

Pengaruh Variasi Waktu Tahan Sintering Terhadap Hidroksiapatit Berpori dari Tulang Ikan Tenggiri (*Scomberomorus guttatus*)

Lia Anggresani, Rizka Afrina, Armini Hadriyati, Rahmadevi, Mukhlis Sanuddin

¹Prodi Farmasi, STIKES Harapan Ibu Jambi

Detail Artikel

Diterima : 29 Februari 2020

Direvisi : 1 April 2020

Diterbitkan : 25 April 2020

Kata Kunci

Hidroksiapatite berpori

Kitosan

Tulang ikan tenggiri

Waktu tahan sintering

Penulis Korespondensi

Nama: Lia Anggresani

Afiliasi: STIKES Harapan Ibu

Jambi

Email: anggresani@yahoo.com

terbentuk senyawa hidroksiapatite pengendapan 24jam terbentuk senyawa hidroksiapatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ murni. Analisa SEM dilakukan pada variasi waktu sintering 4,5 dan 6 jam didapatkan morfologi yang tidak seragam. Hasil PSA pada waktu 4jam $0,873\mu\text{m}$, 5jam $0,808\mu\text{m}$ dan 6jam $1,123\mu\text{m}$. Uji Hardness Tester pada waktu 4jam 50 N, 5jam 54,1 N dan 6 jam 32,6 N. Dapat disimpulkan bahwa variasi waktu tahan sintering mempengaruhi sifat mekanik dan pada variasi lama pengendapan akan mempengaruhi pembentukan senyawa hidroksiapatite.

ABSTRACT

Mackerel fish bones contain calcium and phosphorus. So that fish bones can be made porous hydroxyapatite biomaterial, porous Hydroxyapatite is suitable for bone reconstruction. The pore formed functions as a medium for the formation of bone tissue that grows to increase bone regeneration. This study aims to look at the effect of variations in the sintering resistant time of porous hydroxyapatite on mackerel fish bones. CaO powder is made from fish bones soaked using NaOH and acetone and then mixed with 800°C . CaO powder added H_3PO_4 . Set the pH to 10 by adding NaOH then 900°C refined with a deposition time of 12 and 24 hours and then analyzed by XRD. Hydroxyapatite obtained was added with chitosan polymer. then analyzed with SEM, PSA and Hardness tester. XRF analysis results obtained CaO 50,814%. XRD results on 12 hours deposition of pure hydroxyapatite and tricalcium bis (phosphate (V)) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ compounds, while 24 hours deposition of pure hydroxyapatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ compounds were formed. and 6 hours obtained non-uniform morphology, PSA results at 4 hours $0.873\mu\text{m}$, 5 hours $0.808\mu\text{m}$ and 6 hours $1.123\mu\text{m}$ Hardness Tester test at 4 hours 50 N, 5 hours 54.1 N and 6 hours 32.6 N. It can be concluded that variation of sintering

holding time affects the mechanical properties and the variation of the depositional time will affect the formation of hydroxyapatite compounds.

PENDAHULUAN

Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commerson*) biasanya digunakan sebagai makanan sejenis lainnya yang hanya memanfaatkan dagingnya saja. Selama ini tulang ikan masih menjadi limbah dari sebagian besar industri perikanan. Sehingga dapat dipastikan bahwa tulang ikan tenggiri yang belum dimanfaatkan hanya akan menjadi limbah oleh setiap industri perikanan (Mutmainnah, Chadijah, & Rustiah, 2018). Namun Tulang mengandung unsur seperti kalsium dan fosfor, kalsium yang terkandung dalam tulang berupa 7,07% CaCO_3 , 1,96% CaF_2 , dan 58,30% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Kalsium dan fosfor merupakan unsur utama pembentuk hidroksiapatit sehingga tulang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam sintesis hidroksiapatit (Saputra, Fadli, & Amri, 2016).

