

Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Telur Ayam Ras Asal Desa Koya Tengah Distrik Muaralami, Kota Jayapura

Gergoria Tekege¹, Endang Haryati^{*2}, Khaeriah Dahlan³

^{1,2,3}Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih

Email: endangfis@gmail.com

ABSTRACT

Egg shells of purebred chickens come from waste disposal of laying hens and household kitchen waste. Egg shells of purebred chickens have a very high calcium carbonate (CaCO_3) content, which is 97%, 3% phosphorus, 3% magnesium, sodium, potassium, zinc, manganese, iron and copper. Broiler chicken egg shells are used as calcium oxide (CaO) precursor in the synthesis of hydroxyapatite. This hydroxyapatite has biocompatible, bioactive, osteoconductive, non-toxic, and non-immunogenic properties. Hydroxyapatite can be synthesized using calcium oxide precursor (CaO) and phosphate precursor ($\text{NH}_4\text{PO}_4 / (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$). This study aims to utilize purebred chicken egg shells as a precursor of calcium oxide CaO to synthesize HAp and carry out its characterization. HAp powder analysis used Fourier Transform Infrared (FTIR) to determine functional groups and Scanning Electron Microscopy- Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDS) analysis to determine surface morphology, particle size and mineral composition of purebred chicken egg shells. The synthesis of hydroxyapatite was carried out by precipitation method with a sintering temperature of 900°C . Then characterized using FTIR and SEM-EDS. The results of the FTIR spectrum showed the presence of functional groups OH, C-H, N-H, C-O, and PO_4 . The SEM-EDS results showed that the surface morphology of the hydroxyapatite compound was granular with particle sizes ranging from $1.75 \mu\text{m}$ to $1.5 \mu\text{m}$. and there are 4 elements, namely Carbon (C), Oxide (O), Phosphorus (P) and Calcium (Ca).

Keywords: Hen's Eggshell; Hydroxyapatite; Calcium Phosphat; Precipitation Method; Characterization.

ABSTRAK

Cangkang telur ayam ras berasal dari buangan sampah peternakan ayam petelur dan sampah dapur rumah tangga. Cangkang telur ayam ras memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang sangat tinggi, yaitu sebesar 97%, 3% fosfor, 3% magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi, dan tembaga. Cangkang telur ayam ras digunakan sebagai prekursor kalsium oksida (CaO) pada sintesis hidroksiapatit. Hidroksiapatit ini memiliki sifat biokompatibel, bioaktif, osteokonduktif, tidak toksik, dan tidak imunogenik. Hidroksiapatit dapat disintesis menggunakan prekursor kalsium oksida (CaO) dan prekursor fosfat ($\text{NH}_4\text{PO}_4 / (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$). Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan cangkang telur ayam ras sebagai prekursor kalsium oksida CaO untuk mensintesis HAp dan melakukan karakterisasinya. Analisis serbuk HAp menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) untuk menentukan gugus fungsi dan analisis Scanning Electron Microscopy- Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDS) untuk menentukan morfologi permukaan, ukuran partikel dan komposisi mineral dari cangkang telur ayam ras. Sintesis hidroksiapatit ini dilakukan dengan metode presipitasi dengan suhu sintering 900°C . Kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR dan SEM-EDS. Hasil spektrum FTIR memperlihatkan adanya gugus fungsi OH, C-H, N-H, C-O, dan PO_4 . Hasil SEM-EDS menunjukkan bahwa morfologi permukaan senyawa hidroksiapatit bergranular dengan ukuran partikel berkisar $1,75 \mu\text{m}$ dan $1,5 \mu\text{m}$. dan terdapat 4 unsur, yaitu Karbon (C), Oksida (O), Posfor (P) dan Kalsium (Ca).

Kata Kunci: Cangkang Telur Ayan Ras; Hidroksiapatit; Kalsium Fosfat; Metode Presipitasi; Karakterisasi.

