

Pengaruh Waktu Dan Temperatur Hidrotermal Terhadap Hasil Uji XRD Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Ale-Ale

Agusto Bria Seran^{1*}, Erich U. K. Maliwemu², Dominggus G. H. Adoe³

¹⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: lulukyandri@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan komposisi kimia dan fase dari cangkang kerang ale-ale melalui uji X-Ray Diffraction (XRD) dengan variasi suhu dan waktu pengovenan. Sampel cangkang kerang ale-ale yang diperoleh dari Pantai Oesapa, Kupang, Nusa Tenggara Timur, diproses melalui tahap preparasi, pemanasan, dan karakterisasi menggunakan XRD. Pengujian dilakukan pada suhu 500°C dan 700°C dengan variasi waktu pemanasan 2, 4, dan 6 jam. Hasil uji XRD menunjukkan perubahan fase pada sampel yang dipanaskan pada suhu 500°C, di mana pada sampel dengan waktu 6 jam terjadi dekomposisi menjadi CaO dengan tingkat kemurnian 53,4%. Pada suhu 700°C, sampel yang dipanaskan selama 2 jam menunjukkan kemurnian 53,3%, dan pada 6 jam kemurnian mencapai 48,2%. Semua sampel menunjukkan puncak difraksi yang menunjukkan kandungan calcite 100%. Hasil ini memberikan pemahaman tentang perubahan struktur kristal dan kemurnian material cangkang kerang ale-ale, yang dapat digunakan dalam aplikasi biomaterial, khususnya untuk material graft tulang.

ABSTRACT

This study aims to analyze the changes in chemical composition and phase of ale-ale shells through X-Ray Diffraction (XRD) tests with variations in temperature and oven time. Ale-ale shell samples obtained from Oesapa Beach, Kupang, East Nusa Tenggara, were processed through the preparation, heating, and characterization stages using XRD. Testing was carried out at temperatures of 500°C and 700°C with variations in heating time of 2, 4, and 6 hours. The results of the XRD test showed phase changes in samples heated at a temperature of 500°C, where in samples with a time of 6 hours decomposition occurred into CaO with a purity level of 53.4%. At a temperature of 700°C, samples heated for 2 hours showed a purity of 53.3%, and at 6 hours the purity reached 48.2%. All samples showed diffraction peaks indicating 100% calcite content. These results provide an understanding of the changes in the crystal structure and purity of ale-ale shell material, which can be used in biomaterial applications, especially for bone graft materials.

Keywords: XRD, ale-ale shell, heating, decomposition, biomaterial.

PENDAHULUAN

Riset mengenai implan tulang semakin berkembang seiring dengan majunya teknologi. Implan tulang merupakan salah satu material sintetik yang digunakan sebagai alternatif penyembuhan patah tulang (Saputra, 2016). Salah satu cara untuk mengatasi cacat atau kerusakan tulang pada manusia yaitu dengan menggunakan tulang implan. Terdapat dua alternatif yang bisa digunakan dalam perbaikan jaringan tubuh yang rusak, yaitu transplantasi dan implantasi. Transplantasi merupakan penggantian jaringan tubuh menggunakan sel hidup, sedangkan implantasi

menggunakan material sintetik yang kompatibel dengan jaringan tubuh.

Tulang merupakan penopang tubuh manusia. Tulang memiliki kapasitas untuk mengalami pertumbuhan regeneratif. Pada pembentukan tulang, sel-sel tulang keras membentuk senyawa kalsium fosfat dan senyawa kalsium karbonat. Senyawa kalsium fosfat ini yang memberikan sifat keras dalam jaringan tulang. Kristal kalsium fosfat dalam jaringan tulang tersebut dikenal sebagai kristal apatit.

Biomaterial adalah suatu material, baik alami maupun buatan manusia yang digunakan untuk berkontak dengan sistem

biologi. Penggunaan biomaterial ini bertujuan memperbaiki, memulihkan atau mengganti jaringan yang rusak. Biomaterial berdasarkan jenis materialnya, dapat berupa logam, polimer, keramik dan komposit. Biomaterial yang digunakan sebagai material graft tulang harus memiliki struktur dan sifat yang mirip dengan tulang, sehingga dapat membantu mempercepat proses penyembuhan tulang.

