

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KEONG SAWAH (*Bellamyja javanica*) UNTUK SINTESIS HIDROKSIAPATIT DENGAN MODIFIKASI PORI MENGGUNAKAN PATI UBI JALAR

Yunida Indriani, Iswadi, dan Nurul Fuadi
Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: nidaindriani25@gmail.com

Abstract: The research has been carried out by utilizing pore conch shell waste using sweet potato starch to make porous Hydroxyapatite using porogen sweet potato starch by precipitation method and to determine the bioactive properties of apatite hydroxy and the growth of apatite crystals using Simulated Body Fluid (SBF). This study used wet precipitation method. The results of the analysis using XRD show that the HAp phase has been formed. The morphology of HAp based on SEM results shows that HAp pores modification is produced in the composition of HAp added with 20% sweet potato starch with 6 hour sonication wich results in pore size from the range 0,23-3,37 μm . This result is not correlate with the theory that the best pore modification is produced in the composition of HAp added with 30% starch. This is because there are difference characters of each sweet potato used. The result of *in vitro* tests on synthesis HAp samples and 7 days porous HAp have shown the growth of apatite crystals in SBF solution media (Simulated Body Fluid).

Key words: *Hydroxyapatite, Rice Conch Shell, XRD, Pore Modification.*

1. PENDAHULUAN

Kerusakan tulang sangat mengganggu fungsi tubuh manusia karena tulang merupakan komponen yang penting bagi manusia. Sejauh ini pemenuhan akan kebutuhan untuk menangani kerusakan tulang dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan impor. Mineral pengganti tulang yang umum digunakan di antaranya allograft, autograft, dan xenograft. Ketiga material ini biasanya tersedia dalam jumlah terbatas, dengan adanya keterbatasan tersebut maka memicu perkembangan riset dalam bidang material dan sampai saat ini studi biomaterial sintetik terus berkembang. Biomaterial sintetik yang berhasil diproduksi oleh negara lain masih memiliki harga yang tinggi. Oleh karena itu perlu dikembangkan produksi biomaterial di tanah air.

Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini telah berkembang biomaterial pengganti tulang yang umum digunakan dari limbah-limbah yang ada. Biomaterial pengganti tulang pada umumnya berasal dari senyawa Kalsium fosfat diantaranya Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dan Trikalsium fosfat

($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) karena kedua material ini memiliki komposisi kimia yang mendekati dengan komponen-komponen yang terdapat di dalam tulang.

Sumber Kalsium yang dipilih dalam penelitian ini adalah cangkang dari keong sawah yang diperoleh dari area persawahan dekat perumahan Villa Samata Sejahtera (Gowa, Sulawesi Selatan). Keong sawah (marga *Bellamyia*) termasuk ke dalam kelompok *Gastropoda* yang hidup di perairan dangkal air tawar. Selain cangkang keong sawah salah satu bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati ubi jalar. Dalam penelitian ini, pati ubi jalar berperan sebagai salah satu bahan untuk memodifikasi pori. Dimana Hidroksiapatit yang memiliki biokompatibilitas yang baik ialah HAp yang dapat melakukan proliferasi sel tulang dengan baik. Hidroksiapatit yang seperti ini biasanya memiliki pori yang besar dalam jumlah yang banyak [4]. Hidroksiapatit berpori ini dapat dimodifikasi dengan menggunakan porogen, salah satunya adalah pati. Sehingga hal inilah yang menjadi dasar penggunaan ubi jalar. Selain itu, pati memiliki sifat biokompatibel, tidak beracun, dan biodegradabel. Sumber pati baik digunakan untuk aplikasi biomedis karena memiliki sifat biodegradabel, biokompatibel, dapat larut dalam air, dan harganya murah serta mampu memperbanyak dan memperbesar ukuran pori.

2. METODE PENELITIAN

Bahan utama sintesis Hidroksiapatit adalah cangkang keong sawah (*Bellamyia javanica*), ubi jalar putih, aquabides, air, HCl, $(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, NaCl, NaHCO_3 , KCl, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Na_2SO_4 , dan $(\text{CH}_2\text{OH})_3\text{CNH}_2$. Sintesis dengan metode Presipitasi basah dilakukan dengan 6 tahapan yaitu: Tahapan pertama adalah identifikasi dan preparasi cangkang keong sawah yang terdiri dari pembersihan, pengeringan, penggilingan, dan kalsinasi. Tahap kedua adalah karakterisasi XRD dan penentuan kadar Kalsium. Karakterisasi menggunakan XRD dilakukan pada sampel keong sawah sebelum dan sesudah kalsinasi. Abu hasil kalsinasi keong sawah kemudian dibiarkan kontak dengan udara (yang mengandung uap air) selama 1 minggu pada suhu kamar agar membentuk senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pengukuran kadar kalsium cangkang keong sawah meliputi preparasi sampel, preparasi deret standar dan preparasi blanko.

