

## Penentuan ukuran partikel kalsium laktat kerabang telur ayam melalui metode presipitasi dengan pendekatan persamaan Scherrer

*A measurement of the particle size of calcium lactate extracted from chicken eggshells using the precipitation technique with the Scherrer equation approach*

Agus Hadi Prayitno<sup>1\*</sup>, Edi Suryanto<sup>2</sup>, dan Rusman<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Manajemen Bisnis Unggas, Jurusan Peternakan, Politkenik Negeri Jember, Jl. Mastrip Po Box 164 Jember 68101

<sup>2</sup> Departemen Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Fauna No. 3 Bulaksumur, Yogyakarta 55281

\*Email Koresponden: [agushp@polije.ac.id](mailto:agushp@polije.ac.id)

**Abstrak.** Nanoteknologi telah dikembangkan untuk meningkatkan absorpsi dari partikel kalsium dengan mengubah ukuran partikel menjadi skala nanometer. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran kalsium laktat dari kalsium oksida kerabang telur ayam ras dan kalsium oksida komersial melalui metode presipitasi dengan pendekatan persamaan Scherrer. Sintesis dilakukan dengan mereaksikan 20 ml larutan kalsium oksida 1 mol/L dengan 30 ml larutan asam laktat 6 mol/L. Perbandingan volume kedua larutan adalah 1:1,5 (v/v). Proses reaksi berlangsung selama 30 menit pada suhu 50°C, dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 500 rpm. Setelah itu, 20 ml etanol 50% (v/v) ditambahkan, campuran dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 72 jam, kemudian dihaluskan hingga diperoleh serbuk kalsium laktat. Penentuan ukuran partikel kalsium laktat dihitung dengan pendekatan persamaan Scherrer. Data hasil perhitungan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil sintesis kalsium laktat dari kalsium oksida komersial dan kerabang telur ayam ras secara berturut-turut diperoleh partikel dengan ukuran yaitu 85,69 dan 85,33 nm. Kesimpulan penelitian ini adalah bahwa proses sintesis kalsium laktat melalui metode presipitasi dapat menghasilkan partikel berukuran nano.

**Kata kunci:** kalsium laktat, kerabang telur ayam, nanoteknologi, persamaan Scherrer

**Abstract.** The recent development of nanotechnology has facilitated the enhancement of calcium particle absorption by manipulating particle size to the nanoscale. The objective of this work was to quantify the dimensions of calcium lactate extracted from chicken eggshell calcium oxide and commercial calcium oxide using the precipitation technique used with the Scherrer equation approach. The synthetic process was conducted by reacting 20 ml of a calcium oxide solution with a concentration of 1 mol/L and 30 ml of a lactic acid solution with a concentration of 6 mol/L. The two solutions have a volume ratio of 1:1.5 (v/v). The reaction was conducted for 30 minutes at a temperature of 50°C, with agitation using a magnetic stirrer spinning at 500 rpm. Following that, 20 ml of a 50% ethanol (v/v) solution was added, and the mixture was dried in an oven set at 105°C for 72 hours and then pulverized to produce calcium lactate powder. The particle size of calcium lactate was determined by the Scherrer equation method. The calculated data were experimentally evaluated using descriptive quantitative methods. According to the research, the production of calcium lactate from commercial calcium oxide and chicken eggshells resulted in particles with

*sizes of 85.69 and 85.33 nm, respectively. The research result showed that the precipitation technique for calcium lactate production could produce particles of nanoscale sizes.*

