SINTESIS BIOKERAMIK BERBAHAN DASAR CANGKANG SUSUH KURA (*Sulcospira testudinaria*) DENGAN VARIASI WAKTU KALSINASI DAN KARAKTERISTIKNYA BERDASARKAN RASIO Ca/P

ELSA NARULITA
H1021211014

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

SINTESIS BIOKERAMIK BERBAHAN DASAR CANGKANG SUSUH KURA (*Sulcospira testudinaria*) DENGAN VARIASI WAKTU KALSINASI DAN KARAKTERISTIKNYA BERDASARKAN RASIO Ca/P

ELSA NARULITA
H1021211014

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Fisika

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Sintesis Biokeramik Berbahan Dasar Cangkang Susuh Kura (*Sulcospira testudinaria*) dengan Variasi Waktu Kalsinasi dan Karakteristiknya Berdasarkan Rasio Ca/P
Nama Mahasiswa	: Elsa Narulita
NIM	: H1021211014
Jurusan/Program Studi	: Fisika
Tanggal Lulus	: 31 Juli 2025
SK Pembimbing	: No. 1092/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal: 18 April 2024
SK Penguji	: No. 2275/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal: 17 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si.	Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc.
NIP198102062006041003	NIP198206082008122001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Asifa Asri, S.Si., M.Si.	Yudha Arman, S.Si, M.Si., D.Sc.
NIP199006052022032010	NIP197805132003121002

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si.	Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc.
NIP198102062006041003	NIP198206082008122001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Elsa Narulita
NIM	: H1021211014
Program Studi/ Jurusan	: Fisika/ Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak 31 Juli 2025



Elsa Narulita
H1021211014

Sintesis Biokeramik Berbahan Dasar Cangkang Susuh Kura (*Sulcospira testudinaria*) dengan Variasi Waktu Kalsinasi dan Karakteristiknya Berdasarkan Rasio Ca/P

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis biokeramik berbahan dasar cangkang susuh kura (*Sulcospira testudinaria*) menggunakan metode hidrotermal dengan variasi waktu kalsinasi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pembentukan senyawa kalsium oksida (CaO) dan rasio molar Ca/P. Cangkang susuh kura yang kaya akan kandungan kalsium karbonat ($CaCO_3$) dikalsinasi pada suhu 1000°C dengan variasi waktu 1, 2, 3, dan 4 jam dengan menggunakan *furnace*. Hasil kalsinasi dikarakterisasi menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) untuk mengidentifikasi fasa CaO dan $Ca(OH)_2$ yang terbentuk. Proses sintesis hidrotermal dilakukan dengan mencampurkan CaO hasil kalsinasi dengan $(NH_4)_2HPO_4$ pada rasio Ca/P sebesar 1,67, kemudian dilakukan pemanasan pada suhu 160°C selama 24 jam dalam kondisi basa. Hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan Scanning Electron Microscopy dan Energy Dispersive X-ray (SEM-EDX) untuk melihat morfologi dan mengetahui komposisi unsur yang terkandung serta menentukan rasio molar Ca/P. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan CaO pada waktu kalsinasi 1 jam sebesar 38,4%, pada kalsinasi 2 jam sebesar 22,7%, pada kalsinasi 3 jam sebesar 22,5% dan pada kalsinasi 4 jam sebesar 18,4%. Penurunan fasa CaO ini disebabkan oleh sifat higroskopis CaO yang menyerap uap air dari udara dan membentuk senyawa $Ca(OH)_2$. Morfologi terbaik diperoleh pada sampel dengan waktu kalsinasi 3 jam yang menunjukkan permukaan padat dan pori-pori teratur. Nilai rasio molar Ca/P untuk seluruh sampel bernilai >2, yaitu berkisar antara 2,15 hingga 2,40. Nilai ini mengindikasikan bahwa biokeramik yang terbentuk didominasi oleh fase TTCP (tetracalcium phosphate), yaitu senyawa kalsium fosfat yang kaya kalsium. Potensi susuh kura sebagai bahan baku biokeramik dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam pengembangan bahan biomaterial untuk aplikasi medis.

Kata kunci: Susuh kura, biokeramik, CaO, metode hidrotermal

Synthesis of Bioceramics Based on Freshwater Snail Shells (Sulcospira testudinaria) with Variation of Calcination Time and Its Characteristics Based on Ca/P Ratio