Daerah Oesapa Kota Kupang terletak di Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang, Provinsi NTT. Merupakan salah satu daerah di Indonesia dengan sumber daya alam (SDA) laut yang dapat dimanfaatkan salah satunya adalah kerang ale-ale yang dapat ditemukan di pantai Oesapa Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Potensi perikanan tangkap di provinsi Nusa Tenggara Timur cukup besar, namun yang dikelola masih rendah, baru sekitar 40 % dari potensi lestari yaitu sebesar 388,7 ton per tahun dengan tangkapan utama berupa ikan pelagis, yaitu ikan Tuna, Cakalang, Tenggiri, Selar, Kembung dan ikan domersil yaitu berupa ikan Kerapu, Kakap, Lobster, Cumi, dan Kerang.

Metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan sifat kimia dari cangkang kerang ale-ale akibat perubahan variasi waktu dan temperatur pengovenan adalah dengan uji XRD. XRD merupakan suatu metode analisis spektroskopi yang menggunakan radiasi inframerah untuk mengukur interaksi molekuler pada bahan. Pengujian XRD dapat memberikan informasi tentang perubahan struktur molekul pada cangkang kerang ale-ale akibat perubahan variasi waktu dan temperatur pengovenan. dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan sifat kimia dari cangkang kerang ale-ale akibat perubahan variasi waktu dan temperatur pengovenan adalah dengan uji XRD. XRD merupakan suatu metode analisis spektroskopi yang menggunakan radiasi inframerah untuk mengukur interaksi molekuler pada bahan. Pengujian XRD dapat memberikan informasi tentang perubahan struktur molekul pada tulang sapi akibat perubahan variasi waktu dan temperatur pengovenan. Dari latar belakang di atas peneliti melakukan penelitian “Pengaruh

Waktu dan Temperatur Hidrotermal terhadap Xrd Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Ale-Ale.

METODE PENELITIAN

Alat-alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu : Timbangan Digital , Gelas Kimia, Pengaduk , Microwave, Mortar Keramik, Ayakan 200 Mesh, Desikator, Gelas Ukur, Pipet Tetes , Tiang Penyangga, Corong, Kertas Saring, pH Universal, Gelas Kimia (beaker glass), Cangkang kerang ale-ale pantai Oesapa Kota Kupang , Aquades (aquadest), Amonium Hidroksida (NH_4OH), Amonium Hidrogen Fosfat (NH_4)₂HPO₄

Prosedur Penelitian

Persiapan Awal Sampel

Tahap Awal yaitu survey dan observasi berupa pengamatan langsung sampel atau cangkang kerang ale-ale yang akan digunakan untuk sintesis. Sampel yang digunakan adalah cangkang kerang ale-ale yang diperoleh dari pantai Oesapa Kota Kupang. Kemudian sampel tersebut dibersihkan dari kotoran – kotoran yang berasal dari pantai Oesapa Kota Kupang.

Preparasi Sampel

Ditimbang cangkang kerang sebanyak 550,75 gr, lalu diambil cangkang kerang ale-ale pantai Oesapa Kota Kupang dan dibersihkan dari kotoran–kotoran organik, tanah, lumpur, dan pasir yang ada pada sampel dengan cara direbus dengan menggunakan air. Tujuannya adalah untuk menghilangkan kotoran–kotoran tersebut. Kemudian sampel cangkang kerang dikeringkan dengan menggunakan microwave selama 2 jam pada suhu 1000C untuk menghilangkan kadar air yang masih terkandung dalam sampel. lalu dilakukan proses penimbangan untuk mengetahui massa sampel setelah proses pengeringan, kemudian sampel dihaluskan dengan menggunakan mortar keramik dan diayak dengan menggunakan ayakan 200 mesh setelah dihaluskan. lalu dilakukan proses

kalsinasi dengan menggunakan microwave selama 2 jam pada suhu 700°C dengan tujuan untuk mendapatkan kalsium karbonat (CaCO₃). Setelah proses kalsinasi, sampel kemudian di diamkan pada desikator selama 20 menit tujuannya adalah agar sampel tidak terkontaminasi dengan lingkungan

Sintesis dengan metode hidrotermal

Diambil 3,045 gr (NH₄)₂HPO₄ dilarutkan dengan aquades untuk membuat larutan jenuh (± 15 ml) kemudian dimasukkan kedalam vessel hidrotermal. Selanjutnya campur 5 gram CaCO₃ dari cangkang kerang ale-ale dan aduk sampai bercampur homogen membentuk gel. Atur pH sekitar 11-12 menggunakan NH₄OH. Melakukan proses hidrotermal dengan suhu 700°C selama 2,4 dan 6 jam. Setelah waktu reaksi tercapai, vessel hidrotermal didinginkan secara alami, crude HAp di cuci dengan aquades sampai pH 7-8. Selanjutnya sampel disaring dan dikeringkan senyawa hasil sintesis di microwave pada suhu 1200C sampai beratnya konstan saat di timbang. Setelah itu di timbang 5 gram untuk dilakukan analisa hasil sintesis dengan menggunakan XRD.