Tahap ketiga adalah sintesis HAp. Pada tahap awal sintesis, Suspensi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,5 M disiapkan dari serbuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (abu hasil kalsinasi yang telah dihidrasi) dan aquabides. Larutan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 0,3 M ditambahkan kedalam suspensi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pada suhu 40 ± 2 °C dengan kecepatan 5 rpm, dan kecepatan penetasan 6 mL/menit. Larutan diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer kemudian didekantasi 1 malam pada suhu kamar. Setelah itu, larutan disonikasi dengan 3 variasi waktu, yaitu selama 2, 4, dan 6 jam. Endapan disentrifuga pada 4500 rpm selama 15 menit kemudian dibilas dengan aquabides. Lalu endapan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 100 °C selama 3 jam. Setelah kering, endapan ditumbuk halus dengan menggunakan mortar lalu

dimasukkan kedalam tanur pada suhu 900 °C selama 3 jam 30 menit. Serbuk HAp dibiarkan mendingin. Serbuk yang telah dingin diidentifikasi menggunakan XRD [6].

Tahap keempat adalah preparasi larutan pati ubi jalar dan sintesis HAp berporogen pati ubi jalar. Ubi jalar dicuci bersih dan dikupas kulitnya kemudian dicuci kembali hingga bersih. Sebanyak 500 g ubi jalar diblender sampai halus, kemudian disaring dan dibiarkan mengendap di dalam wadah selama beberapa jam. Hasil endapan pati dikeringkan dengan menggunakan oven. Metode sintesis HAp berporogen sama dengan metode sintesis HAp biasa hanya saja dilakukan penambahan porogen pati ubi jalar dengan dua konsentrasi larutan pati yang berbeda yaitu masing-masing 20% dan 30%. Kedua konsentrasi pati ini disonikasi selama 6 jam.

Tahap kelima adalah karakterisasi menggunakan SEM degan sampel HAp sintesis, HAp porogen 20%, dan HAp porogen 30%. Tahap terakhir adalah preparasi larutan SBF dan uji *in vitro*. Preparasi larutan SBF dilakukan dengan menambahkan air sebanyak 960 mL diaduk dengan menggunakan magnetik stirrer pada suhu 35 °C. Selanjutnya dimasukkan bahan-bahan dengan urutan sebagai berikut: 3,2735 g NaCl 99,5%, 1,1340 g NaHCO₃ 99,5%, 0,1865 g KCl 99%, 0,0890 g Na₂HPO₄.2H₂O 99,5%, 0,1525 g MgCl₂.6H₂O 98%, 0,1840 g CaCl₂.2H₂O 99%, 0,0355 g Na₂SO₄, 3,0285 g (CH₂OH)₃CNH₂ 99,2% dan 20 g HCl 1 M. Agar bahan-bahan yang dimasukkan dapat larut secara merata, pencampuran diberi selang 2 menit setiap bahannya serta penambahan HCl 2 tetes per detik.

Uji *in vitro* dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak 0,7 g dan dibuat dalam bentuk pelet, kemudian dimasukkan kedalam larutan SBF sebanyak 60 mL. Sampel yang diuji yaitu HAp tanpa porogen, HAp berporogen 20% pati ubi jalar dan HAp berporogen 30% pati ubi jalar. Proses perendaman dilakukan dengan rentang waktu yang telah ditentukan, yaitu selama 7 dan 15 hari. Hasil perendaman larutan SBF diambil 20 mL kemudin dilakukan penyaringan larutan dengan kertas saring. Setiap sampel diambil 10 ml lalu dicampurkan dengan aquabides 100 ml dalam labu ukur dan dihomogenkan. Pencirian dilakukan dengan menggunakan AAS.

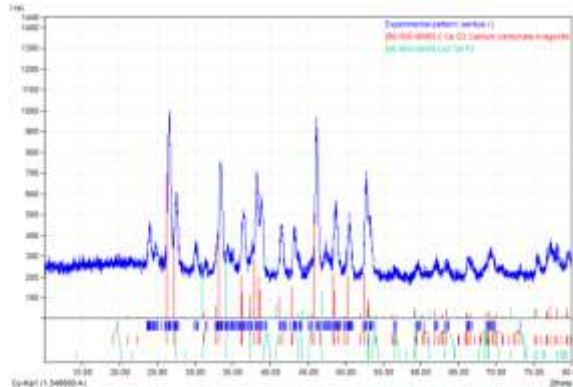
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi dan preparasi Cangkang Keong Sawah

