

KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT BERBAHAN DASAR CANGKANG KERANG HIJAU DENGAN VARIASI DAYA MICROWAVE

*Roihan Aristo Faizal¹, Athanasius Priharyoto Bayuseno², Rifky Ismail²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: roihanaristo@gmail.com

Abstrak

Hidroksiapatit merupakan salah satu biokeramik yang pengembangannya sudah banyak diaplikasikan untuk membantu pertumbuhan tulang manusia. Hidroksiapatit merupakan senyawa yang komponen utamanya terbentuk dari kalsium fosfat dan memiliki biokompatibilitas yang baik. Pada penelitian ini hidroksiapatit berhasil disintesis pada semua variasi yang dilakukan, sintesis hidroksiapatit pada penelitian ini menggunakan metode *microwave* dengan variasi daya 30 Watt, 50 Watt, dan 80 Watt masing-masing menggunakan prekursor asam fosfat dan diammonium fosfat. Kristalinitas terbaik yang dihasilkan adalah 99,8% pada daya 50 watt dengan prekursor diammonium fosfat. Karakteristik dan morfologi hidroksiapatit yang dihasilkan berbeda-beda pada setiap variasi penelitian.

Kata Kunci: cangkang kerang hijau; hidroksiapatit; *microwave*

Abstract

Hydroxyapatite is a type of bioceramic that has been extensively developed and applied to support human bone growth. It is a compound primarily composed of calcium phosphate and exhibits excellent biocompatibility. In this study, hydroxyapatite was successfully synthesized across all variations conducted. The synthesis process utilized the microwave method with power variations of 30 watt, 50 watt, and 80 watt, using phosphoric acid and diammonium phosphate as precursors. The best crystallinity achieved was 99.8% at 50 watts with diammonium phosphate as the precursor. The characteristics and morphology of the resulting hydroxyapatite varied across the different experimental conditions.

Keywords: green mussel shell; hydroxyapatite; *microwave*

1. Pendahuluan

Limbah cangkang kerang hijau umumnya sering ditemui di wilayah pesisir yang memproduksi komoditas perikanan seperti kerang hijau. Dalam satu hari 20 orang pengupas mampu menyelesaikan sekitar 400kg kerang hijau. Satu kilogram kerang hijau dapat menghasilkan daging mentah sebesar 457,5 gr dan cangkang kerang hijau sebesar 511,9 gr. Cangkang kerang hijau kemudian dibuang dan menjadi limbah sehingga menumpuk karena tidak dimanfaatkan[1]. Oleh karena melimpahnya bahan baku tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mensintesis hidroksiapatit berbahan dasar cangkang kerang hijau.

Biomaterial dapat didefinisikan sebagai material sintetis untuk membuat alat kesehatan dan dalam pemakaiannya berinteraksi dengan sistem biologi. Biomaterial merupakan suatu bahan murni atau paduan dan campuran yang berasal dari alam atau sintesis yang bertujuan untuk aplikasi adanya kontak dengan tubuh manusia dan berfungsi untuk memperbaiki, mengganti, mendukung dan atau mengembalikan fungsi organ dan atau bagian tubuh manusia[2]. Hidroksiapatit adalah biokeramik yang telah banyak dikembangkan untuk pengobatan kerusakan tulang dan sebagai bahan implan. Berbeda dengan kalsium fosfat lainnya, hidroksiapatit (HAp) adalah bahan penyusun jaringan keras manusia berdasarkan morfologi dan komposisi kimianya. Selain itu, ia memiliki sifat kimia yang stabil pada kondisi fisiologis tubuh, seperti suhu, pH, dan komposisi. Memiliki sifat biokompatibel, bioaktif, osteokonduktif, dan tidak beracun, dan tidak memiliki efek inflamasi[3].