**Keywords:** *calcium lactate, chicken eggshell, nanotechnology, Scherrer equation*

## **PENDAHULUAN**

Kalsium merupakan nutrisi cadangan yang paling melimpah dalam tubuh manusia (Wiria et al., 2020). Kekurangan kalsium di makanan merupakan masalah umum (Brun, Lupo, Delorenzi, Di Loreto, & Rigalli, 2013) yang dapat menyebabkan osteoporosis (Bradauskiene, Montrimaite, & Moscenkova, 2017) dan pengeroposan tulang (Wiria et al., 2020). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk dapat mencegah osteoporosis adalah dengan mengonsumsi kalsium suplemen (Lee, Jung, Chang, & Kwak, 2017; Paschalis et al., 2017). Osteoporosis dapat dicegah sedini mungkin dengan mengonsumsi makanan yang tinggi kalsium seperti susu dan produk olahannya (Caroli, Poli, Ricotta, Banfi, & Cocchi, 2011). Namun, masyarakat biasanya tidak mengkonsumsinya dalam jumlah yang sesuai dengan pedoman klinis dan di sisi lain harga suplemen tablet kalsium termasuk mahal (Brun et al., 2013). Padahal ada sumber kalsium lain yang berpotensi mengandung kalsium lebih tinggi dibandingkan susu, yaitu kerabang telur. Kerabang telur tinggi akan kalsium karbonat yaitu sekitar 96-97% (Intharapat, Kongnoo, & Kateungngan, 2013). Nilai ekonomi dan sifat kerabang telur dapat ditingkatkan melalui aplikasi nanoteknologi (Prayitno et al., 2022). Metode presipitasi menghasilkan nanokalsium laktat dengan ukuran partikel 55 hingga 100 nm (Li, Zhang, & Tan, 2009; Wang, Huang, & Wu, 2012).

Material yang disintesis menjadi ukuran nanometer memiliki kinerja yang lebih baik dengan bertambahnya luas permukaan (Habte et al., 2019). Kalsium laktat termasuk jenis kalsium yang banyak digunakan sebagai bahan fortifikasi kalsium dengan tingkat penyerapan yang tinggi untuk industri makanan dan farmasi (Cheong, 2016) yang diakui aman digunakan sebagai *texturizer* dan pengental (Catherina, Surjoseputro, & Setijawati, 2016), antibakteri (Yuk, Jo, Seo, Park, & Lee, 2008), dan sebagai bahan preservasi dan juga untuk memperpanjang umur simpan produk daging olahan (Baston & Barna, 2013). Material berukuran nano dapat menyebabkan ekstrak mudah larut dan memiliki efisiensi penyerapan yang tinggi di usus (Gunasekaran, Haile, Nigusse, & Dhanaraju, 2014).

Pembentukan material berukuran nano dengan metode presipitasi dinilai murah, mudah, ramah lingkungan (Habte et al., 2019), dan menghemat waktu (You & Xu, 2021). Nanoteknologi telah dikembangkan untuk meningkatkan laju penyerapan dari kalsium dalam tubuh (Ferraz, Gamelas, Coroado, Monteiro, & Rocha, 2018; Jirimali et al., 2018; Mosaddegh & Hassankhani, 2014). Kerabang telur dapat dimurnikan sebagai sumber kalsium yang dapat digunakan sebagai suplemen makanan (Laohavisuti, Boonchom, Boonmee, Chaiseeda, & Seesanong, 2021). Ukuran partikel dari kerabang telur ayam dapat dioptimalkan melalui aplikasi nanoteknologi dan penentuan ukuran partikel dari suatu material dapat dilakukan dengan pendekatan persamaan Scherrer (Sunardi, Krismawati, & Mahayana, 2020). Kalsium laktat dari kerabang telur ayam yang berukuran nano dapat dijadikan sebagai produk baru yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium alami untuk suplemen makanan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel kalsium laktat dari kerabang telur ayam dengan metode presipitasi melalui pendekatan persamaan Scherrer.

## **MATERI DAN METODE**

### **Preparasi Kalsium Oksida Kerabang Telur Ayam**

Pembuatan kalsium oksida kerabang telur dilakukan menurut Prayitno et al. (2016). Kerabang telur ayam ras yang berwarna coklat dibersihkan dari membran kerabang telurnya lalu dicuci. Kerabang telur direbus selama 2 jam lalu dioven dikeringkan pada suhu 95°C selama 24 jam. Kerabang telur yang dikeringkan kemudian ditumbuk dan diayak (saringan ukuran 80 mesh). Serbuk tersebut kemudian dikalsinasi pada suhu 1.000°C selama 2 jam untuk mendapatkan serbuk kalsium oksida (CaO).

