020). Adanya gugus O-H ini menunjukkan keterlibatan gugus hidroksil dalam proses sintesis ditandai dengan berkurangnya intensitas pada hasil Np-

CaO. Selanjutnya serapan sekitar  $1416\text{ cm}^{-1}$  dikorelasikan dengan tekukan (*bending*) penyerapan molekul air (Arul *et al*, 2018). Puncak pada bilangan gelombang  $1059\text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi ikatan C-O yang berasal dari fitokimia daun salam. Kehadiran puncak pada daerah  $3640$ ,  $2923$ , dan  $1043\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus hidroksil, karbonil, dan asam karboksilat. Hal ini mengindikasikan kapasitas dari senyawa fitokimia daun salam yang berperan juga sebagai agen penstabil (Maringgal *et al*, 2020).

Berdasarkan spektra IR (Gambar 3) pada gugus fungsi Ca-O terlihat variasi C menghasilkan intensitas yang lebih tinggi dibandingkan variasi lainnya. Hal ini ditandai dengan semakin tajamnya puncak dan rendahnya nilai transmitansi. Begitu juga dengan gugus O-H pada variasi C. Hal ini menandakan semakin banyaknya terbentuk Np-CaO pada variasi C yang disebabkan oleh semakin banyaknya ekstrak daun salam yang digunakan dibandingkan jumlah prekursor.

### Morfologi dan Ukuran Nanopartikel CaO

Hasil pengukuran SEM pada perbesaran 30.000 kali untuk variasi A, B, dan C menunjukkan bahwa Np-CaO yang dihasilkan memiliki bentuk serpihan (*flake*) dan aglomerasi (Gambar 4). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ei *et al*, (2022). Ukuran partikel yang diperoleh dari hasil analisis gambar SEM untuk variasi A yaitu sekitar 48 - 489 nm, variasi B yaitu 57 - 498 nm, dan variasi C berkisar 43 - 413 nm.



Gambar 4. Hasil SEM Np-CaO pada perbesaran 30.000 kali (a) variasi A (3:7), (b) variasi B (5:5), dan (c) variasi C (7:3) v/v.

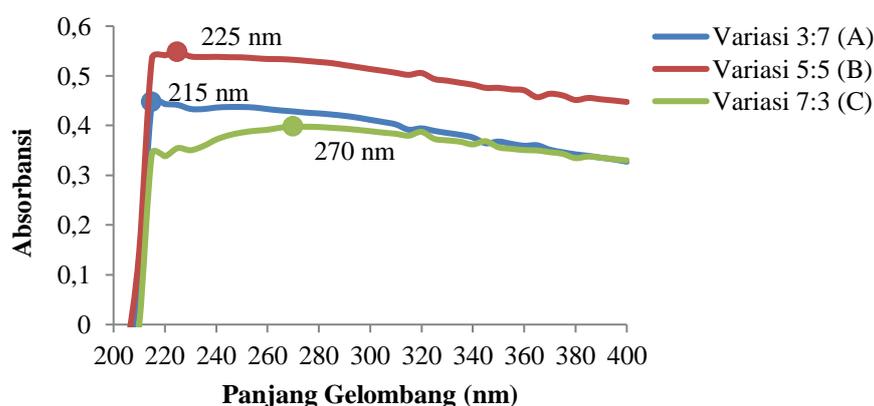
Berdasarkan analisis ukuran Np-CaO untuk tiga variasi diperoleh bahwa variasi C dengan perbandingan ekstrak daun salam dan prekursor yaitu 7:3 yang menghasilkan kisaran ukuran paling kecil. Hal ini terlihat dari hasil pengujian SEM bahwa variasi C memiliki ukuran partikel berkisar 43 - 413 nm lebih kecil dibandingkan dua variasi lainnya. Hasil pengujian dan analisis tersebut menandakan bahwa semakin banyak bioreduktor dalam proses sintesis menghasilkan ukuran nanopartikel yang semakin kecil. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Osuntokun *et al*, (2018) bahwa penurunan rasio ekstrak tanaman terhadap prekursor nanopartikel mengakibatkan peningkatan dari ukuran nanopartikel.