Tulang ikan merupakan salah satu bentuk sisa yang dihasilkan dari pengolahan ikan yang memiliki kandungan kalsium terbanyak yang ada dalam tubuh ikan. Maka dari itu limbah dari tulang ikan memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan yang kaya akan kalsium (Aisyah, Mamat, Rosufila, & Ahmad, 2012). Beberapa tulang ikan yang telah dimanfaatkan ialah tulang ikan tuna, ikan lele, dan ikan patin dimana tulang ikan tersebut dimanfaatkan untuk pembuatan tepung (Marta'ati, 2015).

Hidroksiapatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan komponen mineral penyusun jaringan keras (*hard tissue*) sebagai bahan rehabilitasi utama pada tubuh manusia seperti tulang dan gigi diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan sel-sel yang akan melanjutkan fungsi daur kehidupan jaringan yang digantikan, salah satu bahan yang sedang dikembangkan sebagai biomaterial sintesis adalah biokeramik yang terdapat kalsium dan fosfor (Anggresani, 2007), mensintesis hidroksiapatit juga dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya adalah presipitasi. Presipitasi yang menghasilkan padatan kristalin yang hasilnya berupa garam dan air, terjadi karena adanya reaksi asam-basa. Beberapa kelebihan dari presipitasi dalam sintesis hidroksiapatit berpori adalah reaksi kimia serta ukuran yang relatif sederhana dan homogenitas ukuran partikel yang didapat cenderung cukup baik, tingkat homogenitas partikel yang baik, komposisi yang tinggi dapat dicapai dengan mudah pada suhu rendah, ekonomis, dan proses yang sangat sederhana (Amalia *et al.*, 2018).

Pada penelitian yang telah dilakukan (Dinar, Meylani, Izak, & Siswanto, 2012) tentang optimasi parameter waktu sintering pada pembuatan hidroksiapatit berpori untuk aplikasi *bone filler* pada kasus kanker tulang, dapat melihat variasi lama waktu sintering 4 jam, 5 jam, dan 6 jam. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sifat *hardness tester*, hidroksiapatit makropori mengalami peningkatan seiring dengan penambahan waktu sintering. Peningkatan kekuatan pada hidroksiapatit berpori juga dapat dilakukan dengan penambahan suhu sintering dan lama waktu sintering. Proses sintering merupakan pemanasan (pembakaran material atau bahan) dengan cara memanaskannya tidak sampai melampaui titik lelehnya, terakhir juga dapat disebut sebagai pemadatan dari bahan yang dibentuk pada temperature tinggi, Sintering dapat dilakukan di bawah titik leleh, sehingga fasa cair tidak dapat terjadi. Penambahan waktu sintering akan membuat material menjadi lebih padat, adapun pengoptimalan dengan penambahan variasi lama waktu sintering bertujuan untuk mendapatkan hidroksiapatit berpori dengan ukuran diameter pori dan porositas yang efektif untuk pertumbuhan tulang baru dan

meningkatkan sifat mekanik *hardness tester* yang sesuai dengan standart aplikasi medis (Nurmanta, Izak, & Ady, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh variasi waktu tahan sintering dalam pembuatan hidroksiapatit berpori dari limbah tulang ikan tenggiri dengan menggunakan metode presipitasi.

METODE PENELITIAN

Pembentukan Bubuk Tulang Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commerson*) (CaO)

Tulang ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*) sebanyak 3 Kg dibersihkan dan direbus selama 45 menit. Kemudian direndam dalam 3 L larutan NaOH 0,1% selama 7 jam, tiriskan dan kemudian direndam dalam wadah yang berisi 3 L aseton 25% selama 8 jam. Kemudian, tulang ditiriskan dan dijemur dibawah sinar matahari selama 4 hari. Selanjutnya, tulang ikan kering yang telah dihancurkan di ambil 200 gr dipanaskan pada temperatur 800°C selama 3 jam, Serbuk yang dihasilkan dianalisis dengan XRF (*X-Ray Flouresence*).

