

SKRIPSI

**PENGARUH SUHU SINTERING TERHADAP EFISIENSI
MASSA DAN GUGUS FUNGSI HIDROKSIAPATIT DARI
CANGKANG KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*)**

Disusun dan diajukan oleh

NOVA MARLIANA

H021 17 1011



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENGARUH SUHU SINTERING TERHADAP EFISIENSI MASSA DAN
GUGUS FUNGSI HIDROKSIAPATIT DARI CANGKANG KERANG
DARAH (ANADARA GRANOSA)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Fisika Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*



NOVA MARLIANA

H021171011

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH SUHU SINTERING TERHADAP EFISIENSI
MASSA DAN GUGUS FUNGSI HIRDOKSIAPATIT DARI
CANGKANG KERANG DARAH (*ANADARA GRANOSA*)**

Disusun dan diajukan oleh
NOVA MARLIANA
H021171011

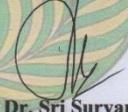
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
pada tanggal 15 Maret 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pertama,


Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc.
NIP. 196006241986012001


Prof. Dr. Sri Suryani, DEA
NIP. 195805081983122001

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 196705201994031002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nova Marlina

Nim : H021171011

Program studi : Fisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Efisiensi Massa Dan Gugus Fungsi Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau seluruh skripsi ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 15 maret 2023

Yang menyatakan,



Nova marliana

ABSTRAK

Sintesis hidroksiapatit (HAp) telah dilakukan menggunakan metode presipitasi dengan memanfaatkan limbah dari cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*). Bubuk cangkang kerang darah dikalsinasi dengan suhu 900°C selama 5 jam untuk memperoleh bubuk CaO. Sintesis HAp dilakukan dengan mencampur precursor $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (Diammonium hidrogen fosfat) dan suspensi $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Proses sintering dilakukan pada suhu 700°C , 750°C , 800°C , dan 850°C selama 5 jam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar susut massa bubuk cangkang kerang setelah dikalsinasi dan efisiensi massa hidroksiapatit yang dihasilkan setelah sintering. Berdasarkan hasil pengujian susut massa bubuk cangkang kerang diperoleh rata-rata sebesar 44,31%. Hal ini terjadi karena adanya proses oksidasi terhadap sebagian senyawa organik pada cangkang kerang. Nilai efisiensi HAp mengalami penurunan seiring meningkatnya suhu sintering.

Kata Kunci: Cangkang kerang darah, Hidroksiapatit, Susut massa, Efisiensi Hidroksiapatit

ABSTRACT

Hydroxyapatite (HAp) synthesis has been carried out using the precipitation method by utilizing waste from blood clam (*Anadara Granosa*) shells. Blood clam shell powder was calcined at 900°C for 5 hours to obtain CaO powder. HAp synthesis was carried out by mixing the precursor $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (Diammonium hydrogen phosphate) and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ suspension. The sintering process was carried out at 700°C, 750°C, 800°C and 850°C for 5 hours. This study aims to determine the mass of the large shell powder after calcining and the mass efficiency of the hydroxyapatite produced after sintering. Based on the results of testing the mass shrinkage of shell powder obtained an average of 44,31%. This happens because of the oxidation process of some organic compounds in the shells. HAp efficiency values decreased with increasing sintering temperature.

Keywords: Blood Clam Shell, Hydroxyapatite, Mass loss, Efficiency of Hydroxyapatite

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas limpahan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurah pada nabi sekaligus Uswatun Hasanah kita, Baginda Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang senantiasa istiqomah dalam sunnahnya hingga akhir jaman. *Alhamdulillahirabbil Alamin*, penulis masih diberi kesehatan, kesempatan, serta kemampuan untuk menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Efisiensi Massa Dan Gugus Fungsi Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*)**” yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Sains di Departemen Fisika Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Kesulitan dan hambatan yang terjadi telah penulis lalui, mulai dari tahap awal penelitian hingga tahap penyusunan skripsi. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis dengan segala kerendahan hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, Ayahanda **Sumardi** dan Ibunda **Lina Suryani**, yang sangat penulis cintai. Terima kasih atas doa yang tulus, kasih sayang, semangat, nasihat, motivasi, didikan serta kepercayaan yang sangat luar biasa yang telah diberikan kepada penulis. Tiada kata yang mampu penulis ucapkan untuk mengungkapkan terima kasih yang sebesar-besarnya selain ucapan syukur karena senantiasa memberikan kasih sayang sepanjang masa sehingga penulis bisa sampai pada tahap ini. Semoga Allah membalas kebaikan Ayah dan Ibu.
2. Kakak Tercinta dan Terbaik Rahmawati S.Pd dan Anjas S.P, terima kasih atas setiap dukungan dan motivasinya. Juga adik kembaran saya Novi Marlioni,

teman curhat dan berbagi segala macam hal, saran, semangat dan motivasinya.