Hidroksiapatit (HA) dengan formula kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ adalah satu keramik yang memiliki sifat biokompatibilitas yang baik, karena secara kimia dan fisika kandungan mineralnya sama dengan tulang dan gigi pada manusia. Hidroksiapatit adalah keramik bioaktif yang sudah luas penggunaannya dalam aplikasi medis antara lain untuk reparasi tulang yang mengalami kerusakan, pelapisan logam protesa (implan) untuk meningkatkan sifat biologi dan mekanik dan juga sebagai media penghantaran obat (*drug delivery*)[4]. Penggunaan biomaterial sebagai pengganti tulang perlu diperhatikan, diantaranya mudah diperoleh, biokompatibel, bioaktif dan tidak beracun. Diantara biomaterial tersebut adalah hidroksiapatit[5].

Biomaterial dapat bersifat bioinert, bioaktif, biotoleran, dan dapat terurai secara hayati selain itu biomaterial juga harus bersifat biokompatibilitas untuk penerapan biomaterial dan kontinuitas mekanis dengan

jaringan tulang sekitarnya, nontoksitas biomaterial atau produk mereka selama degradasi, serta biaya rendah penting[6].

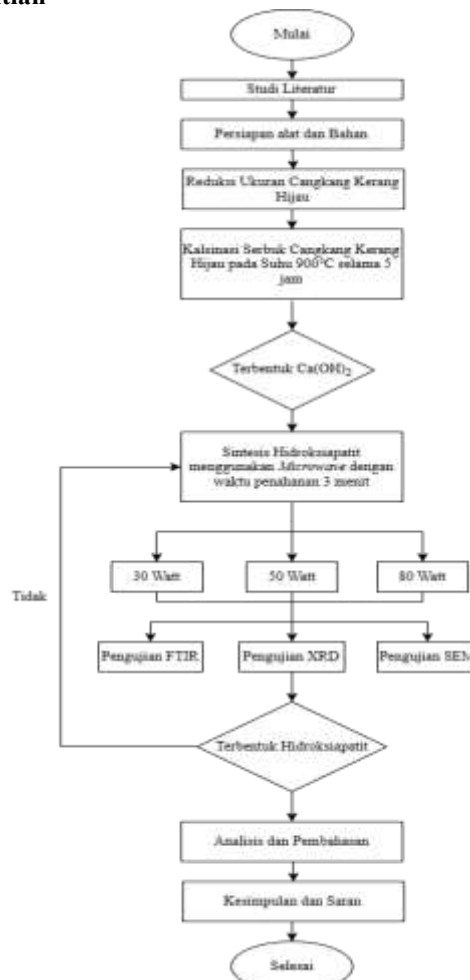
HAp bersifat biokompatibel sehingga dapat meningkatkan biokompatibilitas implan logam dan meningkatkan ketahanan korosi dari implan logam dengan mengurangi lepasnya ion logam. Selain bersifat biokompatibel, HAp juga bersifat bioaktif yaitu dapat bertindak sebagai tempat pertumbuhan jaringan tulang yang baru[7]. Metode sintesis dengan gelombang mikro merupakan salah satu metode sintesis yang efisien karena meningkatkan kinetika reaksi dengan waktu reaksi yang lebih rendah dibandingkan dengan metode pemanasan konvensional menggunakan *furnace*[8].

Suatu material yang diimplementasikan ke dalam tubuh manusia maka akan menimbulkan satu respon jaringan tempat dimana biomaterial tersebut diimplementasikan. Respon tersebut dikategorikan menjadi salah satu dari beberapa respon yaitu pertama jika material tersebut bersifat toksik maka jaringan sekelilingnya mati, kedua yaitu jika material bersifat inert secara biologi maka akan timbul semacam jaringan berserat di sekeliling jaringan material implan terutama untuk material berbahan logam dan polier. Ketiga yaitu jika material bersifat *resorbable* maka material tersebut akan larut dan jaringan di sekelilingnya akan menggantikan setelah beberapa periode tertentu, tetapi sifat ini tidak untuk semua aplikasi jaringan[9].