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



1. Pendahuluan

Cangkang telur pada umumnya merupakan lapisan luar dari telur yang berfungsi melindungi semua bagian telur dari luka atau kerusakan. Cangkang telur ayam berasal dari buangan sampah peternakan ayam petelur dan merupakan limbah rumah tangga yang sangat mudah didapat. Sebanyak 97% kalsium terkandung

dalam cangkang telur ayam ras [1]. Komposisi cangkang telur ayam ras terdiri dari air 1,6% dan bahan kering 98,4%. Bahan kering terdiri dari mineral 95,1% dan protein 3,3%. Mineral pada bahan kering cangkang telur ayam ras tersusun dari CaCO_3 98,43%, MgCO_3 0,84%, dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 0,75% [2]. Kadar kalsium tersebut lebih tinggi dibandingkankadar kalsium pada

kerang bulu 38%[3], cangkang telur ayam kampung 71,11%[4], cangkang telur bebek 75,12% (Sari, 2013), dan cangkang kerrang mencos[5]. Kurangnya pengetahuan dan wawasan Masyarakat mengenai pemanfaatan limbah cangkang telur ayam ras mengakibatkan limbah tersebut dapat mencemari lingkungan. Jika Masyarakat mengetahui dan dapat memanfaatkan kandungan kalsium dalam cangkang telur ayam ras menjadi suatu bahan yang bernilai ekonomis maka dapat meningkatkan kualitas kehidupan mereka secara ekonomi. Selain itu juga akan mengurangi dampak buruk dari adanya limbah cangkang telur ayam ras tersebut. Kalsium adalah bagian zat yang memiliki peran penting untuk pembentukan struktur tubuh, tulang dan gigi untuk manusia dan hewan serta dinding sel pada tumbuhan [6]. Limbah cangkang telur ayam broiler atau yang biasa disebut ayam ras juga mengandung kalsium karbonat CaCO_3 sebesar 97%, 3% fosfor, 3% magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi, dan tembaga [7]. Salah satu cara untuk memanfaatkan kandungan kalsium dalam cangkang telur ayam ras ini adalah menjadi bahan baku pembuatan senyawa hidroksiapatit.

Senyawa hidroksiapatit (HAp) merupakan senyawa biokeramik yang terbentuk dari sumber utama kalsium dan fosfor dengan rumus $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ [8]. HAp banyak digunakan pada kehidupan sehari-hari, menurut Selain berfungsi menyerap logam berat, hidroksiapatit bersifat biokompatibel dan dapat diterima jaringan tubuh menjadikan material, ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biomaterial [9]. HAp memiliki beberapa karakterisasi yaitu bioaktif, biokompatibel, osteokonduktif, tidak toksik, dan tidak imunogenik, namun HAp memiliki beberapa kekurangan yaitu rapuh dan daya tahan yang rendah [10].

Hidroksiapatit dapat dibuat dari sumber kalsium sintetik dan alami [11]. Sumber kalsium sintetik yang umumnya digunakan untuk sintesis HAp adalah CaO [12], $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 [13], dan CaCl_2 [14]. Sumber kalsium alami yang digunakan untuk sintesis HAp memiliki kadar kalsium yang tinggi yaitu cangkang telur ayam ras, sehingga dalam penelitian ini dipilih cangkang telur ayam ras sebagai bahan baku sintesis hidroksiapatit dengan metode presipitasi.

2. Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Biomaterial, Program Studi Fisika, Universitas Cenderawasih, Jayapura Papua. Bahan baku penelitian meliputi cangkang telur ayam ras sebagai sumber kalsium, aquades sebagai pelarut, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebagai asam fosfat dan NaOH sebagai pengatur pH.

Alat utama yang digunakan diantaranya magnetic stirrer sebagai pengaduk, gelas beker sebagai tempat terjadinya proses presipitasi dan furnace yang berfungsi untuk proses terjadinya kalsinasi. Alat penunjang yang digunakan meliputi oven, ayakan 200 mesh, cawan

petri, gelas ukur, buret, timbangan, corong kaca, kertas saring, statif, plastik sampel dan pH meter.

Preparasi Cangkang Telur Ayam Ras Menjadi Serbuk CaO

Cangkang telur ayam ras dibersihkan dengan cara disikat bagian luarnya dan kupas kulit arinya pada bagian dalam kemudian di cuci bersih dengan air bersih dan dikeringkan selama 24 jam. Selanjutnya cangkang telur dihaluskan menggunakan mortar dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh kemudian dipanaskan dalam furnace dengan suhu 1000 selama 3 jam untuk mengubah fase CaCO_3 menjadi CaO .

Membuat Larutan Kalsium dan Asam Fosfat

Serbuk kalsium oksida (CaO) dibuat dalam dua variasi yaitu, variasi pertama serbuk CaO sebanyak 2,83 gr dan variasi kedua serbuk CaO 3,5 gr. Keduanya di larutkan dengan aquades 100 ml, kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 350 rpm selama 15 menit. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk membuat larutan fosfat. Pembuatan asam fosfat $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ini juga dibuat dalam dua variasi yaitu variasi yang pertama asam fosfat $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 3,97 gr dan variasi kedua asam fosfat $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebanyak 3,5 gr. Keduanya di larutkan dengan aquades 100 ml, kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 350 rpm selama 15 menit.