Pencetakan Spesimen

Setelah itu di timbang 5 gr untuk dipadatkan dengan menggunakan tungku kompaksi dengan variasi temperatur 500°C dan 700°C, dengan tekanan yang konstan kemudian dilakukan pengujian kekerasan/*hardness test*.

Pengujian XRD

Variabel Penelitian

Berikut adalah beberapa variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Variabel terikat

Berikut yang menjadi variabel terikat pada penelitian ini adalah

- Ukuran partikel 200 mesh
- Temperatur proses hidrotermal yaitu pada suhu 500°C Dan 700°C

Variabel bebas

Variabel bebas atau independent variable yaitu variabel yang mempengaruhi variabel dependen (terikat).

Variasi waktu Hidrotermal yang di simulasikan adalah 2,4 dan 6 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Preparasi Dan Pengovenan Kerang Ale-Ale

Proses sintesis hidroksiapatit dilakukan dengan menggunakan metode hidrotermal yaitu pada sampel cangkang kerang ale-ale Pantai Oesapa Kota Kupang. Proses sintesis ini terbagi dalam tiga tahap yaitu, persiapan awal sampel, preparasi sampel, dan sintesis dengan menggunakan hidrotermal.

Persiapan Sampel

Persiapan awal sampel yaitu dilakukan survey dan observasi berupa pengamatan langsung dan pengambilan sampel cangkang kerang ale-ale yang terletak di pantai Oesapa Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur.



Gambar 1 Pembersihan Kerang Ale-ale

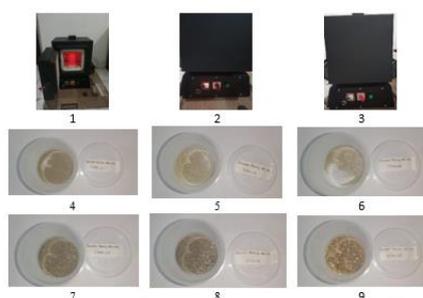
Preparasi Sampel

Cangkang kerang yang sudah dikumpulkan di cuci sampai bersih setelah itu cangkang kerang ale-ale di rebus selama 30 menit, tujuannya adalah untuk menghilangkan kotoran-kotoran organik, tanah, lumpur yang masih tersisa pada sampel cangkang kerang ale-ale. Selanjutnya sampel

cangkang kerang dikeringkan dengan cara di jemur dibawah sinar matahari sampai kering, untuk menghilangkan kadar air pada sampel. Kemudian sampel dihaluskan dengan menggunakan mortar keramik lalu di ayak menggunakan ayakan 200 mesh. Setelah di ayak, bubuk cangkang kerang ale-ale di bagi menjadi 6 sampel dengan berat masing-masing sampel 5 gr. Selanjutnya bubuk cangkang kerang ale-ale dioven selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam pada suhu 500°C dan 700°C.



Gambar 2 Proses Preparasi Sampel



Gambar 3 Proses Pengovenan Sampel

Setelah proses preparasi seperti pada Gambar 2 maka tahap berikutnya adalah proses pemanasan menggunakan oven selama 2 jam, 4 jam, dan 6 jam (Gambar 1) dengan suhu 500°C dan 700°C (Gambar 2 dan Gambar 3). Setelah proses pengovenan selama 2 jam 4 jam dan 6 jam didapatkan hasil (Gambar 4 hingga Gambar 6) yang di oven dengan suhu 500°C dan (Gambar 7 hingga Gambar 9) adalah hasil dari proses pengovenan dengan suhu 700°C dengan waktu 2 jam, 4 jam dan 6 jam

Hasil Uji Karakterisasi XRD (X-Ray Diffraction)

