

Sintesis Hidroksiapatit dari Tulang Ikan Sapu-Sapu (*Hypostomus plecostomus*) dengan Metode Presipitasi

Sri Maulidiyah Mangkuasih, Lydia Rohmawati^(a)

Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, 60231

Email :^(a)lydiarohmawati@unesa.ac.id

Diterima (30 Juni 2021), Direvisi (27 Juli 2021)

Abstract. Fish bone contains about 62.31% CaO and 37.46% P₂O₅ so that it can be used as hydroxyapatite material. This composition is also contained in the bone of the broom fish (*Hypostomus plecostomus*) which is known from the XRF test. Therefore, the purpose of this study was to determine the phase and functional group of hydroxyapatite from broomstick fish bones. Synthesis of hydroxyapatite from broomstick fish bones using the precipitation method, namely as much as 7 grams of CaO dissolved in 100 ml of distilled water and heated at 90°C then added 100 ml of 0.6 M H₃PO₄ to obtain a clear solution. Then the solution was added with 1 M NaOH until it reached pH 10, allowed to stand for 24 hours and a precipitate was formed. After that, it was heated at a temperature of 900°C with a holding time variation of 5 hours and 7 hours and then cooled at room temperature. The results of this synthesis were characterized by XRD and FTIR. Based on the XRF results, the broom fish bone has a CaO content of 81.37%. The main phase of hydroxyapatite was formed optimally at a holding time of 7 hours and had a crystal size of 32.39 nm which was calculated based on the Scherrer equation. FTIR results show that hydroxyapatite consists of three main functional groups, namely phosphate (PO₄³⁻), hydroxyl (OH⁻) and carbonate (CO₃²⁻) in the wave range of 4000 cm⁻¹ – 500 cm⁻¹. Thus, in this study, hydroxyapatite from broom fish bones was successfully synthesized.

Keywords: Hydroxyapatite, CaO, broom fish bone, Precipitation.

Abstrak. Tulang ikan memiliki kandungan CaO sekitar 62.31% serta P₂O₅ sebesar 37.46% sehingga dapat dimanfaatkan sebagai material hidroksiapatit. Komposisi ini juga terkandung pada tulang ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*) yang diketahui dari uji XRF. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fasa dan gugus fungsi hidroksiapatit dari tulang ikan sapu-sapu. Sintesis hidroksiapatit dari tulang ikan sapu-sapu menggunakan metode presipitasi yakni sebanyak 7 gram CaO dilarutkan dengan 100 ml aquades dan dipanaskan pada suhu 90°C lalu ditambahkan 100 ml H₃PO₄ 0.6 M hingga diperoleh larutan yang jernih. Selanjutnya larutan tersebut ditambahkan dengan NaOH 1 M hingga mencapai pH 10, didiamkan selama 24 jam dan terbentuk endapan. Setelah itu dipanaskan pada suhu 900°C dengan variasi waktu tahan 5 jam dan 7 jam lalu didinginkan pada suhu ruang. Hasil sintesis ini dikarakterisasi XRD dan FTIR. Berdasarkan hasil XRF tulang ikan sapu-sapu memiliki kandungan CaO sebesar 81.37%. Fasa utama hidroksiapatit terbentuk optimum pada waktu tahan 7 jam dan memiliki ukuran kristalit sebesar 32.39 nm yang dihitung berdasarkan persamaan Scherrer. Hasil FTIR menunjukkan bahwa hidroksiapatit terdiri dari tiga gugus fungsi utama yaitu fosfat (PO₄³⁻), hidroksil (OH⁻) dan karbonat (CO₃²⁻) pada rentang gelombang 4000 cm⁻¹ – 500 cm⁻¹. Dengan demikian pada penelitian ini hidroksiapatit dari tulang ikan sapu-sapu berhasil disintesis.

Kata kunci : Hidroksiapatit, CaO, Tulang ikan sapu-sapu, Presipitasi.