Hasil sintesis Np-CaO masih terdapat partikel dengan ukuran lebih besar dari 100 nm. Ukuran partikel yang besar menunjukkan bahwa partikel-partikel tersebut mengalami aglomerasi. Hal ini disebabkan oleh interaksi antara nanopartikel dengan luas permukaan yang besar dan energi permukaan yang tinggi sehingga menghasilkan aglomerasi (Gandhi

*et al*, 2021). Selain itu, menurut (Dumur *et al*, 2011) nanopartikel memerlukan penstabil kuat untuk mencegah agregasi yang dapat membatasi pertumbuhan kluster, sehingga kluster yang terbentuk tidak tumbuh menjadi ukuran yang lebih besar dan tetap berukuran nano. Oleh karena itu, hasil sintesis Np-CaO pada penelitian ini yang masih terdapat partikel berukuran >100 nm kemungkinan dapat disebabkan oleh kurangnya kekuatan zat penstabil yang terdapat pada ekstrak etanol daun salam.

### Panjang Gelombang Maksimum Nanopartikel CaO

Penentuan karakteristik panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{maks}$ ) dapat memberikan informasi keberhasilan dalam proses sintesis dan memprediksi jumlah dari nanopartikel yang terbentuk (Junaidi, 2010).



Gambar 5. Spektrum UV-Vis Np-CaO

Hasil pengukuran UV-Vis Np-CaO didapatkan puncak serapan pada panjang gelombang maksimum 215, 225, dan 270 nm untuk variasi A, B, dan C (Gambar 5). Pada penelitian Ramola and Joshi, (2019) pembentukan Np-CaO terindikasi pada rentang panjang gelombang 260-410 nm. Sedangkan pada penelitian Arul *et al*, (2018) transisi elektronik maksimal untuk Np-CaO dihasilkan pada panjang gelombang 214, 211, dan 217 nm. Hal ini menandakan bahwa pengukuran UV-Vis untuk variasi A, B, dan C masuk ke dalam rentang penyerapan nanopartikel CaO sehingga pembentukan nanopartikel CaO dapat dikonfirmasi.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol daun salam mengandung senyawa tanin, saponin, alkaloid, dan triterpenoid. Hasil karakterisasi Np-CaO terkonfirmasi adanya puncak-puncak kehadiran gugus Ca-O pada variasi A, B, dan C, serta memiliki ukuran diameter pada kisaran 43-498 nm dengan bentuk serpihan (*flake*) dan aglomerasi. Pembentukan Np-CaO juga teridentifikasi pada  $\lambda_{maks}$  215-270 nm. Hasil variasi komposisi dengan jumlah ekstrak lebih banyak dibandingkan jumlah prekursor yaitu variasi 7:3 (v/v) yang menghasilkan kisaran ukuran Np-CaO terkecil. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian mengenai aplikasi Np-CaO sebagai antibakteri.

## Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Nusa Bangsa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anantharaman, A., & George, M. (2016). Green Synthesis of Calcium Oxide Nanoparticles and Its Applications. *Journal of Engineering Research and Application*, 6(10), 27–31.
- Arul, E., Raja, K., Krishnan, S., Sivaji, K., & Das, S. J. (2018). Bio-Directed Synthesis of Calcium Oxide (CaO) Nanoparticles Extracted from Limestone Using Honey. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 18(8), 5790–5793.
- Bahriul, P., & Rahman, N. (2014). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Dengan Metode DPPH. *J. Akademika Kim*, 3(3), 368–374.
- Dewijanti, I. D., Mangunwardoyo, W., Artanti, N., & Hanafi, M. (2019). Bioactivities of Salam leaf (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp). *AIP Conference Proceedings*, 2168(November).
- Dumur, F., Guerlin, A., Dumas, E., Bertin, D., Gigmes, D., & Mayer, C. R. (2011). Controlled spontaneous generation of gold nanoparticles assisted by dual reducing and capping agents. *Gold Bulletin*, 44(2), 119–137.
- Ei, E., Daniel, K., Horvath, K., Baumli, P., & Kaptay, G. (2022). Synthesis and characterization of calcium oxide nanoparticles for • CO<sub>2</sub> capture. *Journal of Nanoparticle Research*.
- Fabiani, V. A., Sutanti, F., Silvia, D., & Putri, M. A. (2018). Green Synthesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratogeomachra glaucum*) Sebagai Bioreduktor. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 1(2), 68.
- Fatimah, I. (2017). Synthesis of Metal and Metal Oxide Nanoparticles Using Plant Extract: a Review. *Jurnal Eksakta*, 17(1), 66–85.
- Gandhi, N., Shruthi, Y., Sirisha, G., & Anusha, C. R. (2021). Facile and Eco-Friendly Method for Synthesis of Calcium Oxide (CaO) Nanoparticles and its Potential Application in Agriculture. *Haya: The Saudi Journal of Life Sciences*, 6(5), 89–103.
- Gurav, V. L., Samant, R. A., Manjare, S. B., Patil, U. K., Solkar, S. R., & Moghe, S. S. (2020). Asian Journal of Nanoscience and Materials Biosynthesis of calcium oxide nanoparticles using *Ocimum sanctum* (Tulsi) leaf extracts and screening its antimicrobial activity. *Asian Journal of Nanoscience and Materials*, 3, 415639.
- Habte, L., Shiferaw, N., Mulatu, D., & Thenepalli, T. (2019). Synthesis of Nano-Calcium Oxide from Waste Eggshell by Sol-Gel Method. *Sustainability*, 11, 1–10.
- Junaidi. (2010). Spektrofotometer UV-Vis untuk Estimasi Ukuran Nanopartikel Perak. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 5(1), 97–102.
- Manongko, P. S., Sangi, M. S., & Momuat, L. I. (2020). Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Jurnal MIPA*, 9(2), 64.
- Maringgal, B., Hashim, N., Tawakkal, I. S. M. A., Hamzah, M. H., & Mohamed, M. T. M. (2020). Biosynthesis of CaO nanoparticles using *Trigona* sp. Honey: Physicochemical characterization, antifungal activity, and cytotoxicity properties. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(5), 11756–11768.

- Osuntokun, J., Onwudiwe, D. C., & Ebenso, E. E. (2018). Aqueous Extract Of Broccoli Mediated Synthesis Of Cao Nanoparticles And Its Application In The Photocatalytic Degradation Of Bromocrescol Green. *IET Nanobiotechnology*, 12(7), 888–894.
- Ramli, M., Rossani, R. B., Nadia, Y., Banta Darmawan, T., Febriani, Saiful, & Ismail, Y. S. (2019). Nanoparticle Fabrication Of Calcium Oxide (Cao) Mediated By The Extract Of Red Dragon Fruit Peels (*Hylocereus Polyrhizus*) And Its Application As Inorganic-Anti- Microorganism Materials. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 509 (1), 13–18.
- Ramola, B., & Joshi, N. C. (2019). Green Synthesis, Characterisations and Antimicrobial Activities of CaO Nanoparticles. *Oriental Journal of Chemistry*, 35(3), 1154–1157.
- Rivai, H., Yulianti, S., & Chandra, B. (2019). Qualitative and Quantitative Analysis of Hexane, Acetone, Ethanol and Water Extract from Bay Leaves (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.). *The Pharmaceutical and Chemical Journal*, 6(3), 13–20.
- Saleha, JR. (2015). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* Dominan Periodontitis In Vitro. Naskah Publikasi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Muhammadiyah Surakarta.