



Pengaruh Variasi Konsentrasi Alumina Pada Sintesis Nanokomposit Hidroksiapatit/ Alumina Dari Udang Papai Menggunakan Metode Hidrotermal

The Effect of Variation of Alumina Concentration on the Synthesis of Hydroxyapatite/ Alumina Nanocomposites from Papai Shrimp Using the Hydrothermal Method

Restina Bemis^{1*}, Heriyanti¹, Rahmi¹, Ratih Dyah Puspitasari¹, Datia Imawati¹

¹ Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Jl. Jambi-Ma Bulian Km. 15, Mendalo Darat, Jambi, 36361, Indonesia.

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk mensintesis nanokomposit dan mengkarakterisasi hidroksiapatit dari udang papai dan dikomposit untuk meningkatkan sifat mekanik tanpa mengubah biokompatibilitasnya. Komposit hidroksiapatit menggunakan bahan lain seperti alumina disintesis menggunakan metode hidrotermal dengan variasi konsentrasi 0,025; 0,05 dan 0,075 juta. Komposit HA/Al₂O₃ dikarakterisasi dengan FTIR, SEM, dan XRD. Hasil FTIR menunjukkan bilangan gelombang. HA/Al₂O₃ yang disintesis menunjukkan pita O-H yang khas pada kisaran bilangan gelombang 2361-3460cm⁻¹. CO₃²⁻ pada rentang bilangan gelombang 1380-1500 cm⁻¹. Al-O pada rentang bilangan gelombang 901cm⁻¹ menunjukkan bahwa HA telah didoping dengan Al₂O₃. PO₄³⁻ pada bilangan gelombang 605;873 dan 1041 cm⁻¹. Pola difraktogram menentukan bahwa semua puncak HA/Al₂O₃ yang diamati berada pada daerah 2theta 10-70° menurut database referensi dan derajat kristalinitas meningkat dengan konsentrasi tinggi alumina yang digunakan. Morfologi doping HA/Al₂O₃ berupa aglomerasi karena pada proses sintesis menggunakan metode hidrotermal tidak ada pengadukan sehingga bahan kurang homogen, analisis SEM menggunakan software origin dan image j menunjukkan presentase porositas lebih kecil sehingga memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai implan dan memberikan nilai ukuran semakin kecil dalam skala nano, yakni pada rentang 5-14,5 nm.

ABSTRACT

The purpose of study to synthesize nanocomposites and characterize hydroxyapatite from papai shrimp and composited to improve mechanical properties without changing their biocompatibility. Composite hydroxyapatite using other materials such alumina synthesized using hydrothermal method with concentration variation 0.025; 0.05 and 0.075M. The composited HA/Al₂O₃ were characterized by FTIR, SEM, and XRD. The FTIR result shows the wave number. The synthesized HA/Al₂O₃ showed typical O-H bands the range of wave numbers 2361- 3460cm⁻¹. CO₃²⁻ in the range of 1380-1500cm⁻¹. Al-O the range of 901cm⁻¹ indicates that HA has been doped with HA/Al₂O₃. PO₄³⁻ the range 605;873 and 1041cm⁻¹. The diffractogram pattern determined that all observed HA/Al₂O₃ peaks were in the 2theta region of 10-70° according to the reference database and the degree of crystallinity increased with the high concentration of alumina used. The morphology of the HA/Al₂O₃ doping is in the form of agglomeration because in the synthesis process using the hydrothermal method there is no stirring so that the material is less homogeneous, SEM analysis using origin software and image j shows the percentage porosity smaller so that it meets the requirements to be used as implant and provides value for The smaller the particle size nanoscale, in the range of 5-14.5 nm.

Kata kunci/keyword: Antibakteri, Kabung, *Sargassum* sp., sitotoksik, antibacterial, Cytotoxic, Kabung.

INFO ARTIKEL

Received: 31 Oct 2022;
Revised: 10 May 2023;
Accepted: 04 June 2023

* corresponding author: restina@unja.ac.id
DOI: <https://doi.org/10.22437/jisic.v15i1.21309>

PENDAHULUAN

Pemanfaatan hewan laut yang kaya akan kalsium dapat digunakan sebagai bahan implant pada tulang dan gigi yang akan diubah menjadi kalsium-fosfat. Khususnya bahan *biokeramik* seperti hidroksiapatit dianggap sebagai salah satu kandidat kalsium-fosfat potensial untuk aplikasi tulang karena komposisi kimianya terkait erat dengan fasa mineral tulang (Raj dkk., 2018). Hidroksiapatit sendiri memiliki karakteristik biokompatibel, tidak toksik, bioaktif, osteoinduktif dan tidak omugenik (Arifah dan Cahyaningrum, 2017). Akan tetapi hidroksiapatit memiliki kelemahan karena sifat mekaniknya yang rendah sehingga perlu pengkompositan dengan material lain yang memiliki sifat mekanik yang tinggi. Bahan komposit yang dapat digunakan untuk campuran adalah polimer dan oksida logam. Alumina memiliki sifat mekanik yang tinggi, tidak toksik, bioinert dan biokompatibilitas yang baik sehingga dapat biasanya banyak digunakan pada bidang implan gigi dan ortopedi (Khorsand dkk., 2014). Ukuran porositas mempengaruhi hasil dari bahan yang akan diimplan, ukuran porositas yang besar akan membuat bahan implant mudah hancur karena sifat mekaniknya yang menurun (Mahanani, 2022).

