

Utilization of oyster shell waste (*crassostrea gigas*) as a source of calcium in hydroxyapatite synthesis

Pemanfaatan limbah cangkang tiram (*crassostrea gigas*) sebagai sumber kalsium pada sintesis hidroksiapatit

Irhamni Irhamni^{1*}, Eka Juliana², Zulfalina Zulfalina³, Fauzi Fauzi⁴, Muhammad Isa⁵, Zulkarnain Jalil⁶

^{1,2,3,4,5}Faculty of Mathematics and Natural Science, Syiah Kuala University, Indonesia

^{1*}irhamni@usk.ac.id, ²ekajulianamunawariyati@gmail.com, ³zulfalina@usk.ac.id, ⁴fauzi@usk.ac.id, ⁵muhammadisa@usk.ac.id, ⁶zjalil@usk.ac.id

*Corresponding Author: irhamni@usk.ac.id

ABSTRACT

Biomaterials are materials that interact with living tissues for the purpose of treating and replacing tissues either temporarily or permanently. Biomaterials can be developed from hydroxyapatite-based materials. The source of calcium for the manufacture of hydroxyapatite is obtained from oyster shell waste (*Crassostrea gigas*) from the waters of Alue Naga Banda Aceh. The purpose of this study was to examine the opportunity to utilize oyster shell waste as a source of calcium for hydroxyapatite synthesis. The hydroxyapatite synthesis process was carried out by calcining oyster shells at a temperature of 1000°C for 5 hours to obtain calcium oxide (CaO) content. Then, the CaO powder was reacted with phosphoric acid (H₃PO₄) to obtain hydroxyapatite compound (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) and then sintered at 900°C for 2 hours. Analysis of CaO and hydroxyapatite phases was carried out through XRD (X-Ray Diffraction) characterization results. Surface morphology and element content were obtained from SEM-EDS characterization. Based on the analysis, CaO and hydroxyapatite phases have been successfully formed and the surface morphology of hydroxyapatite crystal structure is not clearly visible because of the formation of agglomeration. Based on the elemental content test, the ideal Ca/P ratio has not been obtained. Based on the results of the research, oyster shell waste (*Crassostrea gigas*) from the waters of Alue Naga, in Syiah Kuala District, Banda Aceh City has the opportunity to be utilized as a source of calcium in hydroxyapatite synthesis and can be developed as a biomaterial.

Keywords: oyster shell; CaO; hydroxyapatite; surface morphology; biomaterials

ABSTRAK

Biomaterial merupakan bahan yang berinteraksi dengan jaringan makhluk hidup untuk tujuan mengobati dan menggantikan jaringan baik sementara maupun permanen. Biomaterial dapat dikembangkan dari bahan berbasis hidroksiapatit. Sumber kalsium untuk pembuatan hidroksiapatit diperoleh dari limbah cangkang tiram (*Crassostrea gigas*) yang berasal dari perairan Alue Naga Banda Aceh. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji peluang pemanfaatan limbah cangkang tiram sebagai sumber kalsium untuk sintesis hidroksiapatit. Proses sintesis hidroksiapatit dilakukan dengan cara mengkalsinasi cangkang tiram pada temperatur 1000°C selama 5 jam untuk mendapatkan kandungan kalsium oksida (CaO). Kemudian, serbuk CaO direaksikan dengan asam Fosfat (H₃PO₄) untuk mendapatkan senyawa hidroksiapatit (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) dan selanjutnya disintering pada temperatur 900°C selama 2 jam. Analisis fasa CaO dan hidroksiapatit dilakukan melalui hasil karakterisasi XRD (X-Ray

Diffraction). Morfologi permukaan dan kandungan unsur diperoleh dari karakterisasi SEM-EDS. Berdasarkan hasil analisis, fasa CaO dan hidroksiapatit telah berhasil terbentuk dan morfologi permukaan hidroksiapatit struktur kristalnya tidak terlihat dengan jelas karena terbentuk aglomerasi. Berdasarkan uji kandungan unsur belum diperoleh rasio Ca/P yang ideal. Berdasarkan hasil penelitian limbah cangkang tiram (*Crassostrea gigas*) dari perairan Alue Naga, di Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh berpeluang dimanfaatkan sebagai sumber kalsium dalam sintesis hidroksiapatit dan dapat dikembangkan sebagai bahan biomaterial.