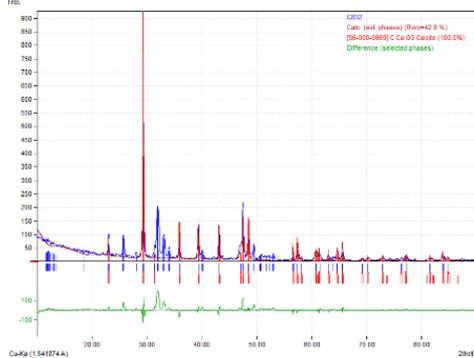
Sampel bubuk cangkang kerang ale-ale yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah cangkang kerang ale-ale yang didapatkan dari Pantai Oesapa Kota Kupang Nusa Tenggara Timur, Selanjutnya sampel bubuk cangkang kerang ale-ale ini dilakukan dengan beberapa tahapan penelitian yaitu dimulai dengan preparasi sampel, pemanasan (pengovenan) dan yang terakhir dilakukan proses karakterisasi yaitu dengan *X-Ray Diffraction* (XRD). Uji *X-Ray Diffraction* (XRD) bertujuan untuk menganalisis fase dan mengetahui struktur kristal dan derajat kekristalan dari material. karakterisasi XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan untuk menganalisis fase dan mengetahui struktur kristal dan derajat kekristalan dari material yang dihasilkan. Analisis kristal menggunakan difraktometer sinar-X yang dilengkapi dengan pencacah radiasi untuk mencatat sudut dan intensitas difraksi. Sebuah recorder mencatat plot berkas difraksi pada rentang sudut 2- Theta.

Hasil uji komposisi unsur dan senyawa bubuk cangkang kerang ale-ale menggunakan XRD (X-Ray Diffraction) pada variasi suhu 500°C

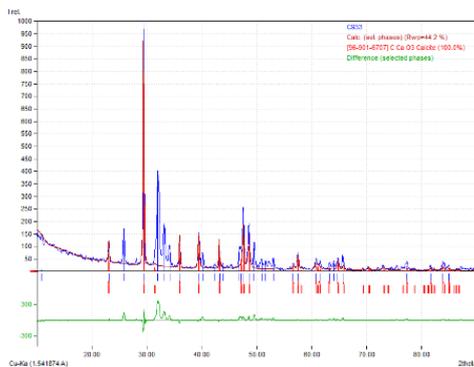
Pengujian XRD dilakukan terhadap bubuk cangkang kerang ale-ale dengan tegangan 40 kV pada 30.0 mA dan dilakukan pada sudut 2 theta dalam rentang scanning 10.00-90.00.

Dari Gambar 4 dapat dilihat pada uji sampel C932 dengan variasi waktu 2 jam dan

dengan pengovenan 500°C memiliki tingkat kemurnian 42,8% dengan diameter 29,42 mm, dan *calcite* sebesar 100 %.



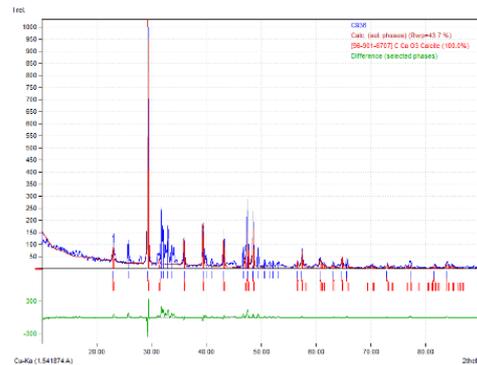
Gambar 4 Hasil Uji XRD pada sampel C932 dengan variasi waktu 2 jam dan temperature 500 °C



Gambar 5 Hasil Uji XRD pada sampel C933 dengan variasi waktu 4 jam dan temperatur 500 °C

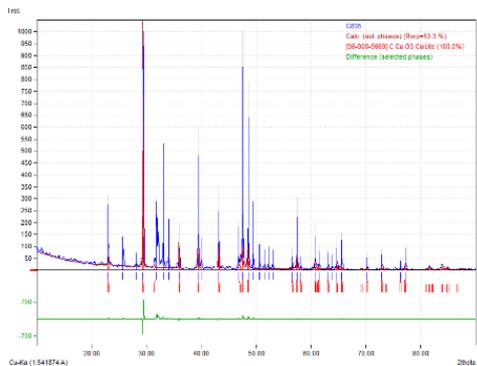
Pada Gambar 5 pada sampel C933 dapat dilihat bahwa hasil uji XRD dengan variasi waktu 4 jam dan temperatur pemanasan 500°C memiliki tingkat kemurnian 44,2 % dengan diameter 29,51 dan *calcite* 100 %.

Di Gambar 6 pada sampel C934 terjadi perubahan fase, di mana beberapa puncak baru muncul, yang mengindikasikan kemungkinan dekomposisi menjadi CaO, dengan tingkat kemurnian 53,4%, diameter 29,32 dan *calcite* sebesar 100% .