PENDAHULUAN

Hidroksiapatit Ca₅HO₁₃P₃ merupakan senyawa kalsium fosfat yang menjadi

komponen organik dari tulang dan gigi yang bersifat bioaktif. Material ini berpotensi sebagai pelapis dalam implantasi komposit. Hidroksiapatit memiliki dua

struktur yaitu monoklinik dan heksagonal [1]. Umumnya hidroksiapatit dimanfaatkan dalam berbagai bidang kesehatan diantaranya sebagai pembentukan jaringan keras [2]. Selain itu, hidroksiapatit dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap gelombang radar [3]. Struktur dan komposisi hidroksiapatit memiliki kesamaan dengan komponen anorganik keramik dan polimer sehingga mudah berikat dengan keramik serta bersifat biokompatibel [4], dan feromagnetik[5].

Hidroksiapatit dapat disintesis dari tulang ikan, diantaranya tulang ikan patin (*Pangasius Nasutus*) [6], tulang ikan lamuru (*Sardinella Longiceps*) [7], dan tulang ikan tuna (*Thunnus Albacores*) [8]. Umumnya tulang ikan memiliki kandungan CaO sekitar 62.31% serta P₂O₅ sebesar 37.46% sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium dalam sintesis hidroksiapatit [9] dan komposisi ini juga terkandung pada tulang ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*). Ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*) merupakan spesies ikan yang berasal dari sungai Amazon di Amerika Selatan. Namun saat ini keberadaan ikan sapu-sapu sudah tersebar di berbagai negara termasuk Indonesia. Ikan jenis ini mampu bertahan hidup di lingkungan sungai yang tercemar logam berat seperti cadmium (Cd), merkuri (Hg), dan timbal (Pb). Hal ini dikarenakan ikan sapu-sapu memiliki alat pernafasan tambahan berupa labirin [10]. Kemampuan beradaptasi yang tinggi ini menyebabkan ikan sapu-sapu dapat menjadi hama di perairan sungai.

Di dalam daging ikan sapu-sapu terdeteksi kandungan cadmium (Cd), merkuri (Hg), timbal (Pb) dan logam Arsen (As) yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM-RI) [10]. Sehingga daging ikan sapu-sapu tidak layak untuk dikonsumsi, namun tulang ikan sapu-sapu dapat dimanfaatkan

sebagai sumber kalsium dalam pembuatan sintesis hidroksiapatit. Tulang ikan sapu-sapu merupakan limbah perikanan anorganik yang terdiri dari komponen hidroksiapatit [7]. Sintesis hidroksiapatit dari tulang ikan dapat dilakukan dengan berbagai metode yakni metode hidrotermal, *sol gel*, *solid solution* dan metode presipitasi [5]. Proses sintesis yang berbeda akan menghasilkan hidroksiapatit yang berbeda pula seperti ukuran partikel dan homogenitas ukuran partikel. Namun dari berbagai metode tersebut metode presipitasi adalah metode yang sering digunakan karena dianggap lebih mudah, membutuhkan reaksi kimia yang sederhana serta ukuran dan homogenitas partikel yang didapat relatif cukup baik [9]. Dengan demikian, pada penelitian ini dilakukan sintesis hidroksiapatit dari tulang ikan sapu-sapu menggunakan metode presipitasi. Hasil sintesis dari penelitian ini diharapkan sampel memiliki fase utama dan gugus fungsi dari hidroksiapatit.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam proses sintesis hidroksiapatit dari tulang ikan sapu-sapu adalah *stirrer*, neraca, oven, *furnace*, corong *Buchner*, labu takar 1000 ml, gelas ukur 100 ml, mortar dan alu, statif dan klem, spatula, pipet tetes, pinset, ayakan 200 mesh. Aquades, H₃PO₄ Merck 85%, aseton Merck 99%, pH meter, kertas saring whatman, NaOH Merck 98%, limbah tulang ikan sapu-sapu.

Preparasi Sampel

Tulang ikan dicuci kemudian direbus selama 2 jam dan dipotong kecil-kecil agar lebih cepat dalam proses pengeringan kemudian dikeringkan selama 4 hari. Setelah itu, daging yang masih menempel dibersihkan lalu dicuci dengan aquades. Kemudian dikeringkan kembali. Tulang

ikan direndam dengan aseton selama 3 hari dan diuapkan pada suhu kamar. Selanjutnya dikeringkan di dalam oven selama 4 jam pada suhu 105°C dan hasilnya digerus hingga diperoleh ukuran yang homogen.