Sintesis Hidroksiapatit

CaO ditimbang sebanyak 7,4094 gram. Kemudian dimasukkan dalam gelas kimia 300 mL dan ditambahkan 100 mL aquades sehingga akan terbentuk suspensi. Setelah itu, dilakukan pengadukan dengan kecepatan 700 rpm selama 1 jam pada suhu 90°C dan ditambahkan dengan larutan asam posfat 0,6 M sebanyak 100 mL secara perlahan dengan kecepatan 1 mL/menit menggunakan buret. Setelah larutan asam posfatnya habis, dilakukan pengadukan lanjutan kecepatan 700 rpm selama 1 jam pada suhu 90°C pH larutan diatur dengan menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) 1 M hingga mencapai pH 10. Setelah itu, larutan didiamkan selama, 12 dan 24 jam sehingga akan terbentuk endapan. Endapan yang diperoleh disaring dengan menggunakan corong buchner ±4 jam dan dicuci dengan aquades sebanyak 3 kali pencucian. Setelah itu, endapan dipanaskan selama 2 jam pada suhu 105°C dan dipanaskan pada suhu 900°C selama 5 jam, dari hidroksiapatit yang diperoleh dianalisa menggunakan XRD.

Setelah dilakukan sintesis maka hasil yang diperoleh dapat dihitung rendemennya dengan menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Bobot akhir sampel}}{\text{Bobot awal sampel}} \times 100 \%$$

Pembuatan Sampel Hidroksiapatit Berpori

Pada hidroksiapatit ditambahkan polimer kitosan, larutan Kitosan dibuat dengan 16 mg/mL dalam asam asetat 1M. Perbandingan hidroksiapatit dan kitosan yang ditambahkan yaitu 10:1 atur pH sebesar 11 dengan larutan Amonia. Kemudian aduk dengan kecepatan 300 rpm selama 5 jam, terbentuk endapan dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian lakukan penyaringan dan pencucian berulang hingga larutan netral, lalu keringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 15 jam. Sintering pada suhu 1100 °C dengan waktu sintering yang divariasikan yaitu 4 jam, 5 jam dan 6 jam yang akan menghasilkan berbentuk serbuk. Kemudian serbuk yang telah dihasilkan dianalisa menggunakan SEM,PSA dan Uji Kekerasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Sintesis Prekursor Ca

200g sampel tulang ikan tenggiri yang telah dihaluskan kemudian di *furnace* dengan suhu 800°C selama 3 jam didapatkan bubuk CaO sebanyak 119,9633 g.

$$\text{Rendemen} = \frac{119,9633g}{200g} \times 100\% = 59,98\%$$

Hasil Sintesis Senyawa Kalsium Fosfat

Tabel. 2. Hasil Sintesis Senyawa Kalsium Fosfat Dengan Lama Pengendapan 12 jam dan 24 jam.

Lama pengendapan (jam)	% Rendemen	Warna
12	$\frac{6,25g}{7,4g} \times 100\%$ = 84,45%	Putih Tulang
24	$\frac{5,24g}{7,4g} \times 100\%$ = 70,81%	Putih Tulang

Hasil Sintesis Hidroksiapatit Berpori Dengan Lama Pengendapan 24 jam

Hidroksiapatit yang telah didapatkan ditambahkan dengan larutan kitosan dan diatur pH 11 dengan larutan ammonia kemudian di *furnace* pada suhu 1100°C dengan variasi waktu 4,5 dan 6 jam.