Gambar 6 Hasil Uji XRD pada sampel C934 dengan variasi waktu 6 jam dan temperature 500°C

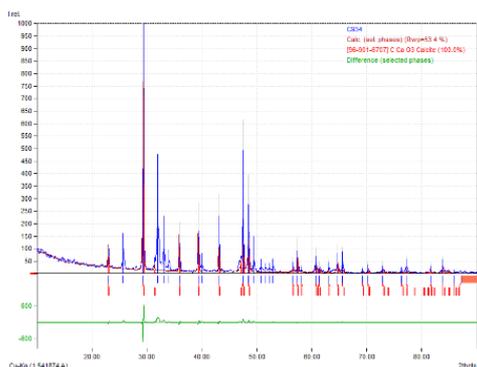
Hasil uji komposisi unsur dan senyawa bubuk cangkang kerang ale-ale menggunakan XRD (X-Ray Diffraction) pada variasi suhu 700°C



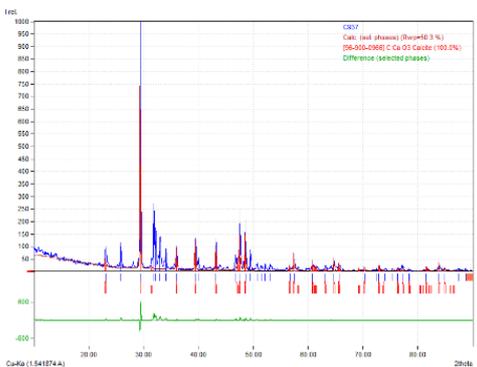
Gambar 7 Hasil Uji XRD pada sampel C935 dengan variasi waktu 2 jam dan temperature 700°C

Pada pengujian sampel C935 dengan pemanasan 700°C dan waktu pemanasan 2 jam mendapatkan hasil kemurnian 53,3% diameter 29,13 mm dan *calcite* 100%

.Pada Gambar 8 sampel C936 dengan variasi waktu 4 jam jumlah puncak difraksi berkurang lebih lanjut, mengindikasikan bahwa banyak material telah terdekomposisi dengan tingkat kemurnian 43,7 %, diameter 29.42 dan pada proses pemanasan 700°C mendapatkan nilai Calcite dengan nilai sebesar 100%.



Gambar 8 Hasil Uji XRD pada sampel C936 dengan variasi waktu 4 jam dan temperature 700°C



Gambar 9 Hasil Uji XRD pada sampel C937 dengan variasi waktu 6 jam dan temperature 700°C

Dari Gambar di atas dapat kita lihat hasil pengujian menunjukan *calcite* 100%, diameter 29,52 dan kemurnian 48,2%.

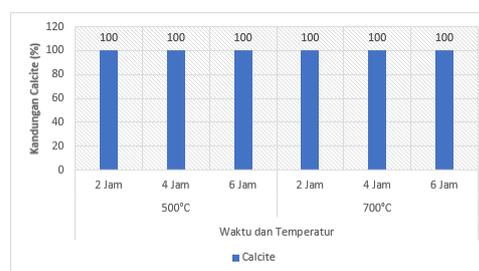
Tabel 1. hasil uji spektrum XRD

Kandungan	Waktu dan Temperatur					
	500°C			700°C		
	2 Jam	4 Jam	6 Jam	2 Jam	4 Jam	6 Jam
Calcite (%)	100	100	100	100	100	100
Diameter (mm)	29,42	29,51	29,32	29,13	29,42	29,46
Kemurnian (%)	42,8	44,2	53,4	53,3	42,2	48,2

Dari hasil penelitian sampel yang dilakukan dengan uji spectrum XRD di dapatkan :

Berdasarkan hasil uji spektrum XRD yang tercantum pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa penelitian ini menganalisis perubahan komposisi mineral dan struktur sampel pada berbagai kondisi dan suhu pemanasan. Beberapa poin penting yang dapat dibahas meliputi

Berikut adalah analisis lebih rinci berdasarkan hasil uji spektrum XRD pada berbagai kondisi waktu dan suhu pemanasan: Kandungan Calcite (%)

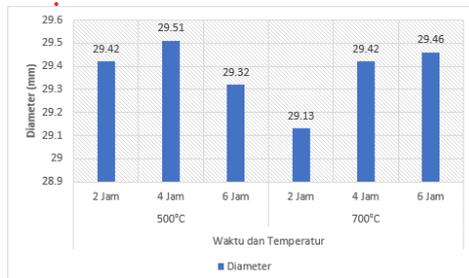


Gambar 9 Grafik Kandungan Calcite

Berdasarkan hasil uji, kandungan mineral calcite pada sampel tetap 100% di semua kondisi waktu dan suhu (500°C dan 700°C, dengan durasi 2, 4, dan 6 jam). Ini menunjukkan bahwa mineral calcite dalam sampel memiliki kestabilan termal yang tinggi pada rentang suhu dan durasi waktu pemanasan yang digunakan. Tidak terjadi perubahan fase atau transformasi mineral yang signifikan meskipun suhu dan waktu pemanasan ditingkatkan.