### Preparasi Kalsium Laktat

Penelitian ini membandingkan antara hasil sintesis kalsium laktat menggunakan kalsium oksida komersial (kontrol) yang diperoleh dari Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada dan kalsium oksida kerabang telur ayam ras. Sintesis kalsium laktat dengan metode presipitasi menurut Prayitno et al. (2016). Sintesis dilakukan dengan mereaksikan 20 ml larutan kalsium oksida 1 mol/L dengan 30 ml larutan asam laktat 6 mol/L. Perbandingan volume kedua larutan adalah 1:1,5 (v/v). Proses reaksi berlangsung selama 30 menit pada suhu 50°C, dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 500 rpm. Setelah itu, 20 ml etanol 50% (v/v) ditambahkan, campuran dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 72 jam, kemudian dihaluskan hingga diperoleh serbuk kalsium laktat.

### Pengukuran Partikel dengan Persamaan Scherrer

Ukuran partikel hasil sintesis kalsium laktat dengan metode presipitasi dihitung dengan persamaan Scherrer (Sunardi et al., 2020):

$$D = \frac{K \cdot \lambda}{\beta \cdot \cos(\theta)}$$

Keterangan:

$D$  = Ukuran kristalit (dalam nanometer)

$K$  = 0,9 (faktor bentuk)

$\lambda$  = 1,5406 Å

$\beta$  = Full Width at Half Maximum (FWHM) dalam radian

$\theta$  = Sudut Bragg ( $\theta = 2\theta/2$ )

### Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis secara deskriptif kuantitatif (Mila & Sudarma, 2021).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sintesis kalsium laktat yang diperoleh dari kalsium oksida kerabang telur ayam ras kemudian diuji XRD menunjukkan sudut difraksi sebesar  $2\theta$  dengan puncak sebesar yaitu 9,3800°, 10,3869°, dan 22,9570°. Hasil sintesis kalsium laktat yang diperoleh dari kalsium oksida komersial kemudian diuji XRD menunjukkan sudut difraksi sebesar  $2\theta$  dengan puncak sebesar yaitu 10,2805°, 20,5447°, dan 22,8323°. Terdapat kesamaan pada kedua puncak pada sudut difraksi  $2\theta$  baik pada kerabang telur ayam ras maupun kalsium oksida komersial yang direaksikan dengan asam laktat membentuk kalsium laktat (CaL) (Prayitno et al., 2021). Hasil XRD yang diperoleh dari sintesis kalsium laktat dari kalsium oksida komersial dan kerabang telur ayam ras kemudian dilakukan perhitungan ukuran partikel kalsium laktat yang dihasilkan dengan pendekatan persamaan Scherrer (Tabel 1). Ukuran partikel dari suatu material dapat ditentukan melalui pendekatan persamaan Scherrer (Sunardi et al., 2020).

Tabel 1. Hasil perhitungan ukuran partikel dengan pendekatan persamaan Scherrer.

No.	Komersial		Kerabang Telur	
	$2\theta$	$D$	$2\theta$	$D$
1	10,2805	84,89	9,38000	84,83
2	20,5447	85,92	10,3869	84,89
3	22,8323	86,25	22,9570	86,27
	Rata-rata	85,69	Rata-rata	85,33

Hasil perhitungan ukuran partikel dengan pendekatan persamaan Scherrer diperoleh nilai rata-rata dari hasil sintesis kalsium laktat yang berasal dari kalsium oksida komersial yaitu sebesar 85,69 nm, sedangkan dari hasil sintesis kalsium laktat yang berasal dari kalsium oksida kerabang telur ayam ras yaitu sebesar 85,33 nm. Hasil sintesis kalsium laktat menunjukkan bahwa melalui perhitungan dengan pendekatan persamaan Scherrer diperoleh ukuran partikel yang hampir sama. Kale & Deore (2016) melaporkan bahwa partikel berukuran nanometer direntang antara 1-