Kata kunci: cangkang tiram; CaO; hidroksiapatit; morfologi permukaan; biomaterial

1. PENDAHULUAN

Biomaterial merupakan bahan yang dapat digunakan dalam tubuh manusia dengan tujuan meningkatkan taraf hidup orang tersebut. Biomaterial ini banyak digunakan untuk implan tubuh. Menurut Smallman and Bishop (2000) biomaterial adalah material yang digunakan di bidang kedokteran yang ditujukan untuk dapat berinteraksi dengan jaringan hidup. Salah satu bahan yang sedang dikembangkan sebagai biomaterial sintesis adalah biokeramik. Menurut Ratner et al (2004) biokeramik adalah salah satu jenis *advanced ceramics material* yang didefinisikan sebagai bahan keramik atau komponen yang digunakan dalam medis, industri, terutama sebagai implan ataupun organ pengganti. Perkembangan bahan biomaterial sintesis sebagai rehabilitasi jaringan tulang dan gigi diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan sel-sel yang akan melanjutkan fungsi daur kehidupan jaringan yang digantikan. Perkembangan biomaterial di bidang kedokteran terbagi dalam biomaterial sintesis dan biomaterial rekayasa jaringan. Material seperti logam, keramik, polimer, dan komposit. Sedangkan biomaterial rekayasa jaringan meliputi perkembangan *scaffolds*, sel, dan sinyal dalam pembuatan jaringan pengganti tulang. Saat ini sangat banyak bahan biomaterial yang telah dikembangkan. Penggunaan biomaterial berkembang pesat pada tahun 1800-an dan kemudian proses aplikasi untuk teknik operasinya dikembangkan oleh Dr. Joseph Lister pada tahun 1860-an. Pertama kali digunakan perangkat metal untuk perbaikan kerusakan tulang pada awal abad ke-8 dan ke-9 setelah penemuan metal, selanjutnya dikembangkan material polimer yang pertama kali digunakan untuk menggantikan kornea mata menggantikan pembuluh darah pada tahun 1950-an dan 1960-an. Hingga kini semakin banyak orang yang bergantung pada implan-implan biomaterial yang sudah dapat diaplikasikan sebagai material-material pengganti di dalam tubuh manusia. Hampir seluruh kerusakan organ di tubuh manusia yang membutuhkan implan menggunakan bahan biomaterial (Park and lakes, 2007). Pemilihan biomaterial yang tepat sangat diperlukan dalam proses pengganti tulang dan gigi antara lain mudah diperoleh dalam proses, biokompatibel, efektif, dan tidak beracun. Untuk material yang paling sering digunakan adalah bahan biokeramik yang mengandung kalsium fosfat seperti hidroksiapatit.

Hidroksiapatit (HAp) memiliki rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan fase kristal dari senyawa kalsium fosfat yang paling stabil (Ratner et al, 2004). Salah satu jenis biokeramik khususnya keramik jenis kalsium fosfat yang kandungan mineralnya mirip dengan tulang dan gigi serta mempunyai struktur kristal yang identik dengan tulang. Hidroksiapatit merupakan komponen utama mineral tulang yang digunakan untuk menggantikan dan memperbaiki jaringan serta organ yang rusak atau hilang. Hidroksiapatit terbentuk dari ikatan kimia yang kuat dan termasuk ke dalam komponen penyusun tulang organisme yang hidup (*in vivo*). Hidroksiapatit bersifat biokompatibel dan bioaktif dengan jaringan sekitarnya di dalam tubuh, ketahanan korosi dalam cairan terdapat di dalam tubuh, sehingga sangat tepat digunakan sebagai bahan pengganti tulang dan gigi yang rusak (Yusuf dkk, 2019). HAp turunan dari kalsium fosfat yang paling banyak digunakan dalam pelapisan pada tulang dan gigi karena merupakan salah satu biomaterial yang memenuhi persyaratan sebagai material pengganti tulang dan gigi yang baik (Rini dkk, 2015). Untuk mendapatkan HAp ini, maka sumber yang dapat digunakan adalah material alam yang memiliki tingkat kalsium yang tinggi sehingga

dapat dihasilkan HAp yang baik pula. Sumber kalsium dapat berasal dari alam maupun buatan (sintetis). Material alam sumber kalsium yang dapat disintesis menjadi hidroksiapatit berasal dari berbagai sumber, organik maupun anorganik. Bahan organik seperti tulang sapi (Salsabila dkk, 2018), maupun biogenic seperti cangkang telur (Wardani dkk, 2015), kerang-kerangan (*bivalvia*) (Iqbal dkk, 2015). Salah satu kelompok kerang-kerangan yaitu tiram (Nontji, 1993).