Sintesis Kalsium Oksida (CaO)

Sebanyak 80 gram tulang ikan dikeringkan di dalam oven selama 2 jam suhu 150°C. Setelah itu, dipanaskan di dalam *furnace* pada suhu 900°C selama 5 jam, didinginkan pada suhu ruang kemudian hasilnya dihaluskan dan di ayak, sehingga diperoleh serbuk CaO yang homogen. Selanjutnya serbuk CaO tersebut dikarakterisasi menggunakan *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence* (EDXRF) untuk mengetahui persentase kandungan dari CaO.

Sintesis Hidroksiapatit

Sebanyak 7 gram serbuk CaO dimasukkan ke dalam gelas kimia 300 ml dan ditambahkan 100 ml aquades. Setelah itu larutan dipanaskan pada suhu 90°C, diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 700 rpm lalu ditambahkan 100 ml H₃PO₄ 0,6 M menggunakan buret hingga diperoleh larutan yang jernih. NaOH 1 M ditambahkan ke dalam larutan tersebut hingga mencapai pH 10, didiamkan selama 24 jam dan terbentuk endapan. Proses selanjutnya, endapan disaring dan dicuci dengan aquades kemudian dikalsinasi pada suhu 900°C dengan variasi waktu tahan selama 5 jam dan 7 jam. Serbuk hasil dari penelitian ini dikarakterisasi XRD untuk mengetahui fase utama hidroksiapatit dan dilanjutkan dengan karakterisasi FTIR.

Teknik karakterisasi dan analisis data X-Ray Fluorescence (XRF)

Karakterisasi XRF dilakukan untuk menguji kandungan unsur suatu bahan mulai dari natrium hingga uranium. Sampel yang diuji dapat berbentuk padat serbuk

dan cair. Alat XRF yang digunakan adalah merk Panalytical tipe Minipal 4. Hasil yang didapatkan berupa tabel yang berisi kandungan unsur beserta persentasenya.

X-Ray Diffraction (XRD)

Jenis fasa dan kristalisasi hidroksiapatit dianalisis menggunakan XRD tipe XPert MPD system. Tegangan 40 Kv, sumber radiasi Cu 35 mA dan sudut 2 θ 0° - 80°. Sampel yang diuji berupa sampel serbuk. Hasil karakterisasi XRD dianalisis menggunakan *software Match!* untuk mengetahui fasa yang muncul pada setiap puncak. Serta mengidentifikasi lebar puncak dan intensitas maksimum dari fasa utama yang terbentuk. Ukuran kristal Hidroksiapatit dapat ditentukan dengan persamaan *scherrer* yang dirumuskan sebagai berikut :

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (1)$$

D merupakan ukuran kristal, K merupakan faktor bentuk dari kristal (0,9-1), λ merupakan panjang gelombang sinar X (0.154056 Å), β merupakan nilai dari FWHM (rad), dan θ adalah sudut difraksi (derajat) [11].

Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Karakterisasi FTIR berguna untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan ikatan kimia yang dimiliki oleh material yang menyerap berkas cahaya inframerah pada panjang gelombang tertentu. Alat karakterisasi FTIR yang digunakan adalah merk Shimadzu tipe IR Prestige 21 dengan rentang gelombang 4000 cm⁻¹-500 cm⁻¹. Berdasarkan karakterisasi tersebut didapatkan spektrum FTIR dari grafik hubungan Modus pemancar (%T) dan bilangan gelombang (cm⁻¹), sehingga bilangan gelombang yang didapat dibandingkan dengan referensi jurnal untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil karakterisasi XRF

Tabel 1.Data analisis XRF tulang ikan sapu-sapu.

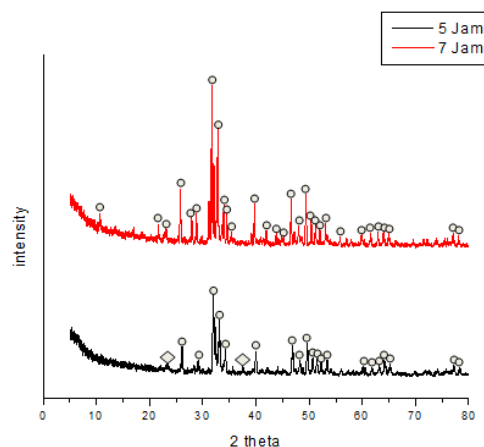
No.	Senyawa	Konsentrasi (%)
1	CaO	81.37
2	P ₂ O ₅	16.5
3	Fe ₂ O ₃	0.093
4	CO ₃ O ₄	0.056
5	Sro	0.46
6	Ln ₂ O ₃	1.1
7	Er ₂ O ₃	0.03
8	Tm ₂ O ₃	0.35