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit berbahan dasar cangkang kerang hijau dengan metode *microwave*. Serbuk cangkang kerang hijau yang akan dikalsinasi dengan *furnace* sebelumnya dihaluskan dengan menggunakan *grinder* dan disaring dengan *mesh 200*. Sintesis hidroksiapatit dilakukan dengan menggabungkan kalsium dan fosfat sehingga menjadi senyawa hidroksiapatit, pada penelitian ini sumber kalsium diekstraksi dari cangkang kerang hijau sedangkan untuk sumber fosfat pada penelitian ini menggunakan dua macam prekursor atau sumber fosfat yang berbeda yaitu prekursor asam fosfat (H_3PO_4) dan diamonium fosfat ($(NH_4)_2HPO_4$) yang masing-masing akan disintesis pada variasi daya yang berbeda yaitu dengan daya 30 Watt, 50 Watt, dan 80 Watt dengan waktu penahanan yang konstan atau sama untuk setiap variasi yaitu selama 3 menit.

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram alir penelitian

2.2 Alat

- Gelas Ukur
- Timbangan analitik
- *Microwave*
- Buret
- *Vacuum*
- *autoclave vessel*

2.3 Bahan

- Aquades
- Cangkang Kerang Hijau
- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
- H_3PO_4

2.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium untuk menghasilkan hidroksiapatit berbahan dasar cangkang kerang hijau dengan metode *microwave*.

2.4.1 Preparasi Cangkang Kerang Hijau

Limbah cangkang kerang hijau yang diperoleh kemudian melalui tahap pengeringan dan reduksi ukuran yang kemudian disaring dengan menggunakan *mesh* untuk menghasilkan serbuk cangkang kerang hijau yang dapat diolah menjadi hidroksiapatit.



Gambar 2 Serbuk cangkang kerang hijau

2.4.2 Kalsinasi Cangkang Kerang Hijau

Cangkang kerang hijau yang telah direduksi ukurannya dan melalui penyaringan lalu dilakukan proses kalsinasi untuk menghasilkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebagai sumber kalsium dari hidroksiapatit.



Gambar 3 Kalsinasi cangkang kerang hijau

2.4.2 Sintesis Hidroksiapatit

Hasil kalsinasi dari serbuk cangkang kerang hijau kemudian dicampurkan dengan masing-masing prekursor berupa asam fosfat dan diammonium fosfat untuk disintesis dengan *microwave* pada daya 30 Watt, 50 Watt, dan 80 Watt dengan waktu penahanan selama 3 menit.



Gambar 4 Hidroksiapatit hasil sintesis

2.5 Karakterisasi Hidroksiapatit

2.5.1 Karakterisasi Hidroksiapatit dengan XRD

X-Ray Diffraction (XRD) adalah teknik analisis untuk identifikasi fase bahan kristal dan dapat memberikan informasi tentang dimensi unit sel pada penelitian ini digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal serta ukuran kristal dari specimen Hidroksiapatit yang telah dibuat.

2.5.2 Karakterisasi Hidroksiapatit dengan FTIR

FTIR merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menganalisa senyawa kimia. Spektra inframerah suatu senyawa dapat memberikan gambaran dan struktur molekul senyawa tersebut. Spektra IR dapat dihasilkan dengan mengukur absorpsi radiasi, refleksi atau emisi di daerah IR. Pengujian FTIR dilakukan untuk membuktikan terdapat adanya hidroksiapatit dari hasil sampel penelitian.

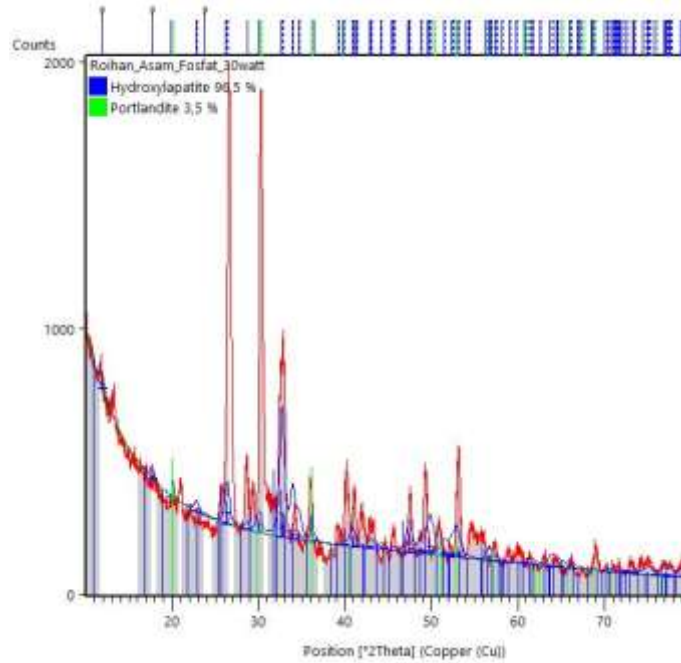
2.5.3 Karakterisasi Hidroksiapatit dengan SEM