Sintesis Hidroksiapatit dengan Metode Presipitasi

Hidroksiapatit disintesis dengan menggunakan asam fosfat $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ dan sumber kalsium oksida (CaO) dari cangkang telur ayam ras. Pada tahap ini variasi rasio yang digunakan yaitu variasi $\text{Ca/P}=1,67$ dan $\text{Ca/P}=1$. Proses sintesis Hidroksiapatit menggunakan metode presipitasi. Sintesis hidroksiapatit (HAp) dimulai dengan meneteskan larutan asam fosfat $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ yang telah dibuat ke dalam larutan kalsium oksida (CaO) dengan menggunakan buret yang tingkat laju air 3 ml/menit yang disertai dengan pengadukan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 350 rpm selama 15 menit untuk membuat larutan menjadi homogen. Setelah semuanya terlarut selanjutnya, permukaan gelas piala ditutup dengan menggunakan aluminium foil. Kemudian hasil presipitasi tersebut diendapkan selama 6 jam pada suhu kamar.

Proses Sintering Serbuk Hidroksiapatit

Hasil endapan tersebut selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring. Selanjutnya dikeringkan pada suhu 110 selama 5 jam dan dilakukan sintering pada suhu 900 selama 5 jam. Sampel yang sudah kering kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh untuk dikarakterisasi.

Karakterisasi Serbuk Hidroksiapatit (HAp)

Serbuk hidroksiapatit (HAp) hasil sintesis dikarakterisasi dengan menggunakan alat uji (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) FTIR untuk

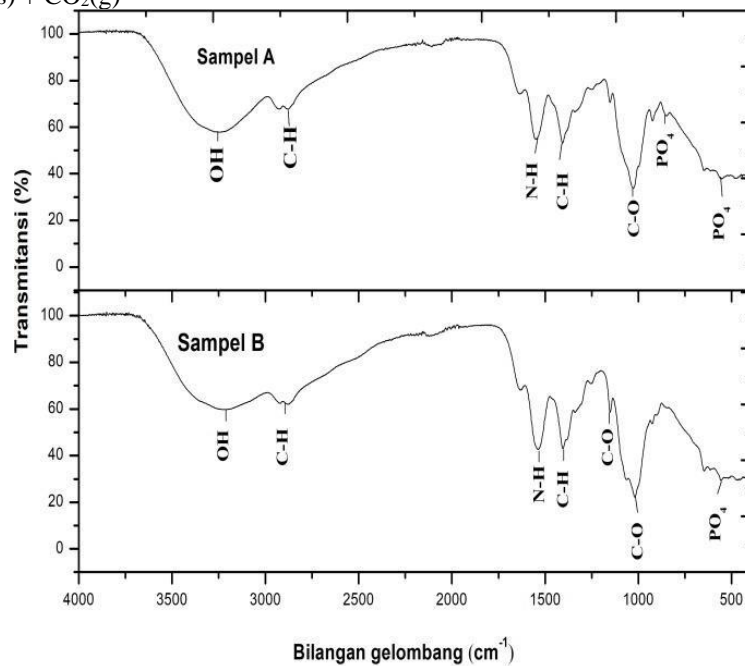
menentukan gugus fungsi hidroksiapatit dan alat uji (Scanning Electron Microscopy) SEM untuk melihat morfologi serbuk hasil sintesis hidroksiapatit serta EDS untuk melihat jenis mineral yang terkandung dalam serbuk senyawa hidroksiapatit yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Kalsinasi yang dilakukan pada cangkang telur ayam ras bertujuan untuk mengeliminasi komponen organik dan mengkonversi senyawa kalsium karbonat $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

(CaCO_3) menjadi kalsium oksida (CaO) yang digunakan sebagai prekursor kalsium (Ca).

Pada tahap kalsinasi terjadi proses dekomposisi cangkang telur ayam ras. Pada suhu di bawah 250 air akan menguap kemudian seluruh komponen organik akan teroksidasi di bawah 450. Pada suhu 540 terjadi dekomposisi magnesium karbonat MgCO_3 dan CaCO_3 terkonversi menjadi CaO pada suhu sekitar 750. Dekomposisi CaCO_3 menjadi CaO secara sempurna terjadi pada suhu 1000 [15].