Hasil analisis kandungan Kalsium pada cangkang keong sawah dilakukan dengan menggunakan alat Spektroskopi Serapan Atom (AAS). Kandungan Kalsium pada cangkang keong sawah sangat tinggi dan tersimpan dalam bentuk Kalsium karbonat (CaCO₃) [7]. Hal ini kurang sesuai dengan analisa kandungan Kalsium yang telah dilakukan. Analisis kandungan cangkang keong sawah dilakukan dengan pengujian triplo. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar Kalsium yang terkandung dalam serbuk cangkang keong sawah adalah sebesar 30%. Namun hal ini kurang sesuai dengan referensi yang menunjukkan bahwa

kandungan kadar Kalsium yang diperoleh sebesar 88,54%. Adanya ketidaksesuaian ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu kurang tepatnya pengerjaan pada saat preparasi sampel untuk penentuan kadar Kalsium seperti proses pengenceran yang dilakukan berulang kali.

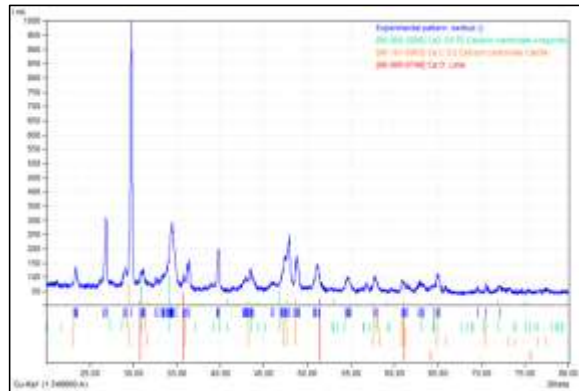
Kandungan CaCO_3 cangkang keong sawah dapat diidentifikasi dengan pencirian XRD. Hasil pencirian XRD cangkang keong sawah sebelum kalsinasi dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1: Difraktogram sinar-X cangkang keong sawah sebelum kalsinasi 800 °C selama 4 jam 30 menit

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa selain fasa Kalsium karbonat (CaCO_3), di dalam cangkang keong sawah sebelum kalsinasi juga terdapat fasa Kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Fasa CaCO_3 yang terbentuk begitu dominan di bandingkan dengan fasa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Dimana fasa CaCO_3 menempati seluruh puncak dengan intensitas rendah maupun tinggi yang ditunjukkan oleh puncak sudut 2θ sebesar 27,31°, 46,08°, dan 56,57°. Hal ini sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa Kalsium yang terkandung dalam cangkang moluska umumnya berupa Kalsium karbonat yang tergabung dalam struktur cangkang sebagai kristal kalsit dan aragonite [7]. keberadaan fasa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ditunjukkan pada sudut 2θ sebesar 19,63°, 52,94°, dan 56,57°.

Tahap berikutnya serbuk cangkang keong sawah dilakukan penghilangan komponen organiknya melalui proses kalsinasi. Proses kalsinasi bertujuan untuk mengubah Kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi Kalsium oksida (CaO). Hasil kalsinasi diharapkan akan terbentuk CaO yang kemudian akan dikonversi menjadi $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Proses konveksi dilakukan dengan cara membiarkan kontak dengan udara (yang mengandung uap air) selama 1 minggu pada suhu kamar. Untuk memastikan pembentukan $\text{Ca}(\text{OH})_2$, abu dianalisis dengan difraksi sinar-X.

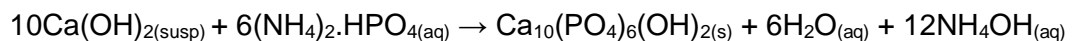


Gambar 2: Difraktogram sinar-X cangkang keong sawah setelah kalsinasi 800 °C selama 4 jam 30 menit dan hidrasi 1 minggu

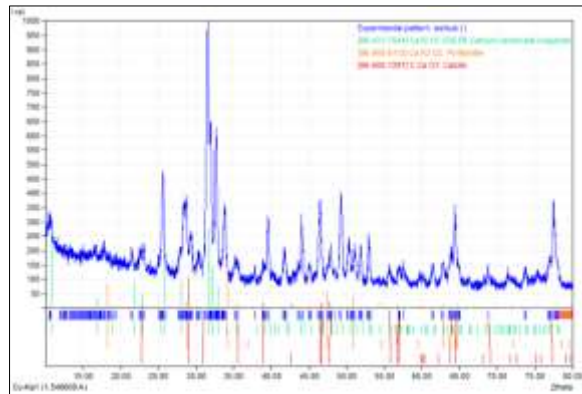
Hasil analisis difraksi sinar-X pada sampel cangkang keong sawah menunjukkan adanya fasa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCO_3 , dan CaO . Akan tetapi fasa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ belum terbentuk diakibatkan karena pada saat proses hidrasi kurang berkontak langsung dengan udara yang mengandung uap air.