Tiram (*Crassostrea gigas*) adalah sekelompok kerang-kerangan dengan cangkang berkapur dan relatif pipih. Tiram termasuk dalam filum *mollusca* dan tergolong dalam kelas *bivalvia* genus *Crassostrea* spesies *Crassostrea gigas*. Secara morfologi tiram memiliki sepasang cangkang yang berbentuk tidak sama, Umumnya tiram sering dijumpai di daerah pesisir pinggir laut dengan permukaan landai bersubstrat seperti lumpur, pasir, kerikil, atau batu (Salamanu, 2017). Perairan Alue Naga termasuk salah satu gampong yang berada di kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh merupakan salah satu gampong penghasil tiram, di perairan Alue Naga terdapat satu jenis tiram yang ditemukan yaitu *Crassostrea gigas* (Handayani dkk, 2017). Cangkang tiram berpeluang dijadikan salah satu material yang digunakan pada sintesis hidroksiapatit karena mengandung senyawa kalsium. Pemanfaatan limbah cangkang tiram di masyarakat masih terbatas dan belum memanfaatkan secara optimal. Limbah cangkang tiram membutuhkan waktu yang relatif lama diuraikan oleh mikroba tanah, sehingga akan berdampak pada meningkatnya pencemaran lingkungan yang berdampak terhadap kualitas tanah, air dan estetika lingkungan. Di Aceh, tiram sudah dimanfaatkan untuk pakan ikan dan udang. Akan tetapi, pemanfaatan tersebut belum optimal dan masih banyak limbah tiram yang belum digunakan. Sehingga perlu untuk memanfaatkan limbah tiram tersebut sebagai sumber kalsium dalam sintesis HAp. Berdasarkan penelusuran limbah cangkang tiram mengandung senyawa kalsium (CaCO_3) yang cukup tinggi. Analisa terhadap komposisi kalsium dari cangkang tiram diperoleh sebanyak 98,7%. Tingginya kadar kalsium dalam cangkang tiram dapat dilihat pada tingkat kekerasan cangkangnya. Semakin keras cangkang, maka semakin tinggi kadar kalsiumnya (Affandi dkk, 2015).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa HAp dapat berhasil disintesis dengan metode kimia basah (presipitasi). Sawittree (2014) telah melakukan sintesis hidroksiapatit tiram jenis *Crassostrea glomerata* yang berasal dari pantai Thailand dengan metode presipitasi. Proses kalsinasi cangkang tiram pada suhu 1200°C selama 2 jam transformasi yang lebih sempurna dari CaCO_3 menjadi CaO . Kemudian Agung dkk (2020) juga telah berhasil melakukan sintesis hidroksiapatit tiram jenis *Anodonta nuttaliana* dari danau Poso Sulawesi Tengah berhasil disintesis HAp dari serbuk cangkang tiram menggunakan metode basah (presipitasi) dengan proses kalsinasi cangkang tiram pada suhu 1000°C selama 5 jam. Hasil sintesis HAp dari cangkang tiram *Anodonta nuttaliana* menunjukkan berhasil didapatkan CaCO_3 menjadi CaO . Cangkang tiram *Anodonta nuttaliana* sangat potensial untuk dijadikan sumber biokeramik HAp. Penelitian ini akan menggunakan suhu kalsinasi 1000°C , serta metode yang digunakan yaitu metode presipitasi sebagai sumber HAp dikarenakan penelitian tentang tiram (*Crassostrea gigas*) masih sangat minim dilakukan sehingga perlu dikaji lebih lanjut mengenai pemanfaatan tiram sebagai bahan baku kalsium untuk pembuatan biomaterial berbasis HAp.

Berdasarkan kajian di atas, penting dilakukan kajian pemanfaatan cangkang tiram sebagai sumber kalsium pada sintesis HAp. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan jenis tiram *Crassostrea gigas* yang diperoleh dari perairan Alue Naga kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh serta metode yang digunakan yaitu metode presipitasi, diharapkan dalam penelitian ini dapat mengoptimalkan pemanfaatan limbah cangkang tiram sebagai sumber kalsium dalam sintesis hidroksiapatit (HAp).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan eksperimental berbasis kajian laboratorium, dengan memanfaatkan limbah cangkang tiram *Crassostrea gigas* yang berasal dari perairan Alue Naga

Kota Banda Aceh sebagai bahan utama sintesis HAp. HAp disintesis menggunakan metode presipitasi (metode basah) dengan proses kalsinasi cangkang tiram pada suhu 1000°C, waktu tahan 5 jam. HAp disintering pada temperatur 900°C dengan waktu tahan 2 jam. Selanjutnya dikarakterisasi fasa CaO dan HAp menggunakan XRD. Karakterisasi lainnya adalah analisis morfologi permukaan dan kandungan atom menggunakan SEM-EDS.