Berdasarkan hasil karakterisasi XRF terdapat beberapa senyawa yang terdapat pada tulang ikan sapu-sapu (**Tabel 1**). Senyawa CaO yang terkandung dalam tulang ikan sapu-sapu cukup tinggi yaitu sebanyak 81.37%. Umumnya tulang ikan mengandung CaO sebesar 62.31% [9]. Dengan adanya kandungan CaO yang tinggi maka tulang ikan sapu-sapu (*Hypostomus Plecostomus*) berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan dasar sintesis hidroksiapatit.

Hasil karakterisasi XRD

Hasil karakterisasi XRD hidroksiapatit dengan waktu tahan 5 jam dan 7 jam ditunjukkan pada **Gambar 1**. Berdasarkan data kualitatif menggunakan *software match!*, sampel hasil sintesis pada kalsinasi 5 jam menunjukkan fasa hidroksiapatit pada sudut dan *hkl* yang dapat dilihat pada **Tabel 2**. Analisis tersebut sesuai dengan data PDF nomor 96-900-2216. Namun pada hasil sintesis selama 5 jam ini, masih ada impuritas berupa senyawa CaCO₃ yakni pada sudut 23.35° dan 37.55°.

Berbeda dengan sampel hasil sintesis dengan kalsinasi 7 jam dimana fase utama hidroksiapatit terbentuk secara optimal, bahkan pada sudut 10.71°, 21.71°, dan 22.80° muncul puncak baru yang menunjukkan fase hidroksiapatit. Analisis ini sesuai dengan PDF nomor 96-901-3628.



Gambar 1. Hasil XRD hidroksiapatit kalsinasi 5 jam dan 7 jam, (o) hidroksiapatit, (◇) impuritas (CaCO₃).

Tabel 2. Nilai *hkl* kalsinasi 5 jam.

No.	Sudut (2θ)	Nilai <i>hkl</i>
1	26.07	111
2	28.09	210
3	31.97	211
4	32.40	112
5	33.09	300
6	34.28	202
7	39.97	310
8	48.26	221
9	49.58	013
10	50.58	211
11	51.39	131
12	52.27	311
13	53.33	313
14	56.03	302
15	61.81	122
16	63.05	200
17	64.12	100
18	65.12	031
19	65.37	111
20	78.27	033
21	78.47	222

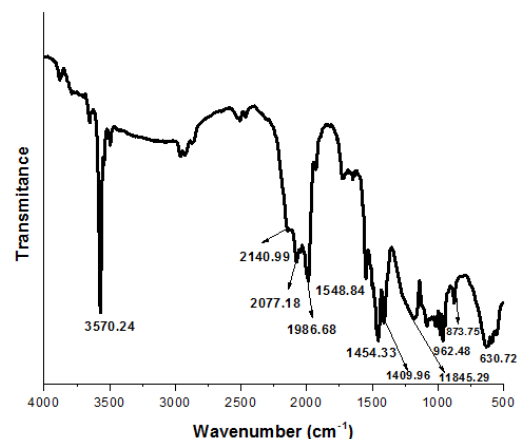
Sudut dan *hkl* fasa hidroksiapatit untuk sampel 7 jam dapat dilihat pada **Tabel 3**. Lamanya waktu tahan mempengaruhi proses difusi sehingga lebih mudah terbentuk dan teridentifikasi fase utama [12]. Dengan demikian pada penelitian ini, fase utama hidroksiapatit terbentuk pada sampel dengan kalsinasi selama 7 jam. Ukuran kristalit dari sampel ini dapat dihitung menggunakan persamaan *Scherrer* dan diperoleh sebesar 32.39 nm.

Tabel 3. Nilai *hkl* kalsinasi 7 jam.