3. **Ibu Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc** selaku Dosen Penasehat Akademik sekaligus Pembimbing Utama yang telah membimbing dan mengarahkan dan memotivasi penulis. Terima kasih atas ilmu-ilmu yang bermanfaat, solusi dan banyak bantuan yang penulis terima dari proses awal penelitian hingga tahap akhir penulisan skripsi. Terima kasih dan mohon maaf atas setiap kekurangan dan kesalahan yang penulis lakukan.
4. **Ibu Prof. Dr. Sri Suryani, DEA** selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penelitian. Terima kasih atas ilmu yang diajarkan dan bimbingan serta bantuan yang banyak banyak diterima oleh penulis.
5. **Prof. Dr. Paulus Lobo Gareso, M.Sc** dan **Prof. Dr. Tasrief Surungan,, M.Sc** selaku Dosen Penguji yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan ilmu, arahan, masukan, kritik dan saran yang membangun kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
6. **Prof. Dr. Arifin, MT** selaku Ketua Departemen Fisika Unhas yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis agar dapat menyusun skripsi ini dengan baik.
7. Seluruh **Dosen FMIPA Unhas**, khususnya kepada seluruh **Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin**. Terima kasih telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan mendidik penulis selama menjadi mahasiswa di kampus merah ini.
8. Bapak/Ibu Staf Pegawai FMIPA UNHAS, terutama **Staf Departemen Fisika; Pak Syukur, Ibu Evi dan Ibu Rana** yang membantu penulis dalam proses pengurusan administrasi dan senantiasa memberikan pelayanan terbaik kepada penulis dari awal perkuliahan sampai pada penyusunan berkas akhir studi.
9. **Kakak-kakak dan teman BMI, Kak Nur Munjiyah S.si, Kak Rahma S.si, Kak Eka Amir, Kak suri, Kak Ana, Sarti mutmainnah** dan kakak-kakak musrifah lainnya yang sudah mengajar dan membimbing penulis serta

memberi banyak nasihat dan bantuan sejak awal menjadi mahasiswa.

10. Teman satu topik penelitian **Mutmainnah, Maysarah A. Mallarangi dan Fitria Hamza Lahu, Kak Sasa**. Terima kasih karena memberi banyak bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir, memberi arahan, mendengar setiap permasalahan dalam meneliti dan memberi solusi dan memberi motivasi dan nasihat.
11. **Kak Inayah**, terima kasih selalu menjadi tempat bercerita mengenai kegagalan-kegagalan penelitian, memberikan arahan dan bantuan selama meneliti.
12. Teman cerita khususnya **Mutmainnah, Maysarah A. Mallarangi, Destri pratiwi, Riska wahyunengsih, Sarti Mutmainnah, Mutmainnah (Muto'), Mutmainnah J, Suci, Rachel, Heru, Andini, Sri Fatimah Azzahra, Zaenab** dan seluruh teman penulis yang tidak dapat disebutkan keseluruhan. Terima kasih atas kebersamaan dan bantuannya selama ini, selalu mendengarkan cerita, memberi solusi dan nasihat-nasihat yang baik kepada penulis.
13. **Roni, Ardiansyah, Rial, Sarah, Ola**, terima kasih atas bantuannya karena selalu ada di lab. **Agung**.
14. Seluruh anggota **Laboratorium Material Dan Energi** yang menjadi teman seperjuangan yang membersamai **Roni Fahri, erviani Rusman, Uci, Rahma, Fitria, Innah, Hajar, syahrial, Ardi, Sarah, Ola, Asni**.
15. **Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) FMIPA Unhas** terima kasih telah memberikan pengaruh positif kepada penulis membentuk karakter **keras, kuat, cerdas dan berani**, serta memperkenalkan dan mengajarkan banyak hal baru dan mengajarkan berorganisasi. Terima kasih kepada **Himafi**, khususnya **angkatan 2017** untuk semua kenangan suka dan duka yang diukir bersama selama berada di kampus merah. Semoga tetap **Teguh dalam Keyakinan, Kukuh dalam Kebersamaan**.
16. **Teman Fisika 2017**, terima kasih sudah menjadi teman seperjuangan sebagai mahasiswa fisika, teman jalan, teman belajar bersama, teman cerita dan membantu selama pembelajaran mata kuliah bersama.