1. Preparasi Sampel

Preparasi sampel pada penelitian ini, mengikuti langkah-langkah berikut

- Cangkang tiram diambil dari Alue Naga yang berada di kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, provinsi Aceh, Indonesia.
- Cangkang tiram dibersihkan dengan menggunakan sikat dan di cuci sampai bersih menggunakan aquades.
- Cangkang tiram ditumbuk kasar menggunakan palu.
- Cangkang tiram kemudian direndam dengan larutan NaOH selama 8 jam untuk menghilangkan unsur pengotor yang tersisa pada cangkang dan selanjutnya cangkang tersebut dikeringkan dibawah sinar matahari $\pm$ 3 hari.
- Cangkang tiram yang sudah kering dari sinar matahari kemudian dikeringkan menggunakan oven hingga diperoleh massa konstan.

2. Sintesis CaO

Untuk mendapatkan serbuk CaO, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut

- Cangkang tiram kering dikalsinasi pada temperatur 1000°C waktu tahan 5 jam dengan menggunakan alat *furnace*. Proses kalsinasi serbuk cangkang tiram membuat komponen organik yang terkandung didalam cangkang tereliminasi pada saat proses kalsinasi berlangsung sehingga kalsium karbonat (CaCO_3) terdekomposisi menjadi kalsium oksida (CaO).
- Cangkang tiram hasil kalsinasi didinginkan secara *natural cooling*.
- Selanjutnya cangkang tiram ditumbuk menggunakan mortar hingga menjadi serbuk.
- Serbuk cangkang tiram di *milling* dengan kecepatan putaran 350 rpm selama 2 jam, selanjutnya diayak menggunakan ayakan 200 mesh.
- Serbuk yang telah lolos ayakan 200 mesh kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD untuk analisis kandungan fasa CaO yang terbentuk.

3. Sintesis Hidroksiapatit

Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) didapatkan dari sintesis menggunakan precursor kalsium dan precursor fosfat. Untuk mendapatkan serbuk hidroksiapatit dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Proses sintesis hidroksiapatit dilakukan dengan cara larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ direaksikan dengan larutan asam fosfat (H_3PO_4) dengan perbandingan volume (% V) larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$: asam fosfat adalah 50:50.
- Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* pada temperatur 90°C selama 1 jam agar larutan homogen.
- Selanjutnya larutan didiamkan selama 24 jam agar terbentuk endapan.
- Endapan yang terbentuk kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan menambahkan aquades, proses ini bertujuan untuk pencucian partikel nano. Proses ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.
- Setelah proses pencucian endapan didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang, dan dikeringkan menggunakan oven.
- Endapan yang telah kering disintering pada temperatur 900°C selama 2 jam.
- Setelah proses pendinginan, dilakukan karakterisasi menggunakan XRD untuk analisis fasa hidroksiapatit yang terbentuk.

4. Karakterisasi

Karakterisasi pada penelitian ini meliputi identifikasi dan analisis fasa CaO dan HAp menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*. *X-Ray Diffraction (XRD)* bertujuan untuk mengidentifikasi adanya kristal. Sebelum dilakukan pengujian, sampel yang telah menjadi serbuk ditempatkan ke dalam pemegang sampel (*sample holder*) terbuat dari aluminium dengan ukuran 5 cm x 1,7 berdiameter 1,4 cm, diletakan menggunakan kaca preparat sehingga diperoleh permukaan rata dan halus. Berikutnya, *sample holder* tersebut diletakkan pada tempat objek yang akan diteliti yang ada pada alat kemudian pengujian dilakukan sesuai dengan parameter operasi. Analisis data hasil karakterisasi XRD dilakukan dengan menganalisis pola difraksi yang terbentuk. Hasil karakterisasi XRD menghasilkan intensitas spektrum pada sudut 2θ tertentu. Spektrum yang dihasilkan dicocokkan dengan database CaO dan hidroksiapatit (HAp) JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standar*) sehingga dapat diidentifikasi sudut puncak-puncak difraksi dan dilakukan analisis pada puncak difraksi yang mendominasi. Karakterisasi lainnya berupa analisis morfologi dan komposisi atom menggunakan alat *Scanning Electron Microscope (SEM)* & *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS)*.