Gambar 1. Spektrum FTIR HAp sintesis dengan variasi Ca/P (a) 1,67 dan (b) 1

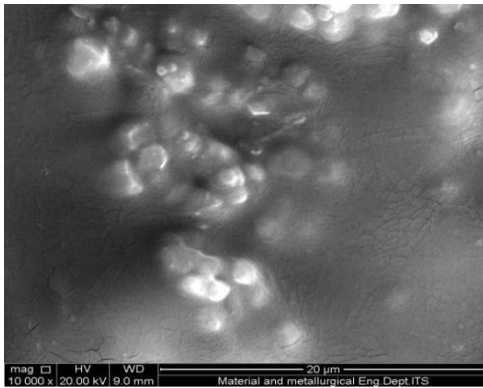
Variasi Ca/P=1,67 dan 1 selanjutnya dianalisis menggunakan FTIR dan SEM-EDS. Identifikasi gugus fungsi senyawa HAp hasil sintesis pada variasi Ca/P sebesar 1,67 dan 1 dilakukan menggunakan FTIR, sehinggadari gambar 1 dapat diketahui bahwa spektrum FTIR pada variasi Ca/P sebesar 1,67 dan 1 menunjukkan adanya ikatan PO_4 , C-O, C-H, N-H, dan OH yang terdeteksi pada bilangan gelombang yang

berbeda-beda. Pada kedua variasi Ca/P terdapat ikatan gugus fungsi N-H yang menunjukkan bahwa larutan asam fosfat masih terkandung pada serbuk HAp. Hal ini disebabkan karena kemungkinan besar terjadi karena pada saat proses pencucian sampel hidroksiapatit yang belum terlalu bersih.

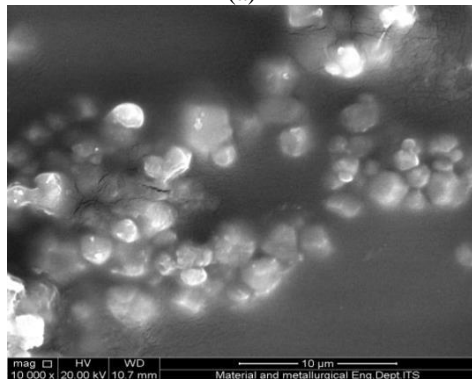
Tabel 1. Bilangan gelombang HAp dengan variasi Ca/P

Gugus Fungsi	PO4	C-O	C-H	N-H	OH
	V1	V2	V3	V4	V5
1,67	553,12	1151,83	1406,36	1548,5	3242,74
	923,84	-	2879,48	-	-
1	557,58	1019,12	1404,731	1536,79	3227,02
	-	1150,84	2874,85	-	-

Pengamatan morfologi permukaan dilakukan menggunakan SEM dengan perbesaran 10.000x dapat dilihat pada gambar 2.



(a)



(b)

Gambar 2. Morfologi permukaan senyawa HAp menggunakan SEM dengan variasi (a) Ca/P = 1,67 dan (b) Ca/P = 1.

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat hasil karakterisasi SEM serbuk hidroksiapatit dari cangkang telur ayam ras untuk variasi Ca/P sebesar 1,67 dan Ca/P sebesar 1 menunjukkan morfologi permukaan senyawa hidroksiapatit bergranular. Analisis ukuran partikel senyawa hidroksiapatit ditentukan berdasarkan gambar SEM. Ukuran partikel senyawa hidroksiapatit pada gambar a dengan perbesaran 10000 kali berkisar 1,75 µm. Sedangkan ukuran partikel senyawa hidroksiapatit pada gambar b dengan pembesaran yang sama dengan gambar a berkisar 1,5 µm. Ukuran partikel serbuk hidroksiapatit dengan Ca/P=1 lebih kecil dibandingkan dengan ukuran partikel pada serbuk hidroksiapatit dengan Ca/P = 1,67. Namun tidak terlalu berbeda jauh.

Tabel 2. Analisa % atom elemen HAp dengan variasi Ca/P sebesar 1,67 dan 1

Variasi Ca/P	Elemen (% atom)			
	C	O	P	Ca
1,67	6,177	65,784	9,636	18,403
1	-	66,169	10,516	23,315

Dari tabel 2 menunjukkan bahwa senyawa hidroksiapatit pada variasi Ca/P sebesar 1,67 memperlihatkan terdapat 4 unsur yaitu Karbon (C), Oksida (O), Posfor (P) dan Kalsium (Ca). Sedangkan pada variasi a/P sebesar 1 memperlihatkan terdapat 3

unsur diantaranya Oksida (O), Phospor (P) dan kalsium (Ca). dari edua variasi persentase tertinggi terdapat pada unsur Oksida (O) diikuti oleh unsur Phospor (P), Kalsium (Ca) dan Karbon (C).