Sintesis Hidroksiapatit

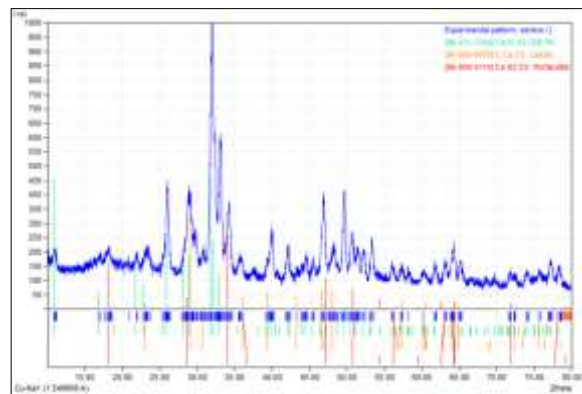
Untuk proses sintesis Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) membutuhkan sumber Kalsium dan Fosfor. Sumber Kalsium yang digunakan pada penelitian ini berasal dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hasil kalsinasi dan hidrasi cangkang keong sawah. Sumber Fosfor yang digunakan berasal dari larutan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Jumlah komposisi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ditentukan berdasarkan hasil perhitungan stokiometri sehingga menghasilkan rasio konsentrasi Ca/P sebesar 1,67. Reaksi pembentukan HAp pada penelitian ini adalah:



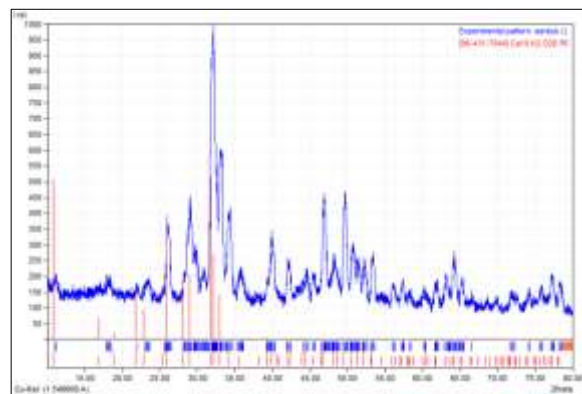
Sintesis HAp yang dilakukan pada penelitian ini adalah sintesis HAp tanpa porogen. Sintesis HAp tanpa porogen dilakukan dengan tiga variasi waktu sonikasi yaitu 2, 4, 6 jam (gambar 3). Perlakuan variasi waktu dilakukan untuk melihat hasil sintesis HAp terbaik. Proses sonikasi dilakukan untuk menghomogenkan antara Kalsium fosfat yang telah dicampurkan, sedangkan sentrifugasi bertujuan untuk memisahkan endapan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3: Difraktogram sinar-X Hap tanpa porogen (a) sonikasi 2 jam (b) sonikasi 4 jam (c) sonikasi 6 jam

Berdasarkan difraktogram sinar-X pada gambar 3, secara keseluruhan telah terbentuk fasa HAp. Lamanya waktu sonikasi mempengaruhi fasa HAp yang dihasilkan. Terlihat dari hasil analisis difraktogram sinar-X menunjukkan semakin lama waktu sonikasi, fasa HAp yang dihasilkan semakin dominan. Gambar 3 (a) merupakan hasil pencirian XRD sintesis HAp tanpa porogen

dengan waktu sonikasi 2 jam. Adapun fasa yang muncul yaitu HAp ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), CaCO_3 , dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Fasa HAp sonikasi 2 jam memiliki puncak tertinggi pada sudut 2θ sebesar $31,78^\circ$, $46,39^\circ$, dan $49,18^\circ$. Keberadaan fasa pengotor seperti CaCO_3 sebelumnya sudah ada pada cangkang keong sawah hasil kalsinasi dan hidrasi, sehingga keberadaan fasa ini dapat mengganggu proses pembentukan Kristal apatit. Selain itu, keberadaan fasa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ diperkirakan karena proses pencampuran antara $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ kurang optimal. Keberadaan fasa selain HAp pada difraktogram dapat menurunkan kemurnian HAp. Akan tetapi, hasil yang diperoleh dapat dikatakan memiliki kemurnian yang cukup tinggi disebabkan sebagian besar difraktogram menunjukkan fasa HAp.

Fasa yang terbentuk pada HAp tanpa porogen dengan waktu sonikasi 4 jam ditunjukkan oleh gambar 3 (b). Hasil pencirian XRD memunculkan pengotor yang sama dengan HAp tanpa porogen waktu sonikasi 2 jam. Intensitas tertinggi HAp dengan waktu sonikasi 4 jam berada pada puncak sudut 2θ sebesar $31,82^\circ$, $32,35^\circ$, dan $32,95^\circ$.