Sintesis nanokomposit alumina dengan berbagai variasi yakni 0,025M, 0,05M dan 0,075M dilakukan dengan menggunakan metode hidrotermal. Metode hidrotermal adalah metode yang digunakan untuk pembentukan Kristal dengan tekanan

tinggi, dan suhu diatas titik didih air. Sintesis nanokomposit ini bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik yang ditandai dengan presentasi ukuran 21,29%, nilai derajat kristanilitas 50,05% dan ukuran kristanilitas 1,2nm pada konsentrasi Alumina 0,075M. Penelitian (Gautam dkk., 2017) Alumina dipilih sebagai doping pada sintesis nanokomposit hidroksiapatit karena dapat meningkatkan sifat mekanik hidroksiapatit tanpa merubah biokompatibilitasnya.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Ngatijo dkk., 2021) dapat diperoleh kandungan rasio Ca/P terbaik pada hidroksiapatit dari udang *papai* yakni 1,73 dengan kristanilitas sebesar 68% dan ukuran kristal 25,3nm. Adapun penelitian tentang sintesis komposit hidroksiapatit dengan alumina yang dilakukan oleh (Kalaiselvi dkk., 2021) menghasilkan dimana pada hidroksiapatit yang dikomposisikan dengan alumina menunjukkan pita Al-O pada bilangan gelombang 901 cm^{-1} . Penelitian yang telah dilakukan oleh (Ahmed dkk., 2019) pada doping alumina terhadap hidroksiapatit menghasilkan nilai porositas yang besar yakni 83 dan 91% sehingga dapat digunakan sebagai bahan implant untuk tulang kanseolus yang memiliki syarat presentase untuk implant adalah 70-95%. Ukuran porositas yang terlalu besar akan membuat bahan implant menjadi mudah hancur karena kekuatan mekaniknya akan semakin rendah (Mahanani, 2022).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah udang *papai*, HNO_3 ,

NH_4OH , soda kue, asam sitrat, akuades, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ dan Alumunium Nitrat $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas, cawan krus, cawan porselen, ayakan, kertas saring (Whatman no. 42), batang pengaduk, magnetic stirrer, neraca analitik, furnace, desikator, statif, aluminium foil, blender, pH meter, hot plate, oven, dan vessel hidrotermal. Instrumen yang digunakan yaitu Fourier Transform Infrared (FTIR), Scanning Electron Microscope (SEM) dan X-Ray Diffraction (XRD).

Preparasi Udang *papai*

Udang *papai* dijemur terlebih dahulu kemudian dihaluskan menggunakan *blender* dan diayak menggunakan ayakan 30 *mesh*. Serbuk yang dihasilkan dikalsinasi pada suhu 900°C selama 3 jam untuk memperoleh CaO. Serbuk udang *papai* dibiarkan dingin didalam *furnace* selama 24 jam dan selanjutnya dimasukkan kedalam desikator untuk menghilangkan molekul air karena hidroksiapatit bersifat higroskopis (Castro dkk., 2022)

Preparasi PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*)

Tahap sintesis PCC dengan cara mengubah CaO menjadi PCC dengan menggunakan metode karbonasi. Proses ini dilakukan dengan mencampurkan 17g CaO dan 2M HNO₃ sebanyak 300ml dan dihomogenisasi menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada suhu *hot plate* 60°C. Selanjutnya disaring dan hasil filtrat ditambahkan NH₄OH untuk meningkatkan pH menjadi 12.

Sintesis Hidroksiapatit dari PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*)

Tahap Sintesis hidroksiapatit mengacu pada (Ngatijo dkk., 2021) dilakukan dengan cara mencampurkan 2g

PCC dengan 1,526g (NH₄)₂HPO₄ dengan rasio Ca/P 1,73 dengan pH 11 didalam aquades 100ml. Selanjutnya ditambahkan ammonian. Proses pencampuran menggunakan metode hidrotermal dan dilakukan pada *vessel hidrotermal* pada suhu 150°C selama 6jam. Tahap terakhir ialah tahap pemurnian dilakukan dengan cara menyaring campuran hidroksiapatit dari sisa reaktan dengan kertas saring (whatman no. 42) dan endapan yg dihasilkan dioven kembali untuk menghilangkan molekul air pada suhu 110°C.