Tabel 3. Hasil Hidroksiapatite Berpori Pada Variasi Waktu Sintering 4,5 dan 6 jam

Variasi waktu sintering (jam)	Berat sampel (g)	Berat Sampel Setelah di <i>furnace</i> (g)	Rendemen (%)
4	1	1	100
5	1	1	100
6	1	0.73	73

Hasil Analisa XRF

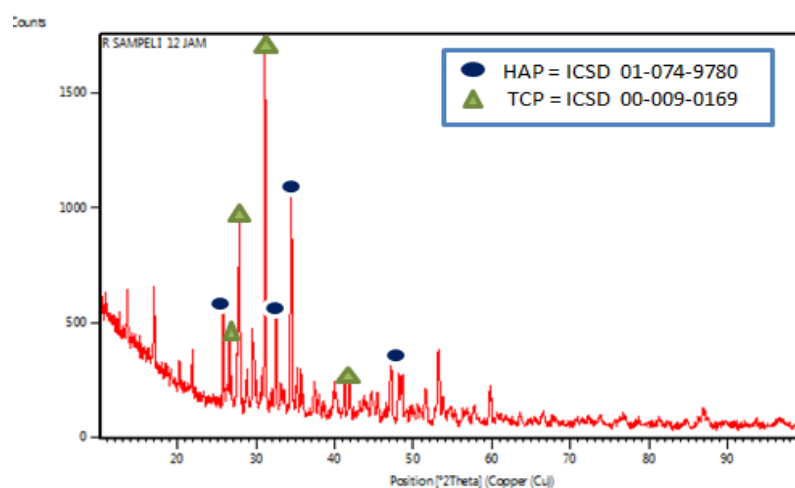
Hasil analisa XRF menyatakan bahwa CaO yang terdapat pada tulang ikan tenggiri sebesar 50,814%, yang menunjukkan bahwa tulang ikan tenggiri terdapat banyak kalsium oksida sehingga dapat dijadikan sebagai sumber kalsium pada pembuatan hidroksiapatit. Hal ini dikarenakan bahwa tulang ikan tenggiri yang digunakan pada penelitian ini memiliki sumber kalsium yang cukup rendah jika dibandingkan dengan hasil (Mutmainnah *et al.*, 2018) pada tulang ikan tuna yang sebesar 62,31 %.

Tabel 4. Hasil analisa XRF

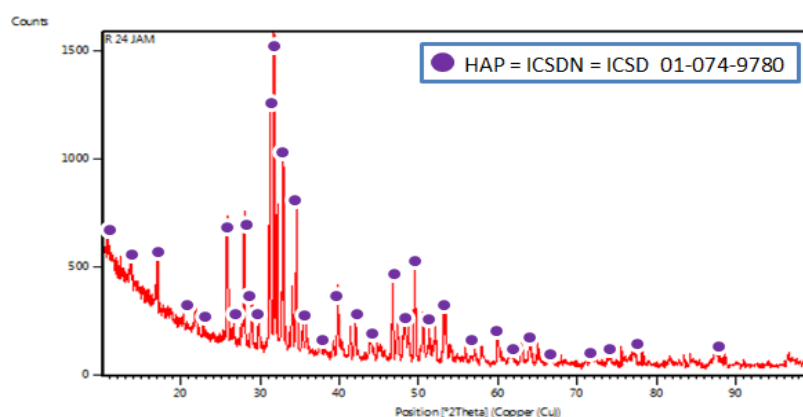
Senyawa oksida	Komposisi (%)
CaO	50,814
P ₂ O ₅	46,075
MgO	1,249
K ₂ O	0,017

Hasil Analisa XRD

Hasil analisa XRD sintesis hidroksiapatit dengan metode presipitasi dilakukan pada variasi Lama waktu pengendapan 12 jam dan 24 jam. Hasil difraktogram yang diperoleh dibandingkan dengan standar ICSD (*Inorganic Crystal Structure Database*) No. 00-009-0169 dan ICSD No 01-074-9780 pada lama pengendapan 12 jam yang menunjukkan adanya senyawa Trikalsium Fosfat [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] dapat dilihat dari nilai 2θ : 34,43; 27,81; 26,61; 41,17 dan Hidroksiapatit yang dapat dilihat dari intensitas yang tinggi pada posisi 2θ : 31,10; 32,33; 25,79; 49,94 sedangkan pada lama pengendapan 24 jam didapatkan senyawa hidroksiapatit pada 2θ : 31,71; 32,15 ; 25,85 dan 49,42 yang sesuai dengan standar ICSD No 01-074-9780.