Hasil pencirian XRD HAp tanpa porogen dengan waktu sonikasi 6 jam dapat dilihat pada gambar 3 (c). Hasil difraktogram menunjukkan fasa yang terbentuk dominan HAp. Fasa HAp terlihat pada puncak sudut intensitas tinggi maupun rendah. Intensitas HAp tertinggi ditunjukkan oleh puncak sudut 2θ sebesar $28,95^\circ$, $31,87^\circ$, dan $33,02^\circ$. Fasa pengotor tidak ditemukan lagi pada hasil difraktogram XRD. Hal ini diduga karena pengaruh perlakuan waktu sonikasi yang lebih lama. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin lama waktu sonikasi maka proses reaksi antara $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ semakin homogen dan sempurna. Selain itu, kemampuan sonikasi dalam menghomogenkan senyawa memudahkan proses penghilangan pengotor saat proses kalsinasi.

Berdasarkan variasi waktu sonikasi 2, 4, dan 6 jam, dapat dilihat bahwa HAp yang memiliki kemurnian paling tinggi ditunjukkan oleh waktu sonikasi 6 jam karena lebih sedikit fasa pengotornya. Secara umum, dari ketiga perlakuan waktu sonikasi tersebut sudah terbentuk HAp. Hasil pencirian difraksi sinar-X menunjukkan bahwa semakin lama waktu sonikasi, maka HAp yang dihasilkan semakin murni. Sehingga waktu sonikasi 6 jam inilah yang akan diaplikasikan pada proses sintesis HAp berpori.

Sintesis HAp Berporogen Pati Ubi Jalar

Hidroksiapatit sebenarnya telah memiliki pori-pori yang tidak begitu banyak dan berukuran kecil. Salah satu cara untuk memodifikasi ukuran pori adalah dengan penambahan porogen seperti pati ubi jalar. Pati ubi jalar memiliki kandungan amilopektin yang cukup tinggi. Struktur amilopektin yang memiliki banyak percabangan membuat HAp berikatan dengan amilopektin dan membentuk struktur HAp berpori.

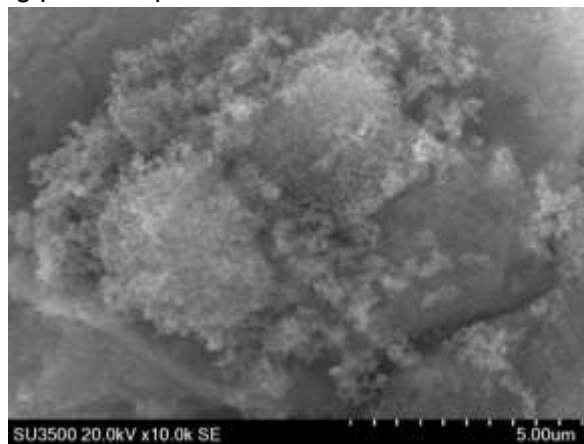
Hidroksiapatit berpori telah dipergunakan untuk pengganti tulang buatan. Kegunaan utamanya untuk perbaikan pertumbuhan kembali jaringan yang hilang,

rusak, atau mengalami perubahan (Sopyan *et al*, 2007). Pemilihan pati sebagai porogen didasarkan pada pati merupakan material yang mempunyai sifat biokompatibel, bioaktif, sehingga aman bagi tubuh manusia. Ubi jalar dipilih sebagai sumber pati karena selain cara pembuatannya yang mudah, melimpah di alam, juga harganya yang relatif murah. Pada penelitian ini, dilakukan variasi penambahan konsentrasi pati ubi jalar yaitu sebesar 20% dan 30%. Hal ini dilakukan agar terdapat perbandingan hasil sintesis HAp berpori yang signifikan. Sintesis HAp berporogen pati ubi jalar dilakukan dengan waktu sonikasi 6 jam agar sampel HAp yang dihasilkan lebih homogen.

Setelah dilakukan sintesis HAp berporogen dengan penambahan dua konsentrasi pati, selanjutnya dilakukan pencirian dengan menggunakan SEM. Hidroksiapatit yang ditambah pati ubi jalar dengan konsentrasi 20% menghasilkan pori yang lebih besar dibandingkan dengan HAp yang ditambahkan pati ubi jalar konsentrasi 30%.