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah pengujian untuk mengamati karakteristik dan permukaan dari suatu material yang pada umumnya penggunaan perbesaran 3000x sampai 20000x, pada penelitian ini digunakan untuk mengamati struktur hidroksiapatit yang terbentuk.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian XRD

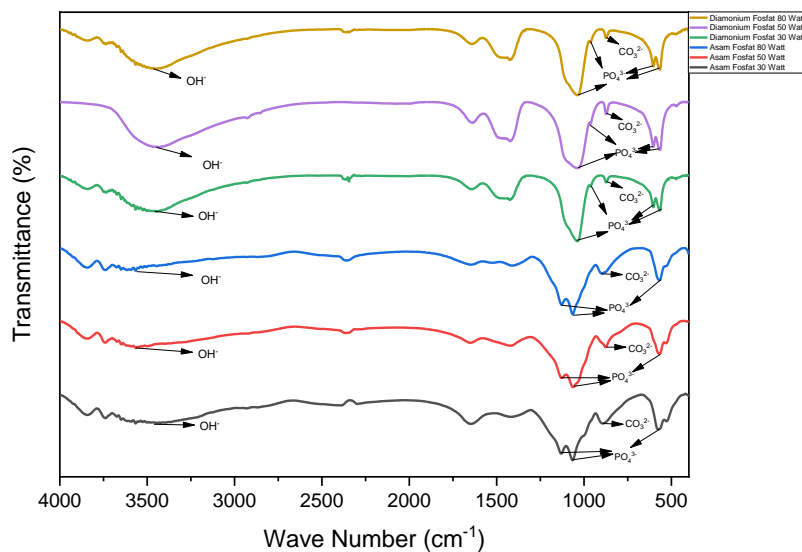
Data dari hasil pengujian XRD dianalisis dengan menggunakan *software* HighScore Plus dengan mencocokkan data *peak pattern* hidroksiapatit dengan database *Crystallography* yang sehingga dapat diketahui presentase kristalinitas dan ukuran kristal hidroksiapatit yang telah disintesis.



Gambar 5 Difraktogram XRD hidroksiapatit

Dari hasil pengujian XRD pada variasi prekursor asam fosfat dengan penggunaan daya *microwave* 30 Watt didapatkan persentase kristalinitas sebesar 96,5% dan portlandite sebesar 3,5% dengan ukuran hidroksiapatit sebesar 15,30nm.

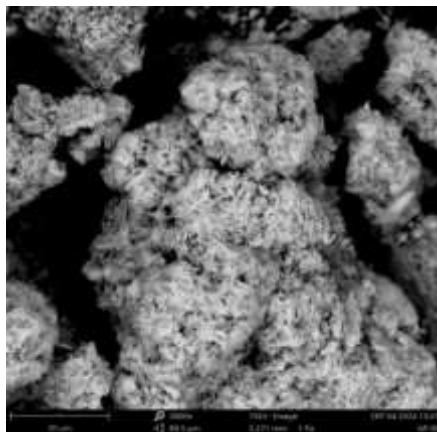
3.2 Hasil Pengujian FTIR



Gambar 6 Grafik FTIR

Gambar 3 menunjukkan perbandingan hasil uji FTIR hidroksiapatit dengan metode *microwave* pada masing-masing variasi. Adanya gugus -OH dan -PO₄ mengindikasikan telah terbentuknya fasa hidroksiapatit pada semua hasil sintesis pada tiap-tiap variasi.