Stabilitas kandungan calcite ini menunjukkan ketahanan mineral terhadap suhu hingga 700°C, menjadikannya cocok untuk aplikasi di mana kestabilan struktur mineral pada suhu tinggi diperlukan.

Diameter Partikel Calcite (mm)



Gambar 10 Grafik Diameter Calcite

Pada Suhu 500°C

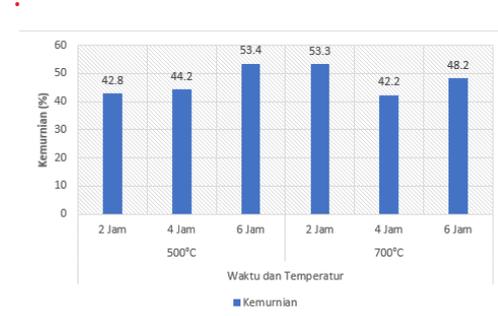
Diameter partikel sedikit bervariasi, mulai dari 29,42 mm (2 jam), naik sedikit ke 29,51 mm (4 jam), lalu turun tipis menjadi 29,32 mm (6 jam). Kenaikan kecil ini mungkin disebabkan oleh pengaruh suhu terhadap distribusi ukuran partikel dalam proses pemanasan awal, namun perbedaan ini cukup kecil dan menunjukkan stabilitas ukuran partikel dalam suhu ini.

Pada Suhu 700°C

Diameter awal (2 jam) tercatat 29,13 mm, sedikit lebih rendah dibandingkan diameter pada suhu 500°C untuk durasi yang sama. Setelah pemanasan 4 jam dan 6 jam, diameter partikel kembali mendekati 29,42 mm dan 29,46 mm. Pengurangan diameter pada awal pemanasan di suhu tinggi ini bisa disebabkan oleh sedikit penyusutan yang terjadi karena pemanasan cepat pada suhu yang lebih tinggi, diikuti oleh kestabilan setelah waktu pemanasan lebih lama.

Ukuran partikel relatif stabil pada kedua suhu pemanasan. Namun, perubahan kecil di suhu 700°C dalam durasi 2 jam menunjukkan adanya potensi penyusutan awal. Pada akhirnya, ukuran partikel tetap di sekitar 29,4 mm, yang menunjukkan kestabilan yang baik pada kedua kondisi suhu.

Kemurnian Calcite (%)



Gambar 11 Grafik Kemurnian Calcite

Pada Suhu 500°C

Terjadi peningkatan kemurnian dari 42,8% (2 jam) hingga mencapai 53,4% (6 jam). Peningkatan ini menunjukkan bahwa waktu pemanasan yang lebih lama pada suhu ini mampu meningkatkan kemurnian, mungkin dengan mengurangi senyawa pengotor atau peningkatan homogenitas mineral calcite dalam sampel.

Pada Suhu 700°C

Peningkatan kemurnian menunjukkan tren yang sedikit berbeda, mulai dari 42,2% (2 jam) ke 53,3% (4 jam), namun kemudian sedikit turun ke 48,2% (6 jam). Fluktuasi kemurnian ini mengindikasikan bahwa pada suhu yang lebih tinggi, kemungkinan terjadi beberapa perubahan kimia atau pemisahan komponen yang tidak stabil. Pada waktu pemanasan 4 jam, kemurnian mencapai puncaknya tetapi menurun setelah 6 jam. Penurunan ini bisa disebabkan oleh dekomposisi sebagian atau transformasi mineral lainnya yang memengaruhi kemurnian calcite.

Pada suhu 500°C, durasi pemanasan yang lebih lama berdampak positif terhadap peningkatan kemurnian. Sebaliknya, pada suhu 700°C, terjadi fluktuasi kemurnian yang mungkin menunjukkan batas toleransi suhu untuk menjaga kemurnian optimal dari mineral calcite.