4. Kesimpulan

Analisis spektrum FTIR pada serbuk hidroksiapatit untuk variasi Ca/P = 1,67 dan Ca/P= 1 menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-H, C-O dan PO₄ yang merupakan gugus fungsi pembentuk senyawa hidroksiapatit. Dengan adanya ikatan gugus fungsi N-H menunjukkan bahwa larutan asam fosfat masih menempel pada serbuk hidroksiapatit,

Morfologi permukaan senyawa hidroksiapatit dengan variasi Ca/P =1,67 dan Ca/P=1 menunjukkan morfologi permukaan senyawa hidroksiapatit bergranular dengan perkiraan ukuran partikel hidroksiapatit 1,75 µm pada variasi Ca/P =1,67 dan 1,5 µm dan pada variasi Ca/P =1.

Komposisi mineral serbuk hidroksiapatit hasil sintesis untuk variasi rasio Ca/P=1,67 terdiri dari 6,177 % Karbon (C), 65,784 % Posfor (P), 9,636 % Oksida (O) dan 18,403 % Kalsium (Ca) sedangkan pada sampel hidroksiapatit dengan rasio Ca/P =1 terdiri dari 66,169 % Oksida (O), 10,516 % Posfor (P) dan 23,315 % Kalsium (Ca).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhastyo, A.A., dan Raditya, F.T. (2021). *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Pupuk Organik Cair (POC)Guna Mendukung Program Lorong Garden (Longgar)Kota Makassar.* Jurnal Agrosains dan Teknologi, 6(1), 1–6.
- [2] Yuwanta, T. (2010). *Telur dan Kualitas Telur.* Jurnal Teknologi. Yogyakarta: UGM-Press.
- [3] Wati, S. A. (2014). *Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Limbah Cangkang Kerang Bulu (Anadara antiquata)* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- [4] Tyas, R.W. (2014). *Studi Karakteristik Hidroksiapatit dari Cangkang Telur Ayam Ras dan Ayam Kampung.* Skripsi. FMIPA, IPB.
- [5] Setiadi, Budi. (2014). *Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit Berbasis Cangkang Kerang Mencos (Anadara Maculosa).* Skripsi. Departemen Fisika, FMIPA, IPB
- [6] Noviyanti., Zulfita, D., dan Raharjo, D. (2017). *Cangkang Telur Ayam sebagai Sumber Kapur dan Kompos Kedelai terhadap Pertumbuhan Hidroksiapatit untuk Aplikasi Graft Tulang.* Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan. Chemica at Natura Acta, v(3), pp. 107- 111.
- [7] Machrodania., Yuliani., dan Ratnasari, E. (2015). *Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Kulit Pisang,Kkulit Telur dan Gracillaria Gigas TerhadapPpertumbuhan Tanaman Kedelai Var Anjasmoro.* Jurnal Lentera Bio, 4(3), 168–173.
- [8] Chen, Q.Z, Wong., C.T., Lu, W.W., Cheung, K.M.C.,Leong, J.C.Y., dan Luk, K.D.K. (2004). *Biomaterial.*Jurnal Fisika. 254243-54.
- [9] Saleha., Mutmainnah, H., Nuur, A., Sudirman., Subaer. (2015). *Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari*

Nanopartikel Kalsium Oksida (CaO) Cangkang Telur Untuk Aplikasi Dental Implan. (2015). Skripsi. Makasar:Universitas Negeri Makasar.

- [10] Nayak, A.K. (2010). *Hydroxyapatite synthesis methodologies: an overview.* International Journal Chem Tech Research. 2 (2): 903-907.
- [11] Dahlan, K. (2013). Semirata FMIPA Universitas Lampung (Lampung: UNLAM 8 Tekan). Jurnal Fisika
- [12] Ancane, S. Kristine., Stipniece, L., dan Irbe, Z. (2016). *Ceramics Internasional.* Jurnal of Physics: Conference Series. *PII.* 16 30161-4.
- [13] Othman., Radzali., Mustafa, Z., Loon, C.W., dan Noor, A.F. (2015). *Procedia Chemistry.* Jurnal of physics: Conference Series.19 539-45.
- [14] Windarti., Tri., dan Astuti, Y. (2006). Jska. 9. Jurnal Fisika.
- [15] Dasgupta, P., Singh, A., Adak, S., dan Purohit, K. M. (2004). *Synthesis And Characterization Hydroxyapatite Produced From Eggshell.* International Symposium Of Research Students On Materials Science And Engineering. 1-6.