17. **Kk nurul, Kak Desta, Kak Mila, Kak Febri, Kak Lorna, Syarif, Faradiba**, dan teman-teman lainnya di lab material yang menemani penulis dan memberi bantuan penulis selama proses penelitian, pengurusan berkas dan lainnya. Terima kasih banyak.
18. **komunitas KUN (Koin Untuk Negeri)** yang menjadi wadah bagi relwan mengajar di pelosok **dan teman-teman KUN** terima kasih atas pengalaman dan bantuannya selama menjadi relawan. Terima kasih atas kebersamaannya, dan kebahagiaan yang diberikan ke penulis selama masa-masa sulit penelitian.
19. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu, semoga segala dukungan dan partisipasi yang diberikan kepada penulis bernilai ibadah disisi **Allas SWT**.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Maka dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas semua kesalahan dan kekurangan yang ada. Kritik dan saran senantiasa diharapkan untuk awal yang lebih baik dikemudian hari. Penulis berharap bahwa apa yang disajikan dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamin ya rabbal'alamin. *Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Makassar, 15 Maret 2023

Nova Marlina

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	2
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Tujuan Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Biokeramik	5
II.2 hidroksiapatit	5
II.3 Kerang darah (<i>Anadara Granosa</i>).....	6
II.4 Metode Presipitasi	7
II.5 Proses Sintering	8
II.6 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	8
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	9
III.1 waktu dan tempat penelitian.....	9
III.2 Alat dan bahan penelitian.....	9
III.3 prosedur penelitian.....	9
III.3.1 Pembuatan Bubuk Cangkang Kerang Darah	9
III.3.2 Susut Massa CaO.....	10
III.3.3 Sintesis Hidroksiapatit.....	10
III.3.4 Efisiensi Hidroksiapatit.....	11
III.3.5 Karakterisasi Sampel.....	11

III.4 Bagan Alir penelitian.....	12
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
IV.1 Pengukuran Susut Massa Cao Dan Efisiensi Massa Hidroksiapatit	13
IV.1.1 Susut Massa Cao	13
IV.1.2 Efisiensi Hidroksiapatit	14
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	18
V.1 Kesimpulan.....	18
V.2 Saran.....	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN.....	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	12
Gambar 4.1. Kurva Efisiensi hidroksiapatit.....	15

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Perhitungan susut massa CaO setelah dikalsinasi menggunakan suhu 900 ⁰ C dengan 8 kali percobaan.....	13
Tabel 4.2. Tabel pengaruh suhu sintering terhadap Efisiensi HAp.....	14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian dalam bidang material telah berhasil memberikan manfaat yang besar bagi kehidupan manusia, salah satunya penelitian mengenai biomaterial yang saat ini mengalami peningkatan kebutuhan dalam dunia kedokteran terutama dalam bidang kedokteran gigi dan ortopedi [1]. Hal ini disebabkan karena bahan utamanya berasal dari pemanfaatan bahan alam dan limbah dimana ketersediaannya melimpah di lingkungan sekitar dan penggunaan biaya lebih ekonomis. Selain itu, pengaplikasian biomaterial bersifat efektif karena tidak menimbulkan efek samping terhadap tubuh. Biomaterial bermanfaat sebagai material sintesis yang baik digunakan, diantaranya sebagai bahan penggantian (*replacement*) dan perbaikan (*repair*), regenerasi untuk tulang manusia, gigi, dan jaringan kerangka yang rusak dan hilang menggunakan cara pencangkokan atau implantasi [2-3]. Hidroksiapatit (HAp) merupakan salah satu biomaterial yang banyak disintesis menjadi biokeramik untuk tujuan tersebut.