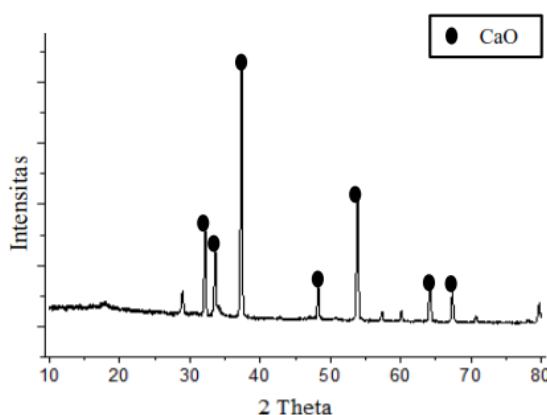
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji dan pencocokan database menggunakan XRD dan JCPDS, pada penelitian ini telah berhasil disintesis serbuk CaO dan hidroksiapatit (HAp) dari cangkang tiram (*Crassostrea gigas*) dari perairan Alue Naga, di Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh.

1. Hasil

A. Hasil Sintesis

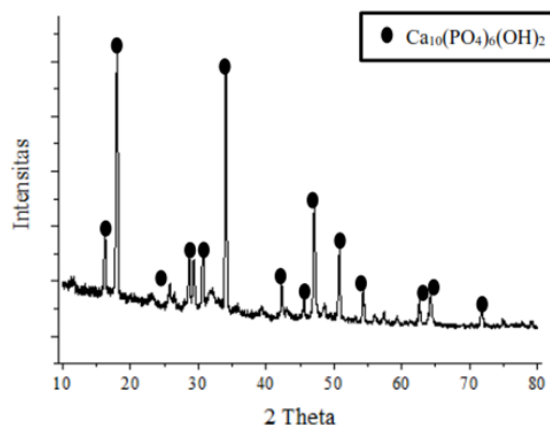
Sintesis CaO telah berhasil dilakukan dengan bahan dasar cangkang tiram (*Crassostrea gigas*) sebagai sumber kalsium. Hasil sintesis CaO selanjutnya dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-ray Diffraction*). Pengujian menggunakan alat XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan untuk mengetahui fasa dari serbuk cangkang tiram yang diuji. Fasa tersebut dianalisis berdasarkan hasil pola difraksi yang terbentuk dengan menyesuaikan masing-masing puncak dengan database JCPDS (*Joint Committee of Powder Diffraction Standard*). Penyesuaian hasil uji XRD dengan database ini dilakukan dengan mendeteksi sudut 2θ dan celah kisi (d) keduanya. Terbukti bahwa pada pengujian ini dihasilkan pembentukan fasa kalsium oksida (CaO). Pola difraksi hasil XRD dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Difraksi Hasil Karakterisasi Serbuk CaO dari Cangkang Tiram

Hidroksiapatit merupakan senyawa kalsium yang mengandung hidroksida dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ dapat disintesis dengan mencampurkan dua senyawa yaitu Ca(OH)₂ dengan asam fosfat (H₃PO₄). Kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) dicampurkan dengan asam fosfat (H₃PO₄) dengan perbandingan 50:50 (%V). Perbandingan dengan persentase volume tersebut dapat bereaksi dengan baik sehingga kedua senyawa ini akan membentuk