Morfologi HAp

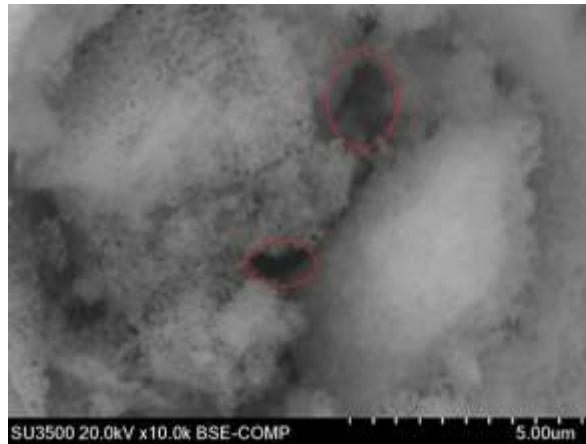
Morfologi Hidroksiapatit dapat dilihat dengan SEM pada sampel HAp tanpa porogen (sonikasi 6 jam), ataupun dengan menggunakan porogen pati ubi jalar (konsentrasi 20% dan 30%). Karakterisasi HAp ini dapat dilakukan untuk melihat struktur pori yang terbentuk dari hasil sintesis HAp. Semakin besar ukuran pori yang terbentuk maka sifat osteokonduktivitas dan kekuatan adsorbsinya menjadi sangat baik sehingga pertumbuhan jaringan tulang baru menjadi semakin cepat [8]. Pori pada HAp berperan penting dalam pertumbuhan sel tulang. HAp yang memiliki pori yang besar maka pertumbuhan sel tulangnya akan semakin cepat dan sebaliknya jika struktur porinya berukuran kecil maka akan memperlambat pertumbuhan sel tulang pada HAp.



Gambar 4: Hasil analisis SEM HAp sintesis (sonikasi 6 jam) pada perbesaran 10000×

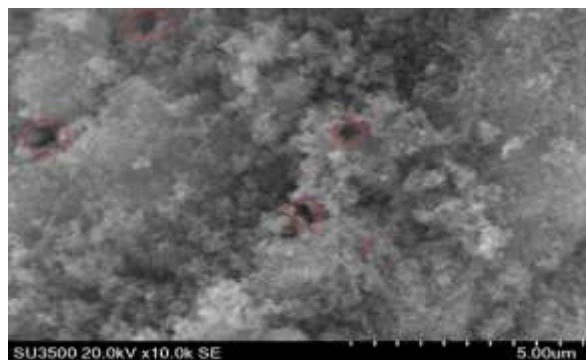
Hasil analisis SEM HAp sintesis (sonikasi 6 jam) pada gambar di atas merupakan hasil sintesis yang menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ atau dari reaksi hidrasi CaO dari cangkang keong sawah. Pengukuran SEM dilakukan pada perbesaran

10000x agar pori-pori yang dihasilkan dapat terlihat dengan jelas. pada sampel HAp tanpa penambahan porogen pati ubi jalar terlihat bahwa pori-pori yang dihasilkan kurang seragam dengan ukuran pori yang dihasilkan masih sangat kecil yaitu sebesar 0,31 – 0,58 μm . hal ini menunjukkan bahwa HAp telah memiliki pori walaupun dengan ukuran yang sangat kecil dan dengan distribusi pori masih belum merata.



Gambar 5: Hasil analisis SEM HAp berporogen pati ubi jalar 20% pada perbesaran 10000 \times

Gambar 5 di atas memperlihatkan hasil foto SEM HAp berporogen pati ubi jalar 20% dengan perbesaran 10000x. Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa pori yang dihasilkan sudah banyak dan mengalami perbesaran ukuran pori. Akan tetapi, untuk distribusi pori pada HAp berporogen pati ubi jalar 20% masih belum merata. Hal itu dapat diamati dengan adanya kumpulan granula-granula yang masih menumpuk. Penyebab penumpukkan granula ini adalah kurang tingginya suhu kalsinasi dan aktivasi yang dilakukan, karena pada pati ubi jalar sebagian besar mengandung amilopektin yang memiliki sifat lengket sehingga masih terjadi penumpukan granula yang menyebabkan pori HAp kurang terbuka [5]. Ukuran pori yang terbentuk pada HAp berporogen pati ubi jalar 20% adalah sebesar 0,23 – 3,37 μm .



Gambar 6: Hasil analisis SEM HAp berporogen pati ubi jalar 30% pada perbesaran 10000 \times

Hasil analisis SEM HAp berporogen pati ubi jalar 30% (gambar 6) di atas menunjukkan bahwa ukuran pori yang dihasilkan semakin kecil dengan distribusi pori semakin merata. Distribusi pori yang dihasilkan pada HAp berporogen pati ubi jalar 30% lebih merata dibandingkan dengan HAp berporogen pati ubi jalar 20%. Distribusi pori yang merata disebabkan oleh tingginya konsentrasi pati yang ditambahkan pada HAp. Semakin banyak penambahan pati ubi jalar pada HAp maka akan semakin banyak percabangan yang terjadi. Amilopektin yang terdapat pada pati ubi jalar akan membentuk rantai cabang pada HAp sehingga pada HAp dengan penambahan pati terbesar akan memiliki pori yang besar dengan distribusi pori yang merata [5]. Akan tetapi, pori yang dihasilkan pada porogen pati ubi jalar 30% mengalami pengecilan ukuran pori, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan karakter pada ubi jalar yang digunakan. Ukuran pori yang dihasilkan adalah sebesar 0,26 – 1,69 μm .