Pengaruh Suhu dan Waktu

Berikut adalah pembahasan mengenai pengaruh waktu dan temperatur terhadap hasil X-Ray Diffraction (XRD) dari sampel bubuk cangkang kerang ale-ale pada variasi suhu 500°C dan 700°C:

Pengaruh Waktu Pemanasan terhadap Hasil XRD

Waktu pemanasan memengaruhi struktur kristal dan komposisi kimia dari sampel bubuk cangkang kerang ale-ale. Semakin lama waktu pemanasan, ada kecenderungan perubahan pada kemurnian dan struktur kristal. Berikut adalah efek yang diamati pada setiap waktu pemanasan:

Pada waktu pemanasan 2 jam, sampel menunjukkan tingkat kemurnian yang lebih rendah dibandingkan pemanasan lebih lama, baik pada suhu 500°C maupun 700°C. Struktur kristal cenderung masih utuh dengan kandungan kalsit sebesar 100%. Namun, belum terlihat adanya tanda-tanda dekomposisi yang signifikan.

Pada pemanasan 4 jam, jumlah puncak difraksi mulai berkurang (terutama pada suhu 700°C), yang menunjukkan kemungkinan adanya dekomposisi parsial atau perubahan struktur internal material. Tingkat kemurnian sedikit meningkat pada suhu 500°C, sementara pada suhu 700°C, material mulai menunjukkan perubahan yang lebih mencolok akibat tingginya energi panas yang diterima.

Pada waktu pemanasan 6 jam, perubahan fase mulai tampak pada suhu 500°C, dengan munculnya beberapa puncak baru. Hal ini menunjukkan kemungkinan terbentuknya fase baru, seperti CaO, yang menandakan dekomposisi kalsit (CaCO_3) menjadi kalsium oksida (CaO) akibat waktu pemanasan yang lebih lama. Pada suhu 700°C, tingkat kemurnian menurun sedikit karena kemungkinan dekomposisi lanjutan. Pada kedua suhu, kandungan kalsit tetap tercatat 100%, namun ada indikasi fase CaO pada suhu 500°C.

Secara umum, peningkatan waktu pemanasan memicu dekomposisi material secara bertahap. Pada awalnya, sampel

menunjukkan kestabilan struktur kristal, tetapi waktu yang lebih lama menyebabkan perubahan fase dan meningkatnya tingkat kemurnian hingga mencapai titik tertentu sebelum akhirnya menurun akibat dekomposisi.

Pengaruh Temperatur terhadap Hasil XRD

Temperatur pemanasan juga berperan signifikan dalam menentukan perubahan struktur kristal dan komposisi material. Dengan kenaikan suhu dari 500°C ke 700°C, berikut pengaruh yang diamati:

Pada suhu 500°C, sampel mengalami perubahan fase secara bertahap, terutama setelah waktu pemanasan yang lebih lama (6 jam). Peningkatan suhu ini cukup untuk menyebabkan perubahan struktur, tetapi masih menjaga stabilitas kalsit pada tingkat 100%. Pada suhu ini, pemanasan jangka panjang (6 jam) menyebabkan pembentukan fase baru, seperti CaO, yang merupakan produk dekomposisi dari kalsit.

Suhu yang lebih tinggi ini mempercepat dekomposisi material. Pada waktu pemanasan yang singkat (2 jam), sampel sudah menunjukkan tingkat kemurnian yang tinggi (sekitar 53,3%), dan peningkatan waktu pemanasan menjadi 4 atau 6 jam menyebabkan puncak difraksi berkurang, menunjukkan sebagian besar material mengalami dekomposisi. Suhu tinggi ini mempercepat proses perubahan fasa, sehingga hasil uji XRD menunjukkan jumlah puncak yang lebih sedikit, indikasi dari transisi fasa dan dekomposisi yang lebih lanjut.

Baik waktu maupun temperatur pemanasan berpengaruh signifikan terhadap struktur kristal dan tingkat kemurnian bubuk cangkang kerang ale-ale. Semakin lama waktu pemanasan dan semakin tinggi suhu yang diberikan, semakin besar terjadinya dekomposisi material. Pada suhu dan waktu pemanasan tertentu, perubahan struktur kristal dari kalsit ke CaO terjadi, yang terlihat dari munculnya fase baru dalam pola XRD. Perubahan ini penting untuk memahami karakteristik material yang dihasilkan serta potensi aplikasinya, mengingat bahwa struktur