No.	Sudut (2θ)	Nilai <i>hkl</i>
1	10.71	101
2	21.71	200
3	22.80	111
4	25.82	002
5	27.99	022
6	28.86	210
7	31.72	211
8	32.88	112
9	33.99	300
10	35.45	202
11	35.80	301
12	39.76	310
13	43.77	311
14	45.20	133
15	46.61	033
16	48.01	222
17	50.42	312
18	51.20	213
19	51.99	321
20	52.16	302
21	53.09	033
22	55.78	004
23	59.88	322
24	61.58	033
25	62.93	202
26	63.89	033
27	64.09	211
28	64.29	111
29	77.10	033
30	78.12	222

Hasil karakterisasi FTIR

Hasil karakterisasi sintesis hidroksiapatit dengan waktu kalsinasi 7 jam pada rentang gelombang $4000\text{ cm}^{-1} - 500\text{ cm}^{-1}$ dapat dilihat pada **Gambar 2**. Karakteristik hidroksiapatit tersusun atas tiga gugus fungsi utama yaitu fosfat (PO_4^{3-}), hidroksil (OH^-) dan karbonat (CO_3^{2-}) [13]. Intensitas tertinggi terdeteksi pada gugus OH^- . Gugus tersebut terdeteksi pada rentang gelombang 3570.24 cm^{-1} , 2140.99 cm^{-1} , 2077.18 cm^{-1} dan 1986.68 cm^{-1} . Gugus PO_4^{3-} terletak pada rentang gelombang 1548.84 cm^{-1} , 1454.33 cm^{-1} , 1409.96 cm^{-1} , 11845.29 cm^{-1} , 962.48 cm^{-1} , 873.75 cm^{-1} dan 630.72 cm^{-1} . Puncak tersebut menunjukkan ikatan gugus fosfat dari vibrasi gugus P-O.

**Gambar 2.** Hasil FTIR hidroksiapatit kalsinasi 7 jam**Tabel 4.** Nilai gugus fungsi hasil analisis FTIR

Eksperimen (cm^{-1})	Referensi (cm^{-1})	Jenis Ikatan
3570.24	3570 [13]	OH^-
2140.99 - 1986.68	3000 – 1700 [14]	OH^-
1548.84 - 1409.96	1550 – 1400 [15]	CO_3^{2-}
11845.29 - 630.72	1100 – 460 [4]	PO_4^{3-}

Sedangkan Gugus karbonat (CO_3^{2-}) muncul pada bilangan gelombang 1548.84 cm^{-1} , 1454.33 cm^{-1} dan 1409.96 cm^{-1} . Untuk lebih jelasnya, nilai gugus fungsi beserta jenis ikatan hidroksiapatit dapat disajikan pada **Tabel 4**.