Besarnya ukuran granula pati menyebabkan ukuran pori yang terbentuk juga semakin besar. Selain itu, konsentrasi pati yang besar yang terjebak dalam HAp pada saat proses kalsinasi menghasilkan jejak pori yang besar. Pori terbentuk karena porogen pati terjebak diantara partikel-partikel HAp. Pati akan menghilang pada saat proses pemanasan suhu tinggi dan terlepas dari partikel-partikel HAp sehingga meninggalkan jejak berupa pori [9].

HAp yang dihasilkan dalam penelitian ini belum dapat diaplikasikan secara implan ke dalam tubuh, karena pori yang terbentuk masih sangat kecil dan ukurannya yang tidak seragam. Pori-pori minimum dengan ukuran 100 mikrometer diperlukan untuk bahan implan agar dapat berfungsi dengan baik, karena dapat membentuk tulang yang baru, sebab jaringan ikat pembuluh darah akan tumbuh pada pori diantara implan dan tulang pada ukuran tersebut [10]. Pori-pori HAp yang tidak teratur dalam bentuk dan ukuran dapat menyebabkan porositas HAp yang dihasilkan rendah, akibatnya struktur HAp tidak kompak sehingga apabila digunakan sebagai implan karakterisasinya rapuh atau mudah patah [11].

Uji *in Vitro*

Larutan SBF (*Simulated Body Fluid*) merupakan larutan yang mengandung ion-ion yang komposisinya kurang lebih sama dengan cairan tubuh manusia. Cairan SBF dapat digunakan sebagai media untuk pertumbuhan Kristal apatit dalam uji coba *in vitro*. Uji *in vitro* dilakukan untuk mengetahui sifat bioaktif dari HAp yang ditandai dengan pertumbuhan Kristal apatit. Pertumbuhan kristal apatit membutuhkan ion Kalsium dan Fosfat [12]. Perendaman sampel dilakukan selama 7 dan 15 hari. Sampel yang digunakan pada uji *in vitro* adalah HAp sintesis (sonikasi 6 jam), HAp porogen 20%, dan HAp porogen 30%.

Tabel 1. Data hasil uji *in vitro* selama 7 hari

Sampel	Absorban Terkoreksi	Konsentrasi Ca (ppm)
Blanko Larutan SBF	0,0049	8,4286
HAp murni	0,0028	5,4286
HAp + pati 20%	0,0020	4,2857
HAp + pati 30%	0,0019	4,1429

Tabel 2. Data hasil uji *in vitro* selama 15 hari

Sampel	Absorban Terkoreksi	Konsentrasi Ca (ppm)
Blanko Larutan SBF	0,0044	6,8000
HAp murni	0,0054	8,8000
HAp + pati 20%	0,0052	8,4000
HAp + pati 30%	0,0035	5,0000

Hasil pengamatan konsentrasi Kalsium pada ketiga sampel dapat dilihat bahwa setelah perendaman 7 hari terjadi peningkatan konsentrasi Kalsium pada HAp sintesis dan penurunan pada HAp berporogen. Konsentrasi Kalsium dalam larutan SBF awal sebesar 8,4286 ppm, untuk HAp sintesis yaitu sebesar 5,4286 ppm, sedangkan untuk HAp berporogen pati ubi jalar 20% dan 30% yaitu berturut-turut sebesar 4,2857 dan 4,1429 ppm. Kenaikan jumlah Kalsium pada larutan SBF pada HAp sintesis terjadi karena adanya pertukaran ion antara permukaan sampel dan larutan akibat perbedaan potensial kimia sehingga terjadi pelepasan ion Ca^{2+} dari sampel ke larutan SBF yang mengakibatkan kandungan Ca^{2+} dari sampel ke larutan SBF meningkat. Pada penelitian ini, HAp sintesis memiliki komposisi HAp yang lebih besar sehingga Kalsium yang terkandung juga lebih banyak dibandingkan HAp berporogen. Oleh karena itu, peningkatan Kalsium larutan SBF pada HAp sintesis lebih tinggi dari pada HAp berporogen. Penurunan Kalsium pada HAp berporogen diduga karena potensial kimia yang dimiliki larutan SBF lebih besar dari pada sampel HAp sehingga terjadi pelepasan ion Ca^{2+} dari larutan SBF ke sampel HAp yang mengakibatkan kandungan Ca^{2+} dalam larutan SBF mengalami penurunan.