3.3 Hasil Pengujian SEM



Gambar 7 Gambar SEM hidroksiapatit

Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM) bertujuan untuk mengetahui morfologi dan bentuk permukaan dari hidroksiapatit yang terbentuk, Gambar 4 merupakan hasil pengujian SEM hidroksiapatit dengan variasi prekursor asam fosfat dengan penggunaan daya 30 watt. Dari hasil SEM tersebut dapat terlihat bahwa hidroksiapatit yang terbentuk mengalami agglomerasi. Morfologi dan ukuran dari tiap variasi berbeda, hal ini dapat disebabkan karena perbedaan material dasar pembentuk hidroksiapatit sangat berpengaruh terhadap morfologinya[10].

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, telah berhasil dilakukan sintesis hidroksiapatit berbahan dasar cangkang kerang hijau dengan menggunakan prekursor asam fosfat dan diamonium fosfat menggunakan metode microwave. Setelah dilakukan pengujian pada masing-masing variasi didapatkan hidroksiapatit yang terbaik pada variasi daya 50 watt dengan prekursor diamonium fosfat dengan kristalinitas hidroksiapatit 99,8%. Perbedaan nilai kristalinitas pada tiap-tiap variasi menunjukkan bahwa penggunaan daya dan prekursor yang berbeda dapat mempengaruhi hasil hidroksiapatit yang disintesis.

Daftar Pustaka

- [1] Elfarisna, E. Rahmayuni, and N. Fitriah, "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Hijau Sebagai Pupuk Tanaman Sawi Pakcoy," 2020.
- [2] I. Sukmana, A. Y. Eka Risano, M. Arif Wicaksono, and R. Adi Saputra, "Perkembangan dan Aplikasi Biomaterial dalam Bidang Kedokteran Modern: A Review," *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 5, pp. 635–646, 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i5.1037.
- [3] S. Sözügeçer and N. P. Bayramgil, "Preparation and characterization of polyacrylic acid-hydroxyapatite nanocomposite by microwave-assisted synthesis method," *Heliyon*, vol. 7, no. 6, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07226.
- [4] A. OCTAPIA, *STUDI PENGARUH TEMPERATUR KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KERAMIK HIDROKSIAPATIT MELALUI PROSES SINTERING DINGIN*. 2021.
- [5] H. Shi, Z. Zhou, W. Li, Y. Fan, Z. Li, and J. Wei, "Hydroxyapatite based materials for bone tissue engineering: A brief and comprehensive introduction," *Crystals*, vol. 11, no. 2, pp. 1–18, 2021, doi: 10.3390/cryst11020149.
- [6] X. Han *et al.*, "Biomaterial-assisted biotherapy: A brief review of biomaterials used in drug delivery, vaccine development, gene therapy, and stem cell therapy," *Bioact. Mater.*, vol. 17, no. September 2021, pp. 29–48, 2022, doi: 10.1016/j.bioactmat.2022.01.011.
- [7] I. A. Suci and Y. D. Ngapa, "Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Ale-Ale Menggunakan Metode Presipitasi Double Stirring," *Cakra Kim.*, vol. 8, no. 2, pp. 73–81, 2020.
- [8] J. Indira and K. S. Malathi, "Comparison of template mediated ultrasonic and microwave irradiation method on the synthesis of hydroxyapatite nanoparticles for biomedical applications," *Mater. Today Proc.*, vol. 51, pp. 1765–1769, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.03.028.
- [9] F. D. Al-Shalawi *et al.*, "Biomaterials as Implants in the Orthopedic Field for Regenerative Medicine: Metal versus Synthetic Polymers," *Polymers (Basel)*, vol. 15, no. 12, 2023, doi: 10.3390/polym15122601.
- [10] S. Mondal *et al.*, "Hydroxyapatite: A journey from biomaterials to advanced functional materials," *Adv. Colloid Interface Sci.*, vol. 321, no. October, p. 103013, 2023, doi: 10.1016/j.cis.2023.103013.