Hidroksiapatit merupakan senyawa kalsium fosfat dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ yang memiliki kemiripan struktur dengan komponen mineral pembentukan tulang dan gigi [4]. Sebagian besar kalsium fosfat diterapkan dalam kehidupan sebagai bahan untuk implantasi, penggantian, dan restorasi baik untuk penggunaan estetika maupun fungsional [5-6]. Selain itu, Hidroksiapatit (HAp) merupakan fase kristal dari senyawa kalsium fosfat yang bersifat paling stabil. HAp telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan regenerasi tulang dan implan biomedik karena keunggulan yang dimilikinya diantaranya berpori, tidak beracun, mampu berikatan dengan jaringan tubuh (*biocompatible*), bersifat bioaktif, berpori, ramah lingkungan dan tidak korosif.

Proses pembuatan hidroksiapatit dapat bersumber dari kalsium sintetik maupun alami [4]. Sintesis HAp dari sumber bahan kimia murni menggunakan biaya yang cukup mahal dan penyediaan bahan yang cukup sulit [1,7]. Adapun Sumber

kalsium alami harus memiliki karakteristik tinggi akan kandungan kalsiumnya seperti kulit telur, tulang ikan cakalang, cangkang kerang darah [7-10]. HAp sebagai bahan implan harus memenuhi kriteria Rasio perbandingan mol Ca/P sebesar 1,67 dan kristalinitas senyawa yang sesuai agar tubuh merespon terhadap material yang diimplan. Oleh karena itu, sintesis hidroksiapatit harus mempertimbangkan teknologi pembuatannya untuk dapat memperoleh hidroksiapatit yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan [9].

Metode sintesis HAp yang umum digunakan, adalah metode sol-gel, metode spray pirolisis, metode hidrotermal dan metode presipitasi (pengendapan basah) [3,8,11,1]. Perbedaan pemilihan metode sintesis yang digunakan akan mempengaruhi karakter hidroksiapatit yang dihasilkan [12]. Metode sintesis HAp yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode presipitasi. Metode ini merupakan metode yang sering digunakan karena proses pengolahan sederhana, biaya relatif ekonomis, dan ukuran partikel yang diperoleh cenderung memiliki homogenitas yang cukup baik [3]. Berdasarkan Penelitian N. D. Malau dan F. Adinugraha (2020) Proses Sintesis HAp dengan mencampur CaO dari kulit telur bebek dengan larutan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ menggunakan metode presipitasi menunjukkan hasil bahwa suhu sintering paling optimal yakni suhu 900°C dan memperoleh rasio Ca/P sebesar 1.6718.

Indonesia sebagai negara maritim memiliki banyak bahan alam yang dapat dikembangkan menjadi hidroksiapatit. Salah satu contohnya adalah limbah dari cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*) [13]. Kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) pada Cangkang kerang darah sekitar 98% sehingga dapat digunakan sebagai sumber kalsium pada sintesis hidroksiapatit [14]. Penggunaan biomaterial cangkang kerang darah ini merupakan Upaya untuk mengoptimalkan nilai ekonomis dan manfaat bagi kehidupan.

Proses sintering memiliki pengaruh terhadap sintesis hidroksiapatit [15]. Proses sintering merupakan proses pemanasan atau pembakaran material yang dipanaskan dengan suhu yang tidak melampaui dari titik lelehnya. Suhu sintering yang digunakan dalam sintesis Hap dapat mempengaruhi porositas, rasio Ca/P dan ukuran butiran

yang dihasilkan. selain itu, juga dapat mengubah sifat mekanik biokeramik yang dihasilkan [6].

Berdasarkan pada uraian sebelumnya, maka dilakukan penelitian sintesis HAp dengan sumber utama kalsium fosfat berasal dari cangkang kerang darah menggunakan metode pengendapan basah. Pada proses mensintesis larutan HAp dilakukan juga untuk menjaga stabilitas HAp selama sintesis maka perlu dilakukan pengaturan PH dengan meneteskan larutan buffer hingga mencapai PH 10. Adapun proses sintering dilakukan dengan variasi suhu sintering pada 700⁰C, 750⁰C, 800⁰C, 850⁰C selama 5 Jam.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana susut massa dari CaO setelah kalsinasi dan efisiensi massa dari hidroksiapatit yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh suhu sintering terhadap gugus fungsi hidroksiapatit dari CaO cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*)?
3. Bagaimana pengaruh suhu sintering terhadap gugus fungsi Hidroksiapatit pada pH 10 (dengan penambahan NaOH)?