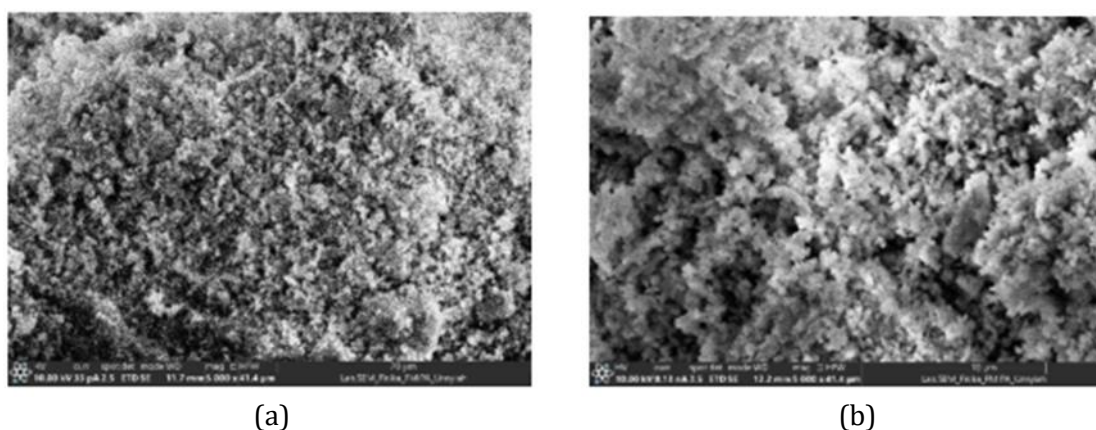
hidroksiapatit. Proses pembentukan hidroksiapatit dapat dibuktikan dengan melakukan pengujian XRD. Sama halnya dengan fasa CaO, pembuktian fasa hidroksiapatit telah terbentuk yaitu dilakukan dengan menyesuaikan data yang dihasilkan dari pengujian XRD pada database JCPDS (*Joint Committee of Powder Diffraction Standard*) dengan nomor PDF #740566. Hasil pengujian XRD untuk sintesis hidroksiapatit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola Difraksi Hasil Karakterisasi Serbuk Hidroksiapatit

B. Hasil Uji Morfologi Permukaan dan Komposisi Unsur

Serbuk hidroksiapatit yang dihasilkan dari serbuk cangkang tiram dikarakterisasi menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan pembesaran 5000X untuk melihat morfologi permukaan sampel hidroksiapatit yang terbentuk. Hasil karakterisasi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Karakterisasi Morfologi Permukaan Serbuk Hidroksiapatit (a) tanpa proses sintering dan (b) setelah proses sintering 900°C

Hasil karakterisasi komposisi unsur hidroksiapatit menggunakan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Komposisi Unsur dari Hidroksiapatit

No.	Suhu Sintering (°C)	Massa atomik (%)						
		Ca	O	C	Mg	Al	Na	P
1.	0	32,8	49,0	15,8	0,6	-	1,0	-
2.	900	77,6	18,7	0,0	0,3	0,1	-	2,4

Sumber: Hasil karakterisasi

Tabel 1 menunjukkan hasil karakterisasi komposisi unsur yang diamati pada serbuk hidroksiapatit sebelum disintering dan setelah disintering pada suhu 900°C.

2. Pembahasan

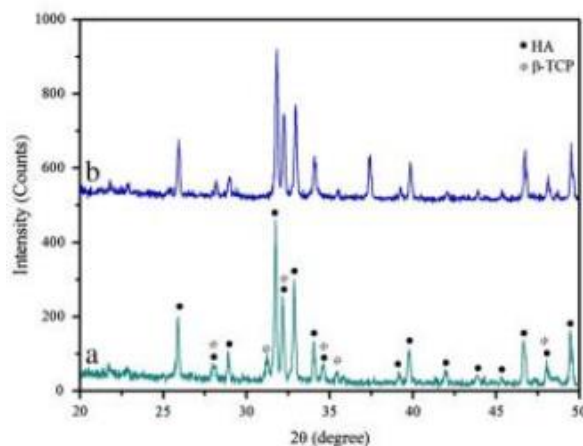
A. Sintesis CaO dari Canggang Tiram

Pada gambar 1 menunjukkan pembentukan fasa CaO pada sudut 2θ dengan menyesuaikan pada *database* JCPDS CaO dengan nomor PDF #821691. Hasil penyesuaian data tersebut menunjukkan bahwa fasa CaO telah terbentuk pada sampel serbuk cangkang tiram yang telah dikalsinasi pada temperatur 1000°C. Proses kalsinasi bertujuan menghilangkan pengotor, senyawa organik, dan mereduksi senyawa kalsium karbonat.

Pembentukan fasa CaO karena proses kalsinasi serbuk cangkang tiram pada temperatur 1000°C, menyebabkan terjadi transformasi fasa kalsium yang sebelumnya berbentuk kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi CaO dengan melepaskan karbon dioksida (CO_2) dengan proses kalsinasi serbuk cangkang tiram membuat komponen organik yang terkandung dalam cangkang tereliminasi pada saat proses kalsinasi berlangsung, sehingga kalsium karbonat (CaCO_3) terdekomposisi menjadi kalsium oksida (CaO) dengan persamaan reaksi $\text{CaCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{CaO} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g})$ (Gergely, 2019). Serbuk CaO dikonversi dengan bantuan aquades menghasilkan larutan kalsium hidroksida ($\text{Ca} (\text{OH})_2$) sebagai bahan dasar sintesis HAp.