100 nm. Proses sintesis kalsium laktat melalui metode presitasi baik dari kalsium oksida komersial dan kerabang telur ayam ras dapat menghasilkan partikel berukuran nano.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil sintesis kalsium laktat dari kalsium oksida komersial dan kerabang telur ayam ras secara berturut-turut diperoleh partikel dengan ukuran yaitu 85,69 dan 85,33 nm. Kesimpulan penelitian ini adalah bahwa proses sintesis kalsium laktat melalui metode presitasi dapat menghasilkan partikel berukuran nano.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baston, O., & Barna, O. (2013). Calcium lactate influence on some non-pathogenic microorganisms. *Food and Environment Safety*, 12(3), 278–283.
- Bradauskiene, V., Montrimaite, K., & Moscenkova, E. (2017). Facilities of bread enrichment with calcium by using eggshell powder. *11th Baltic Conference on Food Science and Technology "Food Science and Technology in a Changing World,"* 91–95. Jelgava (Latvia): Baltic Conference on Food Science and Technology: Conference Proceedings. <https://doi.org/10.22616/foodbalt.2017.014>
- Brun, L. R., Lupo, M., Delorenzi, D. A., Di Loreto, V. E., & Rigalli, A. (2013). Chicken eggshell as suitable calcium source at home. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(6), 740–743. <https://doi.org/10.3109/09637486.2013.787399>
- Caroli, A., Poli, A., Ricotta, D., Banfi, G., & Cocchi, D. (2011). Invited review: Dairy intake and bone health: A viewpoint from the state of the art. *Journal of Dairy Science*, 94(11), 5249–5262. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4578>
- Catherina, C. I., Surjoseputro, S., & Setijawati, E. (2016). Pengaruh konsentrasi perendaman kalsium laktat terhadap sifat fisikokimia mashed sweet potato powder. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 15(2), 65–71.
- Cheong, S. H. (2016). Physicochemical properties of calcium lactate prepared by single-phase aragonite precipitated calcium carbonate. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(1), 1786–1794.
- Ferraz, E., Gamelas, J. A. F., Coroado, J., Monteiro, C., & Rocha, F. (2018). Eggshell waste to produce building lime: calcium oxide reactivity, industrial, environmental and economic implications. *Materials and Structures*, 51(5), 1–14. <https://doi.org/10.1617/s11527-018-1243-7>
- Gunasekaran, T., Haile, T., Nigusse, T., & Dhanaraju, M. D. (2014). Nanotechnology: An effective tool for enhancing bioavailability and bioactivity of phytomedicine. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(Suppl 1), S1–S7. <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.2014C980>
- Habte, L., Shiferaw, N., Mulatu, D., Thenepalli, T., Chilakala, R., & Ahn, J. W. (2019). Synthesis of nano-calcium oxide from waste eggshell by sol-gel method. *Sustainability*, 11(11), 1–10.
- Intharapat, P., Kongnoo, A., & Kateungngan, K. (2013). The potential of chicken eggshell waste as a bio-filler filled epoxidized natural rubber (ENR) composite and its properties. *Journal of Polymers and the Environment*, 21(1), 245–258. <https://doi.org/10.1007/s10924-012-0475-9>
- Jirimali, H. D., Chaudhari, B. C., Khandaray, J. C., Joshi, S. A., Singh, V., Patil, A. M., & Gite, V. V. (2018). Waste eggshell-derived calcium oxide and nanohydroxyapatite biomaterials for the preparation of LLDPE polymer nanocomposite and their thermo mechanical study. *Polymer - Plastics Technology and Engineering*, 57(8), 804–811. <https://doi.org/10.1080/03602559.2017.1354221>
- Kale, S. N., & Deore, S. L. (2016). Emulsion micro emulsion and nano emulsion: A review. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 8(1), 39–47. <https://doi.org/10.5530/srp.2017.1.8>
- Laohavisuti, N., Boonchom, B., Boonmee, W., Chaiseeda, K., & Seesanong, S. (2021). Simple recycling of biowaste eggshells to various calcium phosphates for specific industries. *Scientific Reports*, 11(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94643-1>
- Lee, Y. K., Jung, S. K., Chang, Y. H., & Kwak, H. S. (2017). Highly bioavailable nanocalcium from oyster shell for preventing osteoporosis in rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 68(8), 931–940. <https://doi.org/10.1080/09637486.2017.1307948>