1.3 Tujuan penelitian

1. Menghitung susut massa CaO dan efisiensi massa hidroksiapatit dari cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*)
2. Menganalisis pengaruh suhu sintering terhadap gugus fungsi hidroksiapatit dari CaO cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*)
3. Menganalisis pengaruh suhu sintering terhadap gugus fungsi hidroksiapatit pada pH 10 (dengan penambahan NaOH)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Biokeramik

Biomaterial merupakan bahan sintetik yang dapat diimplan dan mampu berinteraksi dengan tubuh sebagai pengganti dari fungsi jaringan hidup atau organ. Saat ini terjadi peningkatan kebutuhan terhadap biomaterial terutama bidang kedokteran ortopedi (implantasi) dan kedokteran gigi [1]. Implantasi merupakan upaya merehabilitasi jaringan keras seperti tulang dan gigi yang mengalami kerusakan (patah atau retak). Karakteristik biomaterial sebagai bahan implan harus bersifat biokompatibel yaitu material memiliki kemampuan bekerja selaras dengan tubuh manusia tanpa resiko efek samping [2]. Salah satu contohnya adalah biokeramik Hidroksiapatit (HAp) yang secara umum telah digunakan sebagai material implan biomedik dan regenerasi tulang karena memiliki kesamaan komposisi dengan mineral pembentukan jaringan keras pada tubuh manusia [16]. Biokeramik merupakan keramik yang secara inovatif dimanfaatkan secara khusus untuk memperbaiki serta merekonstruksi bagian tubuh yang terkena penyakit atau cacat [17].

II.2 Hidroksiapatit

Hidroksiapatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan material biokeramik yang mengandung senyawa kalsium fosfat yang dapat diimplan dan dapat bekerja selaras dengan tubuh dan tidak menyebabkan kerusakan lain pada jaringan sehat [18]. Hidroksiapatit merupakan salah satu komponen utama penyusun tulang dan gigi. Penyusun utama dari tulang yaitu kolagen, kalsium fosfat dan air. Sedangkan pada gigi terdapat 2 bagian utama yaitu email dan dentin. Email tersusun dari hidroksiapatit, air dan zat organik lainnya. Dentin tersusun oleh kristal hidroksiapatit, serat kolagen, protein dan air [19]. Terdapat banyak keunggulan yang dimiliki HAp, diantaranya memiliki sifat biokompatibilitas, bioaktif, tidak beracun, tahan terhadap

suhu tinggi, stabilitas kimia, sifat mekanik dan fisik yang baik sehingga tidak menyebabkan adanya reaksi penolakan dari tubuh [2,20-21].

HAp memiliki bentuk struktur kristal heksagonal dan monoklinik. Serbuk HAp dengan Struktur monoklinik dapat diperoleh hanya pada kondisi murni dengan stoikiometri yang tepat yakni, perbandingan molar Ca/P sebesar 1,67 [7]. Sedangkan struktur kristal hexagonal biasanya diperoleh dari hasil sintesis hidroksiapatit yang tidak stoikiometrik. Kalsium fosfat terdiri empat fase antara lain, tetracalcium phosphate, trikalsium fosfat (TCP), okta kalsium fosfat dan hidroksiapatit. HAp merupakan jenis kalsium fosfat yang bersifat paling stabil dengan parameter kisi $a = 9,433\text{\AA}$ dan $c = 6,875\text{\AA}$ [22].

HAp memiliki sifat biokompatibilitas, osteokonduktif, dan bioresorbabilitas yang baik [23]. Karakteristik kimia dan kristalinitas hidroksiapatit yang mirip dengan tulang dan gigi manusia, bioaktif dan tahan panas serta tidak beracun menyebabkan kehadiran implan dalam tubuh mudah diterima [1,3]. Secara umum faktor yang dapat mempengaruhi sifat mekanis HAp adalah bentuk serbuk, pori-pori dan ukuran partikel serbuk. Ukuran butir dapat menurunkan kekuatan HAp dengan mempengaruhi ikatan butir HAp [9].

II.3 Kerang Darah (Anadara Granosa)

Kerang darah adalah salah satu jenis kerang yang biasa dikonsumsi warga Asia Timur dan Asia Tenggara. Kerang jenis ini menghasilkan hemoglobin (*bloody cockles*) pada cairan merah yang dihasilkannya sehingga disebut kerang darah. Kerang darah termasuk ke dalam Anggota suku Arcidae. Cangkang kerang darah memiliki morfologi bentuk yang tebal, bertekstur kasar, lebih bulat dan bergerigi pada bagian puncak cangkangnya [24].