Perubahan konsentrasi Kalsium HAp terjadi setelah perendaman 15 hari. Kalsium HAp sintesis mengalami kenaikan menjadi 8.8000 ppm. Sedangkan HAp berporogen pati ubi jalar 20% dan 30% mengalami kenaikan konsentrasi sebesar 8,4000 dan 5,0000 ppm. Proses kenaikan ini disebabkan karena Kalsium yang dikeluarkan terus menerus oleh sampel HAp yang mengalami pengendapan. Kenaikan konsentrasi ini akan terus berlanjut seiring bertambahnya waktu perendaman. Setelah 6 hari perendaman akan terjadi pengendapan ion Ca^{2+} yang merupakan langkah awal pertumbuhan kristal apatit. Dalam hal ini, ion Ca^{2+} yang dikeluarkan sampel HAp akan berikatan dengan ion Fosfat dari larutan SBF membentuk kristal apatit [10]. Adanya kenaikan Kalsium pada HAp berporogen setelah perendaman 7 hari menandakan telah terbentuknya kristal apatit

sehingga dapat dikatakan bahwa material HAp yang disintesis dengan menggunakan pati ubi jalar bersifat bioaktif.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Sintesis HAp berbahan dasar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dari serbuk cangkang keong sawah dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ yang dimodifikasi dengan penambahan porogen berupa pati ubi jalar berhasil dibuat menggunakan metode basah. Hasil analisis dengan menggunakan XRD menunjukkan bahwa pada sampel telah terbentuk fasa HAp. Morfologi HAp berdasarkan hasil SEM menunjukkan bahwa sudah terbentuknya pori HAp. Modifikasi pori terbaik dihasilkan pada komposisi HAp yang ditambahkan dengan 20% pati ubi jalar dengan sonikasi 6 jam yang menghasilkan ukuran pori dari rentang 0,23 – 3,37 μm . Akan tetapi hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, yang menunjukkan bahwa pori terbaik dihasilkan dengan penambahan porogen pati sebesar 30%. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan karakter dari masing-masing ubi jalar yang digunakan itu sendiri. Hasil uji *in vitro* pada sampel HAp sintesis dan HAp berporogen 7 hari telah menunjukkan adanya pertumbuhan kristal apatit pada media larutan SBF (*Simulated Body Fluid*).

DAFTAR PUSTAKA

- Athawi, Aldhi. *Sintesis Hidroksiapatit Berpori Dari Cangkang Keong Sawah (Bellamy Javanica) Dengan Penambahan Pati Singkong Sebagai Porogen*. Bogor: IPB. 2013.
- Baby RL, Hasan I, Kabir KA, Naser MN. Nutrient analysis of some Commercially important molluscs of Bangladesh. *J Sci Res*. 2(2): 390-396. 2010.
- Dahlan, Kiagus. *Potensi Kerang Rangan Sebagai Sumber Kalsium dalam Sintesis Biomaterial Substitusi Tulang "Jurnal"*, FMIPA Universitas Lampung. 2013.
- Febriansyah, Mugananda. *Sintesis Dan Uji In Vitro Hidroksiapatit Dari Limbah Cangkang Keong Sawah (Bellamy Javanica) Berporogen Pati Kentang*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2013.
- Fitri, Desy Kusuma. *Sintesis Hidroksiapatit Dari Cangkang Keong Sawah (Bellamy Javanica) Dengan Metode Basah Dan Modifikasi Pori Dengan Kitosan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2014.
- Kim HS, Kim JT, Jung YJ. *Preparation of Porous chitosan/fibroin Hydroxiapatite Composite Matrix for Tissue Engineering*. *Macromolecular Research*. 15(1):65-73. 2007.
- Pane MS. *Penggunaan Hidroksiapatit Sebagai Bahan Dental Implan* (Skripsi). Medan: Universitas Sumatera Utara. 2004.
- Riyanto, Agung Ardy. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Keong Sawah (Bellamy Javanica) Untuk Sintesis Hidroksiapatit Dengan Modifikasi Pori Menggunakan Pati Beras Ketan*. Institut Pertanian Bogor: Bogor. 2013.
- Santos MH, de oliveira M. Souzal PF, Mansur HS, Vasconcelos WL. *Synthesis Control and Characterization of Hydroxyapatite Prepared by Wet Precipitation Process*. *Mater Res* 7(4): 625-630. 2004.

- Soido C, Vasconcellos MC, Diniz AG, Pinheiro J. *An Improvement of Calcium Determination Technique in the shell of Molluscs*. *Brazilian Archives Of Biology And Technology* 52(1): 93-98. 2009.
- Sopyan I, Mel M, Ramesh S, Khalid KA. Porous hydroxyapatite for artificial bone applications. *Science and Technology of Advanced Materials* 8:116–123. 2007.
- Utami, S. *Pembuatan komposit Kalsium Fosfat Kitosan Dengan Metode Sonikasi*. Institut Pertanian Bogor: Bogor. 2009.