Sintesis Nanomposit Hidroksiapatit/Alumina

Prosedur awal membuat larutan alumina menggunakan aluminium nitrat dengan 250ml aquades. Kemudian ditambahkan NH₄OH untuk meningkatkan pH hingga pH menjadi 11 kemudian dihomogenkan (Vijayalakshmi, 2017)

Proses doping hidroksiapatit/alumina dilakukan dengan cara mencampurkan 2g hidroksiapatit dengan larutan alumina berbagai variasi konsentrasi alumina yaitu (0,025M, 0,05M dan 0,075M). Proses doping dilakukan menggunakan metode hidrotermal didalam *vessel hidrotermal* pada suhu 250°C selama 5 jam. Kemudian didinginkan dan hasil yang diperoleh dicuci dengan air untuk mendapatkan hasil yang lebih murni dan dioven kembali pada suhu 60°C untuk menghilangkan molekul air, selanjutnya dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR, SEM dan XRD.

Karakterisasi

Karakterisasi menggunakan FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang muncul pada nanokomposit hidroksiapatit/alumina pada bilangan

gelombang 4000-400 cm^{-1} hal ini dikarenakan gugus fungsi penyusun hidroksiapatit banyak ditemukan pada rentang bilangan gelombang tersebut. Karakterisasi menggunakan SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan pada doping komposit dan untuk mengetahui presentasi nilai porositas dari berbagai variasi

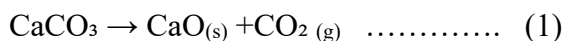
konsentrasi alumina, analisis menggunakan SEM dilakukan pada perbesaran 50.000x. Karakterisasi menggunakan XRD dilakukan untuk mengetahui derajat kristanilitas dan ukuran Kristal pada nanokomposit hidroksiapatit/alumina variasi konsentrasi. Data direkam pada rentang 2θ dari 10° hingga 70° .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Udang *Papai*

Udang *papai* dijemur terlebih dahulu untuk menghilangkan kadar airnya, kemudian dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 30 *mesh* serbuk yang dihasilkan kemudian dikalsinasi hingga diperoleh CaO. Kalsinasi merupakan proses menggunakan suhu yang tinggi untuk menguapkan komponen yang tidak dibutuhkan (Nordin *et al.*, 2015). Pada penelitian ini udang *papai* dikalsinasi pada suhu 900°C selama 3 jam yang bertujuan untuk menghilangkan komponen organik dan mengubah CaCO_3 menjadi CaO, dengan hasil rendemen CaO yang diperoleh sebesar 16%.

Reaksi kalsinasi yang terbentuk

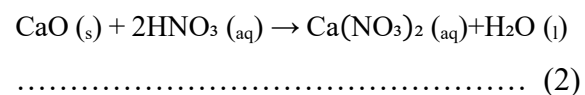


Hasil CaO yang diperoleh tidak digunakan secara langsung pada sintesis hidroksiapatit akan tetapi, sebagai bahan dasar untuk proses sintesis PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*).

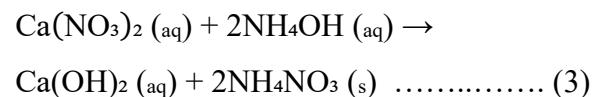
Preparasi PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*)

PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*) merupakan jenis CaCO_3 (kalsium karbonat) dengan kemurnian yang tinggi dan polimorf

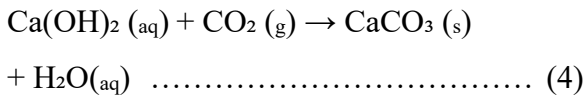
serta kristal berbentuk *calcite* dan merupakan jenis *calcium carbonate* yang paling stabil. Proses pembuatan PCC dengan melarutkan CaO 17g kedalam 300ml HNO_3 2M. Asam nitrat merupakan asam kuat yang dapat bereaksi sempurna dengan oksida logam seperti CaO (Amri dkk., 2019) HNO_3 dapat menghasilkan endapan PCC yang lebih tinggi dibandingkan dengan larutan asam kuat lainnya. Campuran dihomogenisasikan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit dan dipanaskan menggunakan *hot plate* pada suhu 60°C dan disaring.



$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ yang diperoleh ditambah dengan larutan ammonia secara perlahan hingga pH menjadi 12. Kemudian dilakukan penyaringan hingga diperoleh filtrat



Selanjutnya, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang dihasilkan dialiri gas CO_2 secara perlahan-lahan hingga diperoleh pH 8. Gas CO_2 dibuat dengan cara mereaksikan antara soda kue (NaHCO_3) dan asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) komersial.