Gambar 1. Hasil Analisa XRD pada lama pengendapan 12 jam

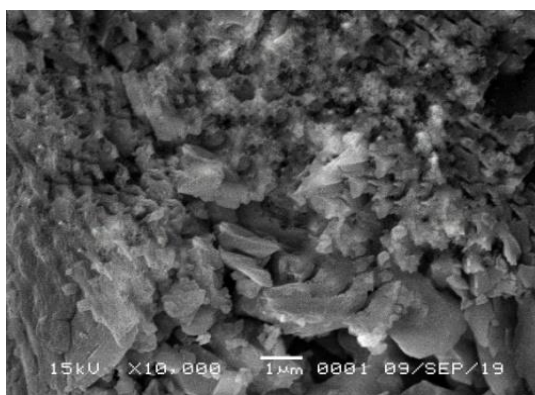


Gambar 2. Hasil Analisa XRD Lama Pengendapan 24 jam

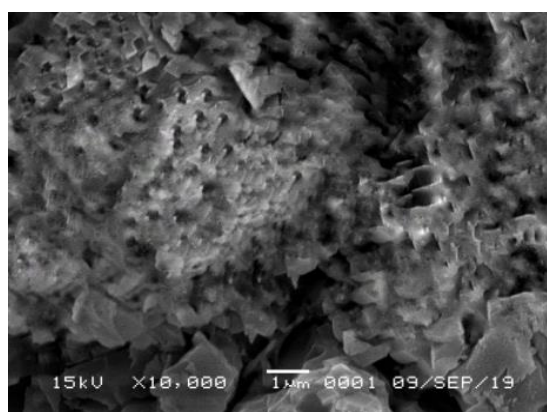
Hasil Analisa SEM Hidroksiapatite berpori

Hasil analisa SEM pada perbesaran 10.000x, didapatkan permukaan sampel berbentuk aglomerat atau penggumpalan yang tidak seragam dan terdapat pori-pori pada gumpalan. Morfologi permukaan sampel ini sesuai juga dengan penelitian hidroksiapatit yang berasal dari cangkang kerang darah (Harahap, Helwani, Zultiniar, & Yelmida, 2015). Pori-pori paling banyak terlihat pada variasi waktu tahan sintering 6 jam dibandingkan 4 dan 5 jam, dapat dilihat pada hasil SEM, ini dikarenakan bahwa semakin tinggi ukuran partikel maka pori akan terlihat

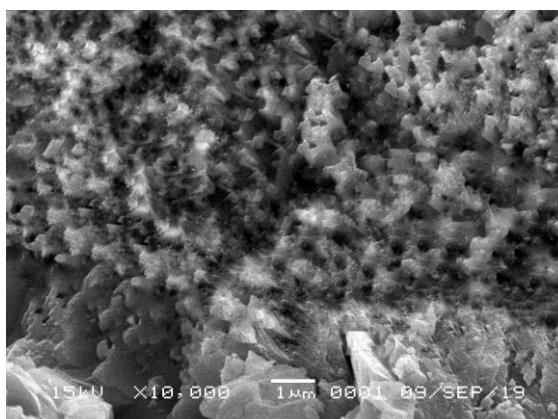
semakin banyak. Sedangkan Pada penelitian (Rini *et al.*, 2014) tentang hidroksiapatit berpori dari kulit kerang tidak mendapatkan pori-pori tetapi terdapat bongkahan yang tidak seragam.