Upaya untuk menambah nilai dari limbah cangkang kerang darah adalah dengan memanfaatkannya sebagai sumber utama kalsium fosfat pada pembuatan material biokeramik hidroksiapatit. Pemanfaatan ini berguna dalam dunia medis sebagai material rehabilitasi tulang dan gigi yang mengalami kerusakan. Secara mineralogi biokeramik jenis kalsium fosfat dapat berbentuk hidroksiapatit, β -

tricalcium phosphate (β -TCP) dan *biphasic calcium phosphate* (BCP). Secara keseluruhan kandungan komposisi cangkang kerang darah terdiri dari CaO sebesar 97,93%, SiO 0,17%, Fe₂O₃ 0,04% dan MgO 0,85% dan lainnya yang kurang dari 1,00% [25].

II.4 Metode Presipitasi

Beberapa metode yang biasa digunakan dalam sintesis HAp adalah metode hidrotermal, metode hydrolysis, metode presipitasi (pengendapan basah), dan metode sol-gel [8,10-11]. Sintesis HAp Pada Penelitian ini menggunakan metode presipitasi. Kelebihan metode pengendapan basah dalam sintesis HAp adalah produk sampingnya hanya berupa air yang bersifat tidak mencemari lingkungan, dan kemungkinan terjadinya kontaminasi sangat rendah selama proses pengolahan sehingga diharapkan mampu menghasilkan tingkat kemurnian yang tinggi. Selain itu, proses pengolahannya cukup sederhana dan penggunaan biaya relatif ekonomis dibanding metode lainnya. Metode ini sangat cocok digunakan pada industri dengan skala besar.

Metode presipitasi adalah proses pencampuran asam dan basa dengan hasil akhir yang diperoleh berupa padatan kristalin dan air [12]. Dalam sintesis HAp metode persipitasi dilakukan dengan mentitrasi larutan prekursor Ca dengan larutan yang mengandung fosfor (P). Untuk dapat digunakan sebagai graft tulang dan tambal gigi, perlu dilakukan pengaturan kemurnian, kristalinitas dan Penentuan ukuran partikel bubuk komposit HAp yang sesuai dengan kebutuhan penggunaan HAp sebagai biokeramik. Hal tersebut dapat dikontrol pada proses sintesisnya [18, 26]. Beberapa parameter yang berpengaruh pada hasil sintesis HAp dengan metode presipitasi adalah pH, laju pengadukan, metode penambahan fosfat, dan suhu sintering [4]. Kecepatan pengadukan akan berpengaruh terhadap laju reaksi, hal ini disebabkan karena pengadukan akan mempercepat terjadinya tumbukan antar partikel reaktan sehingga memaksimalkan laju reaksi [27].

II. 5 Proses Sintering

Sintering merupakan proses pemanasan atau pembakaran material dengan tidak melampaui suhu titik leleh material tersebut sehingga yang terbentuk hanya

berupa padatan HAp [a]. Proses sintering pada biokeramik HAp memiliki pengaruh terhadap ukuran partikel serbuk, porositas, rasio kalsium/fosfor (Ca/P), dan perubahan sifat mekanis dari biokeramik yang dihasilkan [28-29]. Efisiensi hidroksiapatit dapat dipengaruhi oleh suhu sintering. Semakin tinggi suhu sintering, efisiensi yang dihasilkan semakin kecil. Penurunan efisiensi pada proses sintering terjadi karena hilangnya kandungan air dan bahan organik yang terdapat pada bahan yang digunakan [30].

II.6 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) merupakan alat yang berfungsi untuk mengidentifikasi jenis ikatan kimia dan gugus fungsi pada sampel. Data karakterisasi FTIR sampel hidroksiapatit akan menunjukkan ikatan antar senyawa kalsium fosfat yang ada pada sampel [1]. Oleh karena itu, berdasarkan hasil karakterisasi FTIR dapat diketahui absorpsi gugus fungsi dalam pembentukan mineral diantaranya ikatan PO_4^{3-} , gugus OH dan gugus karbonat CO_3^{2-} . Data karakterisasi FTIR menunjukkan Jumlah energy yang diserap sehingga dapat ditentukan senyawa yang terkandung dalam material tersebut [31-32].