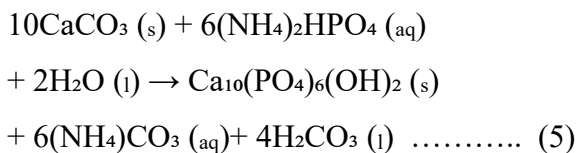


Setelah dibiarkan hingga gas tepat habis mengalir maka akan terbentuk endapan putih. Endapan inilah yang disebut dengan PCC, yang kemudian dioven untuk menghilangkan molekul air pada suhu 110°C

Sintesis Hidroksiapatit dari PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*)

Sintesis hidroksiapatit ini membutuhkan sumber kalsium dan fosfat. Sumber kalsium berupa PCC dan sumber fosfat berupa diammonium fosfat $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Digunakan rasio Ca/P 1,73, kemudian dilarutkan didalam aquades . Setelah homogen ditambahkan NH_4OH hingga pH 11. Proses sintesis hidroksiapatit menggunakan metode hidrotermal pada suhu 150°C selama 6 jam.

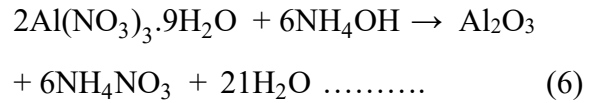
Reaksi pembentukan hidroksiapatit



Sintesis Nanokomposit Hidroksiapatit/ Alumina ($\text{HA}/\text{Al}_2\text{O}_3$)

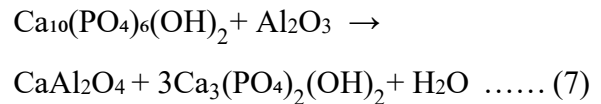
Prosedur awal nanokomposit $\text{HA}/\text{Al}_2\text{O}_3$ mengacu ialah membuat larutan alumina menggunakan alumunium nitrat dengan 250ml aquades kemudian ditambahkan NH_4OH karna sifat senyawa perlu berada dalam kondisi basa selanjunya larutan dihomogenkan.

Reaksi Pembentukan alumina



Tahap nanokomposit hidroksiapatit alumina dilakukan dengan cara mencampurkan 2g hidroksiapatit dengan larutan alumina berbagai variasi konsentrasi yakni (0,025M, 0,05M dan 0,075M). Penambahan alumina ini bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik dari hidroksiapatit. Proses doping dilakukan dengan metode hidrotermal pada suhu 250°C selama 5 jam kemudian disaring hingga diperoleh residu yang dicuci dengan aquades dan dioven kembali pada suhu 60°C untuk menghilangkan molekul air. Selanjutnya dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD, SEM dan FTIR.

Reaksi Doping komposit $\text{HA}/\text{Al}_2\text{O}_3$



Karakterisasi $\text{HA}/\text{Al}_2\text{O}_3$

XRD (*X-Ray Diffraction*)

Analisa XRD dari nanokomposit hidroksiapatit/ alumina menggunakan radiasi $\text{Cu-K}\alpha$. Hasil identifikasi dari gambar menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan pada penelitian ini terdiri dari fasa hidroksiapatit dan fasa alumina. Dari pengujian XRD menghasilkan difraktogram pada hidroksiapatit yang terbentuk mendekati JCPDS 96-900- 1234 menunjukkan tiga puncak utama pada tiap variable. Difraktogram pada konsentrasi Al_2O_3 0,025M menunjukkan puncak tertinggi

yaitu $2\Theta = 25,97; 31,93$ dan $32,31^\circ$. Pada konsentrasi Al_2O_3 0,05M menunjukkan $2\Theta = 25,95; 31,91$ dan $32,27^\circ$ serta pada konsentrasi Al_2O_3 0,075M menunjukkan $2\Theta = 25,97; 31,89$ dan $32,37^\circ$. Dengan nilai hkl pada tiap variabel 002, 121 dan 112. Dari hasil tersebut memperlihatkan bahwa nilai hkl dari doping komposit dari udang *papai* sesuai dengan database JCPDS 96-900-1234 (Hughes *dkk.*, 1989). Pembentukan Al_2O_3 pada konsentrasi Al_2O_3 0,025M terdapat puncak tertinggi yaitu $2\Theta = 33,01; 40,01$ dan $49,71^\circ$. Serta pada konsentrasi Al_2O_3 0,05M terdapat 3 puncak tertinggi yaitu $2\Theta = 33,05; 40,01$ dan $49,77^\circ$ Kemudian pada konsentrasi Al_2O_3 0,075M didapatkan tiga puncak tertinggi pada daerah $2\Theta = 33,07; 40,03$ dan $49,73^\circ$. Dengan nilai hkl pada tiap variable 100, 101 dan 102. Dari hasil tersebut

memperlihatkan bahwa nilai hkl dari nanokomposit alumina sesuai dengan database JCPDS 96-152-8428.