Gambar 3 .Hasil Analisa perbesaran 10.000x dengan waktu 4jam



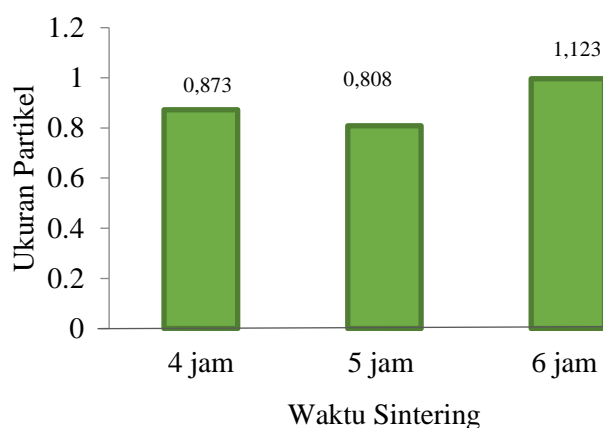
Gambar 4 .Hasil Analisa perbesaran 10.000x dengan waktu 5 jam



Gambar 5. Hasil Analisa perbesaran 10.000x dengan waktu 6 jam

Hasil Analisa PSA Hidroksiapatit Berpori

Analisa PSA dilakukan pada lama pengendapan 24 jam dikarenakan hidroksiapatit terbentuk pada waktu ini. Hasil analisa PSA diperoleh dengan variasi waktu tahan 4 jam 0,873 μm , 5 jam 0,808 μm dan 6 jam 1,123 μm . Hasil PSA pada hidroksiapatit berpori diperoleh ukuran partikel yang terkecil pada variasi waktu sintering adalah 5 jam. Hal ini menunjukkan bahwa pada sampel hidroksiapatit berpori dapat terjadi penurunan ukuran partikel sesuai dengan kenaikan lama waktu sintering, karena selama proses sintering berlangsung, terjadi penggabungan butiran atau partikel sehingga material menjadi lebih padat. Semakin lama waktu yang diberikan pada proses sintering maka ukuran poripori akan menjadi lebih kecil (Dinar *et al.*, 2012)



Grafik 1. Hasil Analisa PSA Hidroksiapatit berpori terhadap waktu tahan Sintering

Hasil Analisa *Hardness Tester*

Hasil Analisa uji kekerasan dilakukan pengukuran menggunakan *Hardness Tester*, maka berdasarkan hasil yang diperoleh nilai uji kuat tekan yang berbeda-beda untuk ketiga sampel dengan lama waktu tahan sintering yang berbeda, pada hasil yang didapat nilai yang paling tinggi ditunjukkan pada variasi waktu 5 jam, dapat diketahui bahwa lama waktu sintering mempengaruhi sifat mekanik sampel dimana nilai *Hardness tester* sampel akan meningkat sesuai dengan kenaikan lama waktu sintering. Sampel 4 dan 5 jam mempunyai batas optimal penggabungan antar partikel sehingga partikel akan semakin padat dan kuat, sedangkan pada sampel 6 jam memberikan nilai *hardness tester* yang paling kecil, karena sampel mengalami difusi yang terjadi tidak optimal sehingga semakin besar ukuran patikel maka akan semakin mengalami kerapuh atau melemah sifat mekaniknya (Nurmanta *et al.*, 2013). Jika dibandingkan dengan penelitian (Nurmanta *et al.*, 2013) tentang optimasi parameter waktu sintering pada pembuatan hidroksiapatit berpori untuk aplikasi bone filler, didapatkan hasil dengan variasi waktu tahan sintering 1 jam 0,2, 2 jam 0,3, 3 jam 0,5 dan 4 jam 0,1.

Tabel 7 . Hasil Analisa *Hardness tester* dengan berat tablet 200 mg.

No	Variasi Waktu (jam)	Hasil (N) Uji ke-1	Hasil (N) Uji ke-2	Rata-rata
1.	4	50,0	50,0	50,0
2.	5	54,2	54,0	54,1
3.	6	32,8	32,4	32,6

SIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi waktu tahan sintering dapat mempengaruhi sifat mekanik, ukuran partikel serta morfologi permukaan dari pembuatan hidroksiapatit berpori pada tulang ikan tenggiri.
2. Pada lama waktu pengendapan akan mempengaruhi pembentukan senyawa hidroksiapatit dari tulang ikan tenggiri dengan metode presipitasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, H. Bayu, Wini, T., & Pipih, S. (2017). Karakterisasi Nanohidroksiapatit Tulang Ikan Tuna Sebagai Sediaan Biomaterial. *Journal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2), 1–21.
- Aisyah, D., Mamat, I., Rosufila, Z., & Ahmad, N. M. (2012). Program Pemanfaatan Sisa Tulang Ikan Untuk Produk Hidroksiapatit. *Journal Pemanfaatan Tulan Ikan Untuk Produk Hidroksiapatit*, 1(1), 1–13.
- Al, H., Ahmad, F., & S, Yenti Reni. (2013). Sintesis Hidroksiapatit Dari Limbah Tulang Sapi Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Rasio Ca/P Dan Konsentrasi H3po4. *Jom Fteknik*, 3(2), 1–10.
- Amalia, V., Hadisantoso, E. P., Hidayat, D., Diba, R. F., Dermawan, M. F., & Tsaniyah, S. W. (2018). Isolasi Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Tulang Hewan. *Alchemy Of Chemistry*, 5(4), 114. <https://doi.org/10.18860/AI.V5i4.4705>
- Anggresani, L. (2007). Dip-Coating Senyawa Kalsium Fosfat Dari Batu Kapur Bukit Tui Dengan Variasi Ratio Mol Ca / P Melalui, 1(1), 1–9.
- Anggresani, L., Perawati, S., & Rahayu, I. Juni. (2019). Limbah Tulang Ikan Tenggiri (*Scomberomorus Guttatus*) Sebagai Sumber Kalsium Pada Pembuatan Hidroksiapatit. *Katalisator*, 4(2), 133–140.
- Arrafiq, M. Fazhlur, Azis, Y., & Zultiniar. (2011). Sintesis Hidroksiapatit Dari Limbah Kulit Kerang Lokan Dengan Metode Hidrotermal. *Laboratorium Materidan Teknis Kimia*, 1(1), 1–8.
- Banne, Y., P.J, S., Ulane, & Lombeng, F. (2011). Uji Kekerasan, Keregasan, Dan Waktu Hancur Beberapa Tablet Ranitidin. *Journal Farmasi Politeknik Kesehatan*, 1(1), 1–5.
- Callister, Willian D. (2001). *Fundamentals Of Materials Science And Engineering*. (A. Interactive E-Text, Ed.). New York.
- Dinar, W., Meylani, T., Izak, D., & Siswanto. (2012). Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Makropori Untuk Aplikasi Bone Filler. *Journal Sains Dan Teknologi*, 1(1), 1–17.
- Fahimah, A., Wathi, D., Wardhani, S., Khunur, M. M., & Hasil, C. (2014). Pengaruh Perbandingan Massa Ca : P Terhadap Sintesis Pendahuluan Dewasa Ini , Penelitian Mengenai Biomaterial Yaitu Sintesis Bahan Biokeramik , Digunakan Dalam Bidang Biomedis . Dari Berbagai Biokeramik Yang Disintesis , Salah Satu Yang Sering Digunakan A. *Jurusan Kimia*, 1(2), 196–202.