Keberadaan gugus karbonat (CO_3^{2-}) berasal dari reaksi CaO dengan CO_2 yang berada di udara bebas [12]. Gugus karbonat (CO_3^{2-}) dapat teridentifikasi dalam struktur hidroksiapatit dengan mensubstitusikan ion hidroksil atau fosfat sehingga membentuk struktur karbonat-hidroksiapatit. Terbentuknya struktur tersebut tidak mempengaruhi fungsi hidroksiapatit dikarenakan senyawa kalsium dan fosfat telah mengalami kalsinasi pada suhu 900°C sehingga memiliki struktur yang stabil [4]. Dari hasil analisis FTIR munculnya ketiga gugus fungsi tersebut menunjukkan bahwa hidroksiapatit telah berhasil disintesis dengan kalsinasi 7 jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka pada penelitian ini sintesis hidroksiapatit dari tulang ikan sapu-sapu menggunakan metode presipitasi berhasil dilakukan. Hasil XRF menunjukkan tulang ikan sapu-sapu memiliki kandungan CaO sebesar 81.37%. Hasil analisis XRD diperoleh fasa utama hidroksiapatit terbentuk pada kalsinasi 900°C selama 7 jam. Hidroksiapatit tersebut memiliki ukuran kristalit sebesar 32.39 nm. Hasil FTIR menunjukkan bahwa hidroksiapatit terdiri dari tiga gugus fungsi utama yaitu fosfat (PO_4^{3-}) terdapat pada bilangan gelombang 11845.29 cm^{-1} - 630.72 cm^{-1} , karbonat (CO_3^{2-}) pada bilangan gelombang 1548.84 cm^{-1} - 1409.96 cm^{-1} dan hidroksil (OH^-) pada rentang bilangan gelombang 3570.24 cm^{-1} - 1986.68 cm^{-1} .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. P. Ningsih, N. Wahyuni, and L. Destiarti, "Sintesis Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Kepah (Polymesoda erosa) Dengan Variasi Waktu Pengadukan," *J. Kim. Khatulistiwa*, vol. 3, no. 1, pp. 22–26, 2014.
- [2] J. Juraida, M. Sontang, E. A. Ghapur, and M. I. N. Isa, "Preparation And Characterization Of Hydroxyapatite From Fishbone," pp. 76–82, 2011.
- [3] E. Ghanim Fadhallah, F. Elka, N. Aziezah Hapsari, S. Darmo Atmojo, and B. Irianto, "Prototype teknologi siluman (stealth) material organik penyerap gelombang radar dari komposit polimer chitosan-hidroksiapatit untuk aplikasi peralatan militer wilayah perbatasan," *Pekan Ilm. Mhs. Nas. Progr. Kreat. Mhs.*, 2013.
- [4] N. Demirkol, F. N. Oktar, and E. S. Kayali, "Mechanical and microstructural properties of sheep hydroxyapatite (SHA)-niobium oxide composites," *Acta Phys. Pol. A*, vol. 121, no. 1, pp. 274–276, 2012, doi: 10.12693/APhysPolA.121.274.
- [5] B. S. Purwasmita and R. S. Gultom, "Sintesis Dan Karakterisasi Serbuk Hidroksiapatit Skala Sub-Mikron Menggunakan Metode Presipitasi," *J. Bionatura*, vol. 10, no. 2, pp. 155–167, 2008.
- [6] P. Pangasius and N. Melalui, "Sintesis Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan," vol. 4, no. 1, pp. 12–16.
- [7] A. Amin and M. Ulfah, "Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Lamuru (Sardilnella Longiceps) - Kitosan Sebagai Bone Filler," *Jf Fik Uinam*, vol. 5, no. 1, pp. 9–15, 2017.
- [8] S. Chadijah, Hardiyanti, and Sappewali, "Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Tuna (Thunnus albacores) Dengan XRF, FTIR, dan XRD," *Al-Kimia*, vol. 6, no. 2, 2018.
- [9] M. Mutmainnah, S. Chadijah, and W. O. Rustiah, "Hidroksiapatit dari Tulang Ikan Tuna Sirip Kuning (Tunnus albacores) dengan Metode Presipitasi," *Al-Kimia*, vol. 5, no. 2, pp. 119–126, 2017, doi: 10.24252/al-kimia.v5i2.3422.
- [10] S. Pterygoplichthys, I. P. Kaca, and G. Wahyudewantoro, "Yang Bersifat Invasif Di Indonesia (Sailfin

- Armoured Catfish , *Pterygoplichthys* spp .: A Tank Cleaner has Become One of the Invasive Fish in Indonesia) Pendahuluan,” vol. 2, no. November, pp. 22–28, 2018.
- [11] S. U. Dewi and K. Dahlan, “Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Menggunakan Analisis X - Ray Diffraction,” pp. 10–13, 2011.
- [12] J. L. Otto *et al.*, “Effect of phase formation due to holding time of vacuum brazed AISI 304L/NiCrSiB joints on corrosion fatigue properties,” *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 9, no. 5, pp. 10550–10558, 2020, doi: 10.1016/j.jmrt.2020.07.047.
- [13] A. A. Hamidi, M. N. Salimi, and A. H. M. Yusoff, “Synthesis and characterization of eggshell-derived hydroxyapatite via mechanochemical method: A comparative study Synthesis and Characterization of Eggshell-Derived Hydroxyapatite via Mechanochemical Method: A Comparative Study,” vol. 020045, no. 2017, 2020, doi: 10.1063/1.4981867.
- [14] K. Adi Puspa and D. Asmi, “Sintesis dan Karakterisasi Biokeramik Hidroksiapatit Bahan Tulang Sapi pada Suhu 800-1100,” *Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 02, no. 02, pp. 125–130, 2014.
- [15] W. I' anatul, S. Wardhani, and Darjito, “Sintesis Hidroksiapatit Dari Tulang Sapi Dengan Metode Pengendapan Basah,” *Kim. Student J.*, vol. 1, no. 1, pp. 92–97, 2014.

Sri Maulidiyah Mangkuasih, dkk : Sintesis Hidroksiapatit dari Tulang Ikan Sapu-sapu (*Hypostomus Plecostomus*) Dengan Metode Presipitasi