Derajat kristanilitas dan Ukuran kristal dan dapat dihitung menggunakan rumus

$$\text{Kristanilitas} = \frac{\text{fraksi luas kristal}}{\text{fraksi L kristal} + \text{fraksi L amorf}} \times 100\%$$

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta}$$

Keterangan:

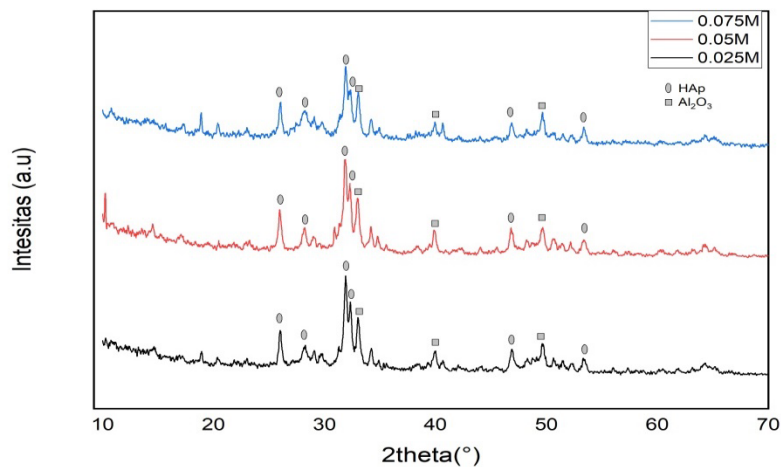
D = Ukuran Kristal (nm)

K = Faktor bentuk kristal

λ = Panjang gelombang sinar-X

β = Nilai *Full wadth at HApI* maksimum (FWHM)(rad)

θ = Sudut difraksi (derajat)



Gambar 1. Difraktogram hasil nanokomposit HA/ Al_2O_3 Pada konsentrasi Al_2O_3 0,025M, 0,05M dan 0,075M

Tabel 1. Derajat kristanilitas dan ukuran Kristal nanokomposit HA/ Al_2O_3 Pada konsentrasi Al_2O_3 0,025M, 0,05M dan 0,075M

Konsentrasi	Derajat Kristanilitas	Ukuran Kristanilitas
0,025M	48,82%	7,42nm
0,05M	49,55%	7,07nm
0,075M	50,05%	1,2nm

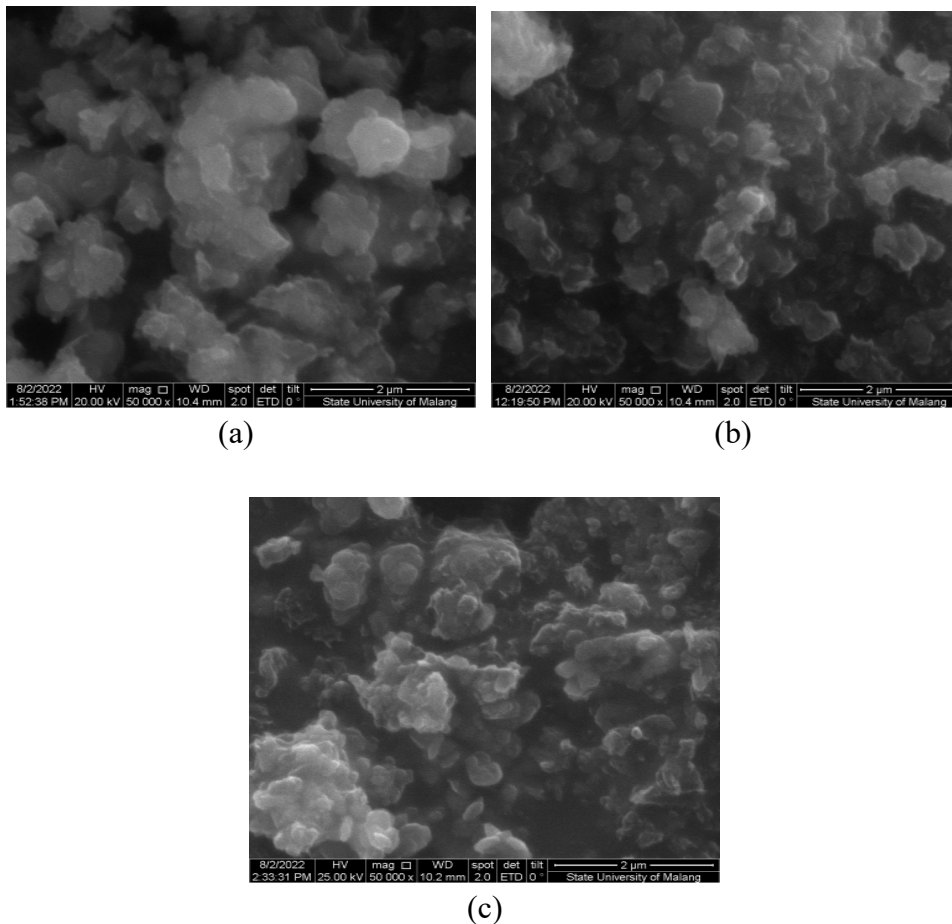
SEM (Scanning Electron Microscope)