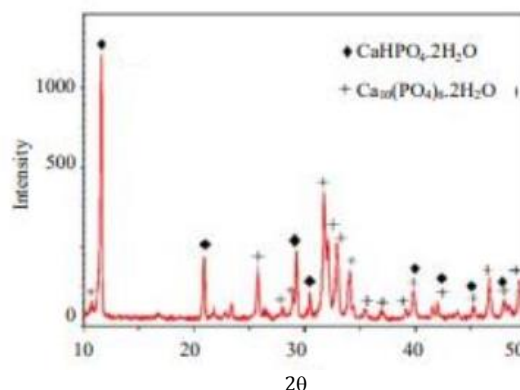
B. Sintesis Hidroksiapatit

Proses pembentukan hidroksiapatit dapat dibuktikan dengan melakukan pengujian menggunakan XRD. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa fasa hidroksiapatit telah berhasil disintesis dari serbuk cangkang tiram. Pembentukan fasa hidroksiapatit ini berasal dari senyawa $\text{Ca} (\text{OH})_2$ yang direaksikan dengan asam fosfat mengalami perubahan fasa menjadi hidroksiapatit (Gergely dkk, 2019). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sawittree (2014) yang berhasil mensintesis hidroksiapatit dari cangkang tiram jenis *Crassostrea glomerata* yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola Difraksi Hasil Karakterisasi XRD Hidroksiapatit (a) hasil penelitian hidroksiapatit dari Canggang tiram *Crassostrea glomerata* (b) *database* (Sawittree, 2014)

Agung, dkk (2020) juga telah berhasil melakukan sintesis hidroksiapatit tiram jenis *Anodonta nuttalliana* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pola Difraksi Hasil Karakterisasi Sintesis Hidroksiapatit dari Jenis Tiram *Anodontanuttaliana* (Agung dkk, 2020)

Dari hasil karakterisasi dengan XRD, Sari, R.N., dkk (2022) juga berhasil mensintesis hidroksiapatit dengan bahan baku kalsium dari limbah cangkang kerang simping (*Amusium pleuronectes*) melalui variasi suhu dan waktu kalsinasi.

Berdasarkan hasil penelitian serta kajian pemanfaatan jenis cangkang tiram dan kerang lainnya maka terlihat bahwa telah berhasil disintesis hidroksiapatit dengan memanfaatkan limbah cangkang tiram dan kerang sebagai sumber kalsium. Dengan demikian limbah cangkang tiram (*Crassostrea gigas*) berpeluang pemanfaatannya sebagai sumber kalsium dalam sintesis bahan biomaterial berbasis hidroksiapatit.

C. Morfologi Permukaan dan Komposisi Unsur dalam Hidroksiapatit

Karakterisasi morfologi permukaan menggunakan SEM dapat dilihat pada Gambar 3, pada sampel hidroksiapatit tanpa sintering dan setelah disintering 900°C. Terlihat bahwa tidak ada perubahan yang signifikan morfologi permukaan hidroksiapatit sebelum dan sesudah disintering, dapat diamati sampel hidroksiapatit teraglomerasi. Terbentuknya aglomerasi pada sampel hidroksiapatit hasil sintesis pada penelitian ini dikarenakan pada proses pengayakan sampel yang diamati adalah yang lolos 200 mesh, sehingga ukuran partikel yang berbeda menyebabkan permukaan tidak homogen.

Sari, R.N., dkk (2022) juga melaporkan bahwa hasil sintesis hidroksiapatit dengan bahan baku kalsium dari limbah cangkang kerang simping (*Amusium pleuronectes*) melalui variasi suhu dan waktu kalsinasi, menghasilkan morfologi hidroksiapatit yang cenderung berbentuk aglomerasi, yang dipengaruhi oleh sifat higroskopisnya. Sifat higroskopis tersebut menyebabkan adanya proses chemisorption membentuk jembatan O-H pada gugus hidroksil apatit dan antar partikel membentuk ikatan secara fisik melalui ikatan Van Der Waals.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat komposisi unsur pada hidroksiapatit tanpa sintering dan setelah disintering dengan suhu 900°C. Terdapat beberapa kandungan unsur pada hidroksiapatit yaitu unsur Calcium (Ca), Fosfat (P), dan Oksigen (O) merupakan kandungan tertinggi dengan impuritas yang berasal dari unsur Natrium (Na). Unsur Carbon (C) dan Aluminium (Al) yang terdeteksi berasal dari pita carbon yang digunakan sebagai media konduktif dan stub holder Aluminium. Kohn (2004) menyatakan komposisi unsur utama penyusun hidroksiapatit adalah Ca, P, H, dan O, dengan rasio ideal Ca/P adalah 1,67. Pada penelitian ini rasio Ca/P belum memenuhi katagori ideal sehingga perlu dilakukan kajian lanjutan untuk mendapatkan karakteristik hidroksiapatit yang optimum untuk aplikasi bahan biomaterial.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*, berhasil diidentifikasi senyawa CaO dan hidrosipatit sehingga limbah cangkang tiram (*Crassostrea gigas*) dari pantai Alue Naga, di Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh berpeluang dimanfaatkan sebagai sumber kalsium dalam sintesis hidroksiapatit. Berdasarkan karakterisasi menggunakan SEM didapatkan hidroksiapatit dengan morfologi berbentuk