- Li, Z., Zhang, Y., & Tan, T. (2009). Preparation of edible nano calcium lactate crystal from crude L-lactic acid via chemical precipitation method. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, S138. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2009.09.014>
- Mila, J. R., & Sudarma, I. M. A. (2021). Analisis Kandungan Nutrisi Dedak Padi sebagai Pakan Ternak dan Pendapatan Usaha Penggilingan Padi di Umalulu, Kabupaten Sumba Timur. *Buletin Peternakan Tropis*, 2(2), 90–97. <https://doi.org/10.31186/bpt.2.2.90-97>
- Mosaddegh, E., & Hassankhani, A. (2014). Preparation and characterization of nano-CaO based on eggshell waste: Novel and green catalytic approach to highly efficient synthesis of pyrano[4,3-b]pyrans. *Chinese Journal of Catalysis*, 35(3), 351–356. [https://doi.org/10.1016/S1872-2067\(12\)60755-4](https://doi.org/10.1016/S1872-2067(12)60755-4)
- Paschalis, E. P., Gamsjaeger, S., Hassler, N., Fahrleitner-Pammer, A., Dobnig, H., Stepan, J. J., ... Klaushofer, K. (2017). Vitamin D and calcium supplementation for three years in postmenopausal osteoporosis significantly alters bone mineral and organic matrix quality. *Bone*, 95, 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2016.11.002>
- Prayitno, A.H., Suryanto, E., & Rusman. (2016). Pengaruh fortifikasi nanopartikel kalsium laktat kerabang telur terhadap sifat kimia dan fisik bakso ayam. *Buletin Peternakan*, 40(1), 40–47.
- Prayitno, Agus Hadi, Prasetyo, B., Siswantoro, D., Rukmi, D. L., Subagja, H., Pantaya, D., ... Erwanto, Y. (2022). Reviu : Penerapan teknologi nano pada produk hasil ternak. *National Conference of Applied Animal Science 2022*, 171–181. Jember: Politeknik Negeri Jember. <https://doi.org/10.25047/animpro.2022.353>
- Prayitno, Agus Hadi, Siswoyo, T. A., Erwanto, Y., Lindriati, T., Hartatik, S., Aji, J. M. M., ... Rusman. (2021). Characterisation of nano-calcium lactate from chicken eggshells synthesized by precipitation method as food supplement. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 26(4), 139–144.
- Sunardi, S., Krismawati, E. D., & Mahayana, A. (2020). Sintesis dan karakterisasi nanokalsium oksida dari cangkang telur. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 16(2), 250. <https://doi.org/10.20961/alchemy.16.2.40527.250-259>
- Wang, Y., Huang, L., & Wu, J. (2012). Optimization of conditions for calcium lactate nano-particle production by chemical precipitation. *Advanced Materials Research*, 479–481, 314–317. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.479-481.314>
- Wiria, M., Tran, H. M., Nguyen, P. H. B., Valencia, O., Dutta, S., & Pouteau, E. (2020). Relative bioavailability and pharmacokinetic comparison of calcium glucoheptonate with calcium carbonate. *Pharmacology Research & Perspectives*, 8(2), e00589. <https://doi.org/10.1002/prp2.589>
- You, Z., & Xu, J. (2021). Investigation on variables contributing to the synthesis of C-S-H/PCE nanocomposites by co-precipitation method. *Materials*, 14(24), 1–14.
- Yuk, H. G., Jo, S. C., Seo, H. K., Park, S. M., & Lee, S. C. (2008). Effect of storage in juice with or without pulp and/or calcium lactate on the subsequent survival of Escherichia coli O157:H7 in simulated gastric fluid. *International Journal of Food Microbiology*, 123(3), 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.01.013>