Analisa menggunakan SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan dan ukuran porositas. Gambar 2 Morfologi Nanokomposit Hidroksiapatit/ Alumina dari SEM perbesaran 50.000x pada konsentrasi Al_2O_3 (a) 0,025M, (b) 0,05M dan (c) 0,075M dimana diperoleh hasil morfologi

yang mengalami aglomerasi atau penggumpalan. Hal ini terjadi dikarenakan proses hidrotermal tidak dilakukannya pengadukan sehingga partikel kurang homogen. Morfologi pada setiap konsentrasi cenderung bulat dan seragam.

Pada penelitian ini, analisa SEM menggunakan software imagej dan origin untuk dapat mengetahui ukuran partikel. Berdasarkan pengukuran menggunakan

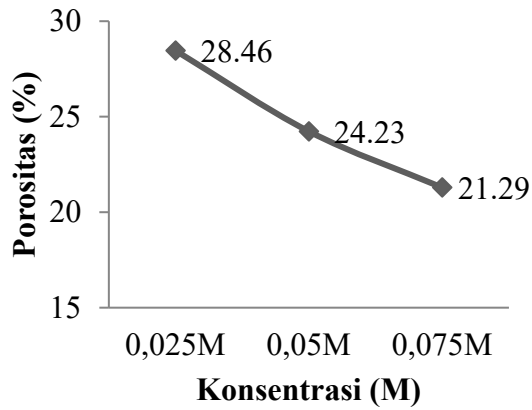
software imagej dan origin diperoleh ukuran partikel nanokomposit hidroksiapatit/alumina pada konsentrasi 0,025M berada pada rentang 7,5-14,5nm. Sedangkan pada konsentrasi 0,05M berada pada rentang 7-13nm. Dan pada konsentrasi 0,075M berada pada rentang 5-13nm. Hal ini menunjukkan bahwa Nanokomposit hidroksiapatit/alumina yang dihasilkan memiliki ukuran nanometer.



Gambar 2. Morfologi Nanokomposit Hidrok-siapatit/Alumina dari SEM perbesaran 50.000x pada konsentrasi Al_2O_3 . (a) 0,025M, (b) 0,05M dan (c) 0,075M

Ukuran porositas juga dapat diperoleh dari analisa morfologi SEM menggunakan *image j*. Porositas adalah ukuran dari ruang kosong terhadap total volume yang bernilai antara 0 dan 1 atau 0-100% sebagai presentase (Hidayat, 2012). Untuk material yang akan digunakan sebagai

bahan implant memiliki syarat porositas yakni pada tulang kanseolus memiliki porositas sebesar 70-95%, pada gigi 40-60% dan pada tulang kompak 5-30% (Gautam dkk., 2017).



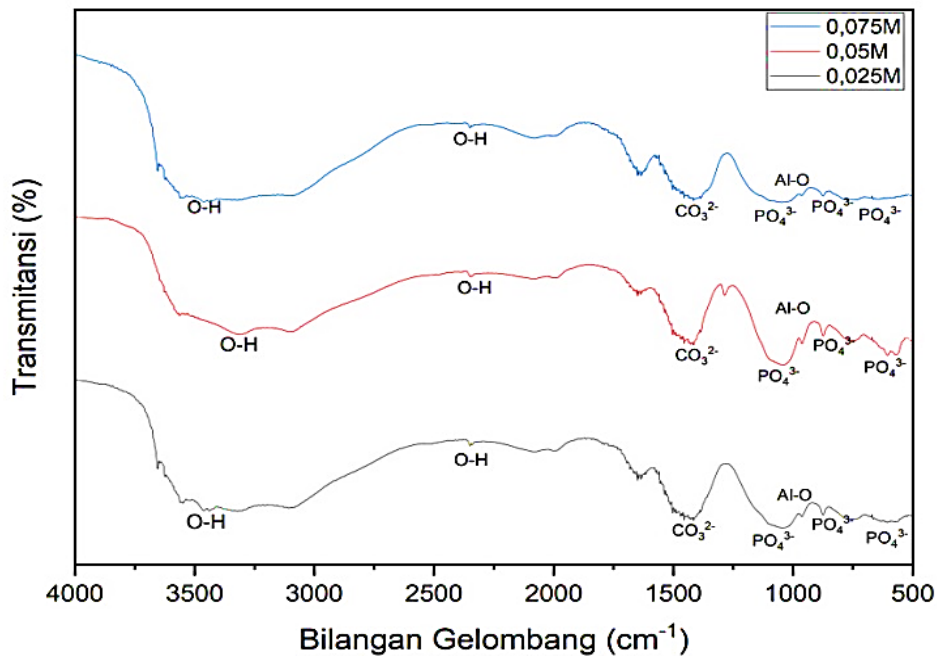
Gambar 3. Grafik presentasi porositas doping HA/Al₂O₃