aglomerat. Hidroksiapatit hasil sintesis berpeluang diaplikasikan sebagai bahan biomaterial. Pada penelitian ini belum diperoleh hidroksiapatit dengan rasio Ca/P yang ideal.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, A. Z. (2015). Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Darah (*Andara granosa*) dengan proses Hidrotermal Variasi Rasio mol Ca/P dan Suhu Sintesis. *Jom FTEKNIK*, Vol.2 No.1.
- Agung, R., Elizabeth, B. E., & Martono, Y. 2(020). Biokramik Hidroksiapatit (HAp) Berbahan Dasar Cangkang Tiram Anodonta Nuttalliana dari Danau puso. *Jurnal Ipb.ac id/index php / Jhhpi*, 1110-39x.
- Gergely, G., Wéber, F., Lukacs, I., Toth, A. L. Horvath, Z. E., Mihaly, J. & Balazsi, C. (2019). Preparation and Characterization of Hydroxyapatite from Eggshell. *Ceramics International* 36 (2010) 803-806. Elsevier.
- Handayani, L. & Syaputra, F. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Nanokalsium dari cangkang Tiram (*Crassostrea gigas*). *Jurnal Ipb.ac id/index php / Jhhpi*. Vol.20 No.3.
- Iqbal, W. P., Prabowo, T. A., dan Wahyudi, B. (2020). Kinetika Reaksi Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Darah (*Andara granosa*) dengan Metode presipitasi. *Seminar nasional teknik kimia soebardjo*. XVI 2020.
- Nontji A., *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta. 1993
- Park, J., & Lakes, R.S. 2007. *Biomaterials: An Introduction*. Springer: USA. 2007
- Ratner, B.D., et all, *Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine*, 2nd Edition, Elsevier Academic Press, California. 2004
- Rini, Purwo. 2015. Sintesis Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Kepah (*Polymesoda Erosa*) Dengan Variasi Waktu Pengadukan, *Jurnal*. ISSN 23021077.
- Sari, R.N., Fransiska, D., Dewi, F.R., dan Sinurat, E. (2022). Karakteristik Sediaan Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Simpson (*Amusium pleuronectes*) dengan Perlakuan Suhu dan Waktu Sintesis. *JPB Kelautan dan Perikanan* Vol. 17 No. 1 Tahun 2022: 31-42
- Salamanu, S.A., (2017). Identifikasi Jenis Tiram Dan Keragamannya Di Daerah Intertidal Desa Haria Kecamatan Saparua Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Penelitian Sains Dan Pendidikan*. Vol 6. No. 2. (2017) 171-175
- Salsabila, I. 2018. Pengaruh variasi temperatur sintering dan variasi komposisi air dalam suspensi terhadap karakteristik lapisan hidroksiapatit (ukuran kristal, derajat kristalinitas, dan ketebalan) berbasis tulang sapi untuk aplikasi coating dental implant. *Skripsi: Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh*.
- Sawettree, R., Kumpapan, P., & Wanjonoi. 2014. Synthesis of Hydroxyapatite from Oyster Shell via Precipitation. *Energy Procedia*. 56 (2014) 112 – 117.
- Smallman, R. E., & Bishop, R. J. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material Edisi Keenam*. Erlangga, Jakarta. 2020
- Wardani, N.S., Fadli, A., dan Irdoni. (2015). Sintesis Hidroksiapatit Dari Cangkang Telur Dengan Metode Presipitasi. *JOM FT*, Universitas Riau
- Yusuf, U.K., Firda, Y.S., Ishak, P., dan Vicky, J. Hidroksiapatit berbahan dasar biogenic. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 2019