kristal dan kemurnian material menentukan sifat mekanis dan kimianya

KESIMPULAN

- Pada suhu 500°C, peningkatan waktu pemanasan dari 2 hingga 6 jam meningkatkan kemurnian calcite dari 42,8% menjadi 53,4% tanpa perubahan signifikan pada ukuran partikel. Hal ini menunjukkan bahwa suhu ini cocok untuk pemurnian stabil dengan waktu pemanasan yang lebih lama.
- Pada suhu 700°C, kemurnian mencapai puncak pada durasi 4 jam dengan nilai 53,3%, namun menurun menjadi 48,2% setelah pemanasan 6 jam, menunjukkan bahwa suhu ini dapat menyebabkan fluktuasi kemurnian yang diinduksi oleh perubahan kimia atau dekomposisi sebagian.
- Diameter partikel *calcite* relatif stabil pada kedua suhu pemanasan, dengan sedikit penyusutan pada suhu 700°C setelah 2 jam pemanasan, tetapi kembali mendekati nilai semula pada waktu pemanasan yang lebih lama.
- Suhu 500°C dengan waktu pemanasan 6 jam terbukti sebagai kondisi optimal untuk mendapatkan kemurnian calcite yang tinggi dan stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Affandi, A., Amri, A., & Zultiniar, Z. (2015). Sintesis Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) dengan Proses Hidrotermal Variasi Rasio Mol Ca/P dan Suhu Sintesis (Doctoral dissertation, Riau University).
- [2]. Afriadi, P. (2021). PENGARUH PELAPISAN HIDROKSIAPATIT TERHADAP LAJU KOROSI DAN BIOAKTIVITAS TI-6Al-4V ELI DALAM SIMULATED BODY FLUID (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- [3]. Afrizal, G. (2016). Analisa struktur mikro material substitusi hidroksiapatit cangkang kerang darah dan resin akrilik bahan pembuat gigi untuk aplikasi gigi tiruan. *J Surya Tek*, 2(04), 1-9.
- [4]. Angraeni, N. C. (2022). SINTESIS HIDROKSIAPATIT (HAp) DARI BATU KAPUR LAMPUNG SELATAN MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI.
- [5]. BAHAN, K. B. S., & ULFYANA, D. SINTESIS DAN KARAKTERISASI HIDROKSIAPATIT DARI LIMBAH SISIK IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus campechanus*) MENGGUNAKAN METODE PENGENDAPAN.
- [6]. Fadhilah, R., Kurniawan, R. A., & Icha, M. M. (2015). Sintesis hidroksiapatit dari cangkang kerang Ale-ale (*Meretrix spp*) sebagai material graft tulang. *Jurnal Buletin Al-Ribaath*, 12(1).
- [7]. Giri, A. S. (2016). Efektivitas Ekstrak Daun Sirsak Sebagai Inhibitor Pada Baja Karbon Api 51 Dalam Larutan Nacl 3%.
- [8]. Hidayati, Y. Sintesis dan Performa Active Carbon Hasil Hydrothermal Dari Kulit Cicer Arietinum (Kacang Arab) Pada Baterai Li-S (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- [9]. Lele, I. S. T., Maliwemu, E. U., & Adoe, D. G. (2022, April). KARAKTERISASI OMATERIAL HIDROKSIAPATIT DARI CANGKANG KERANG ALE-ALE PANTAI OESAPA KOTA KUPANG. In *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia (Vol. 1, No. 1, pp. 56-62)*.
- [10]. Mozartha, M. (2015). Hidroksiapatit dan aplikasinya di bidang kedokteran gigi. *Cakradonya Dental Journal*, 7(2), 835-841.
- [11]. Rahmawati, E. (2023). Sintesis NiFe₂O₄ Dan NiFe₂O₄/Bentonit untuk Oksidasi Katalitik Metil Violet (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).

- [12]. Suci, I. A., & Ngapa, Y. D. (2020). Sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit (HAp) dari cangkang kerang ale-ale menggunakan metode presipitasi double stirring. *CAKRA KIMIA (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 8(2), 73-81.
- [13]. Sumadi, R., Deswardani, F., & Restianingsih, T. (2023). Sintesis dan Karakterisasi Membran Komposit dari Hidroksiapatit Kerang Dara-Kitosan sebagai Aplikasi Biokomposit (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS JAMBI).
- [14]. Tua, B., & Amri, A. (2016). Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Darah dengan Proses Hidrotermal Variasi Suhu dan PH (Doctoral dissertation, Riau University).
- [15]. Widyastuti, S. S., & Fajarin, R. PENGARUH PERSEN MASSA POLIAMIDA-6 DAN TEMPERATUR SINTERING TERHADAP MIKROSTRUKTUR DAN SIFAT MEKANIK PROYEKTIL KOMPOSIT TEMBAGA-POLIAMIDA (Cu-PA6).
- [16]. Yuliana, R., Rahim, E. A., & Hardi, J. (2017). Sintesis hidroksiapatit dari tulang sapi dengan metode basah pada berbagai waktu pengadukan dan suhu sintering. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 3(3), 201-210.