Presentasi porositas dapat dilihat pada **Gambar 3**. Presentasi porositas nanokomposit HA/Al₂O₃ pada gambar (a) konsentrasi Al₂O₃ 0,025M diperoleh hasil porositas 28,46%. Pada gambar (b) konsentrasi Al₂O₃ 0,05M diperoleh hasil porositas 24,23% dan pada gambar (c) konsentrasi Al₂O₃ 0,075M diperoleh hasil

porositas yakni 21,29%. Dari data tersebut maka doping hidroksiapatit/alumina dapat digunakan sebagai bahan implan pada tulang kompak dengan rentang porositasnya 5-30%. Ukuran porositas yang terlalu besar akan membuat bahan implant lebih cepat hancur hal ini dikarenakan kekuatan mekaniknya yang akan semakin rendah (Mahanani, 2022).

FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Analisa FTIR digunakan untuk melihat adanya serapan karakteristik dari hidroksiapatit/ alumina yang dihasilkan sehingga dapat diprediksi jenis gugus fungsi yang terdapat pada doping komposit hidroksiapatit/alumina. Dari gambar 4 hasil spektra FTIR nanokomposit HA/Al₂O₃ yang muncul pada bilangan gelombang 4000-500 cm⁻¹, dimana hasil pita serapan yang terdapat pada HA/Al₂O₃ ialah gugus fungsi OH⁻, CO₃²⁻, PO₄³⁻ dan Al-O.



Gambar 4. Hasil spektra FTIR nanokomposit HA/Al₂O₃

Tabel 2. Hasil Bilangan gelombang dari spektra FTIR nanokompisit HA/Al₂O₃

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		
	0,025M	0,05M	0,075M
O-H	3460	3305	3460
Vibrasi bending asimetri	873	873	873
Vibrasi bending simetri	1041	1041	1041
Vibrasi stretching asimetri	632	605	648
Al-O	962	962	964
CO ₃ ²⁻	1384	1384	1359

Gugus fungsi pada hasil sintesis hidroksiapatit memiliki kemiripan dengan gugus fungsi hidroksiapatit pada tulang manusia yang ditunjukkan dengan adanya gugus OH⁻, CO₃²⁻, PO₄³⁻. Gugus fungsi OH⁻ muncul pada bilangan gelombang 2600-3700 cm⁻¹, terdeteksinya gugus hidroksil menunjukkan bahwa hidroksiapatit pada setiap variasi terbentuk. Gugus fungsi fosfat (PO₄³⁻) terdeteksi muncul pada rentang bilangan gelombang 605-1100 cm⁻¹. Dimana

KESIMPULAN

Hidroksiapatit telah berhasil dikompositkan dengan material lain berupa oksida logam yakni alumina untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih baik tanpa merubah biokompatibilitasnya menggunakan metode hidrotermal. Analisa FTIR menunjukan adanya gugus Al-O yang menandakan hidroksiapatit telah terkomposit dengan alumina. Analisa SEM menunjukan morfologi permukaan sintesis mengalami aglomerasi hal ini dikarenakan pada proses sintesis menggunakan metode hidrotermal tidak dilakukan pengadukan sehingga partikel kurang homogen. Ukuran porositas juga diperoleh dengan analisa SEM dimana untuk material yang digunakan sebagai bahan

gugus fosfat (PO₄³⁻) adalah salah satu gugus fungsi penting pada tulang manusia (Ryu dkk., 2019) dan gugus fosfat sendiri adalah gugus dominan pada hidroksiapatit. Pada doping hidroksiapatit/alumina menghasilkan gugus Al-O pada daerah bilangan gelombang 901 cm⁻¹ (Kalaiselvi dkk., 2021). Munculnya bilangan gelombang Al-O menandakan bahwa hidroksiapatit telah terkomposit dengan Alumina (Al₂O₃)

Pada analisa FTIR terdapat juga gugus fungsi lain yang tidak seharusnya terbentuk selama proses sintesis. Gugus fungsi tersebut ialah gugus karbonat (CO₃²⁻) yang biasanya terdeteksi pada rentang bilangan gelombang 1400-2500 cm⁻¹. Keberadaan ion karbonat dianggap tidak baik, karena dapat menyebabkan turunnya kemurnian dari hidroksiapatit. Namun, terbentuknya gugus karbonat dapat dikatakan bukan hal yang buruk hal ini dikarenakan didalam tulang manusia juga terdapat karbonat (CO₃²⁻) untuk substitusi alami pada fosfat (PO₄³⁻).