- Gs, S., Deswita, Wulanawati, A., & Romawati, A. (2012). Sintesis Hidroksiapatit Berpori Dengan Porogen Kitosan Dan Karakterisasinya. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 34(1), 6. <https://doi.org/10.24817/Jkk.V34i1.1856>
- Gultom, R. S., & Bambang, S. (2008). Sintesis Dan Karakterisasi Serbuk Hidroksiapatit Skala Sub-Mikron Menggunakan Metode Presipitasi. *Teknik Fisika*, 10(2), 1-13.
- Handayani, A., Giat, S., & Deswita, S. (2012). Preparasi Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Berpori Dari Tulang Ikan. *Jurnal Teknologi Bahan Industri*, 14(1), 1-4.
- Harahap, A. W., Helwani, Z., Zultiniar, & Yelmida. (2015). Sintesis Hidroksiapatit Melalui Precipitated Calcium Carbonate (Pcc) Cangkang Kerang Darah Dengan Metode Hidrotermal Pada Variasi Ph Dan Waktu Reaksi. *Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau*, 2(2), 1-8.
- Laili, S., & Meizul. (2011). Pembuatan Mie Basah Berkalsium Dengan Penambahan Tulang Ikan Tenggiri (*Scomberomorus Lineolatus*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 1(1), 1-10.
- Marta'ati, M. (2015). Pengaruh Penambahan Tepung Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Sp.*) Dan Proporsi Jenis Shortening Terhadap Sifat Organoleptik Rich Biscuit. *E-Journal Boga*, 4(1), 1-9.
- Masrukan, Rosika, Dian, A., & Joko, K. (2007). Komparasi Analisis Paduan Almgisi Dengan Menggunakan Teknik Xrf Dan Emission Spectroscopy. *Jurnal Technology*, 1(1), 120-125.
- Mubarak, F., Fadli, A., & Akbar, F. (2016). Kinetika Reaksi Sintesis Hidroksiapatit Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Pencampuran Langsung. *Teknik Kimia*, 3(1), 1-6.
- Munasir, M., Triwikantoro, T., Zainuri, M., & Darminto, D. (2017). Uji Xrd Dan Xrf Pada Bahan Meneral (Batuan Dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO_3 Dan SiO_2). *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (Jpfa)*, 2(1), 20. <https://doi.org/10.26740/Jpfa.V2n1.P20-29>
- Mutmainnah. (2016). Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Tuna Sirip Kuning Dengan Metode Presipitasi. *Journal Fakultas Kimia*, 1, 1-74.
- Mutmainnah, Chadijah, S., & Rustiah, W. O. (2018). Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Tuna Sirip Kuning (*Tunnus Albacores*) Dengan Metode Presipitasi. *Sains Dan Teknologi Kimia*, 5(2), 1-8. <https://doi.org/10.24252/AI-Kimia.V5i2.3422>
- Noegroho, T., Hidayat, T., Chodriyah, U., & Patria, M. P. (2018). Biologi Reproduksi Ikan Tenggiri (*Scomberomorus Commerson Lacepede*) Di Perairan Teluk Kwandang, Sullawesi. *Jurnal Balai Widya Riset Perikanan Tangkap*, 10(1), 1-17. <https://doi.org/10.15578/Bawal.10.1.2018.69-84>
- Nurhidayat, M. (2018). Pengaruh Suhu Pembakaran Terhadap Kualitas Hidroksiapatit Tulang Belikat Sapi Bali. *Jurnal Peternakan*, 10(1), 1-37.
- Nurmanta, Dica Aprilia, Izak, D., & Ady, J. (2013). Parameter Waktu Sintering Pada Pembuatan Hidroksiapatit Berpori Untuk Aplikasi. *Jurnal Fisika Sains Dan Teknologi*,

1(1), 1-19.

Rini, Ningsih Purwo, Nelly, W., & Lia, D. (2014). Sintesis Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Kepah (Polymesoda Erosa) Dengan Variasi Waktu Pengadukan. *Jurnal Kimia Fakultas Mipa*, 3(1), 1-5.

Saputra, F., Fadli, A., & Amri, A. (2016). Kinetika Reaksi Pada Sintesis Hidroksiapatit Dengan Metode Presipitasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(1), 1-6.

Wardana, M. Y., Ratnasari, & Fauzan, R. (2017). Pembuatan Hidroxyapatite Dari Limbah Tulang Sapi Menggunakan Metode Sol-Gel. *Jurnal Reaksi (Journal Of Science And Technology)*, 15(0), 1-7.

Yuliusman, Wp, W., S.N, Y., & P, Y. (2010). Preparasi Zeolit Alam Lampung Dengan Larutan Hf;Hcl Dan Kalsinasi Untuk Adsorpsi Gas Co. *Jurnal Departemen Teknik Kimia*, 1(1), 1-6.