implant memiliki syarat porositas, ukuran porositas yang terlalu besar akan membuat bahan implant lebih cepat hancur karena kekuatan mekaniknya yang rendah konsentrasi 0,075M menandakan konsentrasi terbaik karena menghasilkan nilai porositas yang lebih kecil yakni 21,29% serta diperoleh ukuran partikel nanokomposit dari HA/Al₂O₃ pada rentang 5-14,5nm. Hal ini menunjukkan bahwa nanokomposit HA/Al₂O₃ yang dihasilkan memiliki ukuran nanometer. Analisa XRD menunjukkan derajat kristanilitas dan ukuran Kristal dengan konsentrasi 0,075M memberikan hasil yang lebih baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Jambi serta pada Laboratorium Instrumen dan Tugas Akhir Fakultas Sains dan Teknologi atas

bantuannya dalam memfasilitasi pendanaan serta penyediaan alat serta bahan pada penelitian penulis.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahmed, M. K., Ramadan, R., El-dek, S. I., & Uskoković, V. (2019). Complex relationship between alumina and selenium-doped carbonated hydroxyapatite as the ceramic additives to electrospun polycaprolactone scaffolds for tissue engineering applications. *Journal of Alloys and Compounds*, *801*, 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.06.013>
- Castro, M. A. M., Portela, T. O., Correa, G. S., Oliveira, M. M., Rangel, J. H. G., Rodrigues, S. F., & Mercury, J. M. R. (2022). Synthesis of hydroxyapatite by hydrothermal and microwave irradiation methods from biogenic calcium source varying pH and synthesis time. *Boletim de La Sociedad Espanola de Ceramica y Vidrio*, *61*(1), 35–41. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2020.06.003>
- Gautam, C. R., Kumar, S., Mishra, V. K., & Biradar, S. (2017). Synthesis, structural and 3-D architecture of lanthanum oxide added hydroxyapatite composites for bone implant applications: Enhanced microstructural and mechanical properties. *Ceramics International*, *43*(16), 14114–14121. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.07.150>
- Jurusan, M., Kimia, T., Jurusan, D., & Kimia, T. (2019). *Sintesis Hidroksiapatit Dari Precipitated Calcium Carbonate (Pcc) Terumbu Karang Melalui Proses Hidrotermal Dengan Variasi Rasio Ca / P Dan Ph Reaksi*. 6.
- Khorsand, S., Fathi, M. H., Salehi, S., & Amir Khanlou, S. (2014). Hydroxyapatite/alumina nanocrystalline composite powders synthesized by sol-gel process for biomedical applications. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*, *21*(10), 1033–1036. <https://doi.org/10.1007/s12613-014-1005-7>
- Mahanani, E. S. (2022). The Characteristics Of Scaffold Design For Bone Regeneration : A Literature Review. *Odonto Dental Jurnal*, *9*(1), 16–23.
- Ngatijo, Bemis, R., Heriyanti, Ulwan, N., & Basuki, R. (2021). Synthesis and Characterization of Nano-sized Carbonated Calcium Hydroxyapatite (CHAp) from Rebon shrimp (*Acetes erythraeus*) as a Candidate for Dental Restoring Application. *Jurnal Kimia Valensi*, *7*(2), 100–107. <https://doi.org/10.15408/jkv.v7i2.21046>
- Ryu, G. U., Kim, G. M., Khalid, H. R., & Lee, H. K. (2019). The effects of temperature on the hydrothermal synthesis of hydroxyapatite-zeolite using blast furnace slag. *Materials*, *12*(13). <https://doi.org/10.3390/ma12132131>
- V. Kalaiselvi, V. K., T. Loganayaki, T. L., & M. Nathiya, M. N. (2021). Investigation on Pure and Aluminium Doped Hydroxyapatite for Orthopedic Applications. *Journal of Environmental Nanotechnology*, *10*(1), 30–36. <https://doi.org/10.13074/jent.2021.03.211434>

Vignesh Raj, S., Rajkumar, M., Meenakshi Sundaram, N., & Kandaswamy, A. (2018). Synthesis and characterization of hydroxyapatite/alumina ceramic nanocomposites for biomedical applications. *Bulletin of Materials Science*, *41*(4). <https://doi.org/10.1007/s12034-018-1612-4>

Vijayalakshmi, V. (2017). Synthesis and Structural Properties Characterization of HA/Alumina and HA/MgO Nanocomposite for Biomedical Applications. *Open Access Journal of Translational Medicine & Research*, *1*(4), 97–100. <https://doi.org/10.15406/oajtmr.2017.01.00020>