Abstract

This research aims to synthesize bioceramics from freshwater snail shells (Sulcospira testudinaria) using the hydrothermal method with variations in calcination time, in order to evaluate its effect on the formation of calcium oxide (CaO) and the Ca/P molar ratio. The snail shells, which are rich in calcium carbonate ($CaCO_3$), were calcined at 1000°C for 1, 2, 3, and 4 hours using a furnace. The calcined powders were characterized using X-Ray Diffraction (XRD) to identify the presence of CaO and $Ca(OH)_2$ phases. The hydrothermal synthesis was performed by mixing the CaO with diammonium hydrogen phosphate ($(NH_4)_2HPO_4$) at a Ca/P molar ratio of 1.67, followed by heating at 160°C for 24 hours under alkaline conditions. The resulting bioceramic powders were then characterized using Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive X-ray (SEM-EDX) to observe the surface morphology and determine elemental composition and Ca/P molar ratio. The results showed that the CaO content at 1 hour calcination was 38.4%, at 2 hours was 22.7%, at 3 hours was 22.5%, and at 4 hours was 18.4%. The decreasing CaO content is attributed to the hygroscopic nature of CaO, which absorbs moisture from the air and converts into $Ca(OH)_2$. The best morphology was observed in the sample with 3-hour calcination, which exhibited a dense surface with regular pores. The Ca/P molar ratio for all samples was greater than 2, ranging from 2.15 to 2.40, indicating the formation of calcium-rich phosphate phases, predominantly tetracalcium phosphate (TTCP). These findings demonstrate the potential of Freshwater Snail Shells as a natural raw material for the development of bioceramics in medical applications.

Keywords: *Freshwater snail shells, bioceramics, CaO, hydrothermal method.*

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, berkah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Sintesis Biokeramik Berbahan Dasar Cangkang Susuh Kura (*Sulcospira testudinaria*) dengan Variasi Waktu Kalsinasi dan Karakteristiknya Berdasarkan Rasio Ca/P"**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat selesainya jenjang S1 dalam Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan doa dari banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Sukandri dan Ibu Hartati yang selalu mendoakan, mendukung, memotivasi, menasehati, dan selalu mendengarkan setiap keluh kesah penulis, serta memberikan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si selaku dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc selaku dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Asifa Asri, S.Si., M.Si selaku dosen Penguji I yang selalu memberikan saran dan masukan hingga penulis menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Yudha Arman, S.Si, M.Si., D.Sc selaku dosen Penguji II yang selalu memberikan saran dan masukan hingga penulis menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc selaku dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberi bimbingan, motivasi, saran dan masukan selama penulis menempuh masa studi hingga menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak Ibu Dosen dan staf jurusan fisika yang telah membantu dan memberikan ilmu selama penulis menempuh masa studi hingga menyelesaikan skripsi ini.

8. Saudara penulis, Wahyu Setyawan yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta motivasi kepada penulis.
9. Semua keluarga besar yang telah mendukung dan membantu baik secara moril maupun non moril selama penulis menempuh perkuliahan.
10. Sahabat penulis, Icha Silfira, Nur Ramadhana, Aulia Indriani, Jea Safa Kadisa yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan selalu menjadi tempat berbagi cerita bagi penulis.
11. Ismuhani, Nailah Uzma Zahendra, Latifah Tri Amanda dan Michael Klan Lie, selaku sahabat penulis yang selalu membersamai, mendukung, dan memberikan semangat kepada penulis sejak maba hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Keluarga besar PhyXXIs (Fisika angkatan 2021) yang telah membersamai dari maba hingga penulis menyelesaikan skripsi ini.
13. Semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Pontianak, Juli 2025

Elsa Narulita

DAFTAR ISI

PRAKATA vi
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II DASAR TEORI 4
2.1 Susuh Kura (*Sulcospira testudinaria*) 4
2.2 Biomaterial Keramik 4
2.3 *Beta-Calcium Pyrophosphate* (*β*-CPP) 5
2.4 *Beta-Tricalcium Phosphate* (*β*-TCP) 5
2.5 Hidroksipatit (HAp) 6
2.6 Tetracalcium Phosphate (TTCP) 6
2.7 Metode Hidrotermal 7
2.8 *X-Ray Diffraction* (XRD) 7
2.9 *Scanning Electron Microscope* (SEM-EDX) 8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 9
3.2 Alat dan Bahan 9
3.3 Prosedur Kerja 10
3.4 Diagram Alir Penelitian 12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 14
4.1 Analisis Warna dan Massa dari Sampel Cangkang Susuh Kura 14
4.2 Analisis Serbuk Cangkang Susuh Kura Hasil Kalsinasi Menggunakan XRD 16
4.3 Analisis Serbuk Hasil Sintesis Hidrotermal Menggunakan SEM-EDX 18
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 21
5.1 Kesimpulan 21

5.2 Saran 21
DAFTAR PUSTAKA 22
LAMPIRAN 25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Morfologi cangkang susuh kura (*Sulcospira testudinaria*)..... 4
Gambar 2. 2 Struktur kristal hidroksiapatit (Rujitanapanich et al., 2014) 6
Gambar 3. 1 Prosedur kerja (a) preparasi bahan baku, (b) kalsinasi bahan baku, (c) uji XRD, (d) proses hidrotermal, (e) uji SEM-EDX …….. 10
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian..... 13
Gambar 4. 1 Hasil perubahan warna serbuk cangkang susuh kura pada suhu 1000ºC dengan variasi waktu (a) 1 jam, (b) 2 jam, (c) 3 jam, (d) 4 jam.……14
Gambar 4. 2 Hasil serbuk sampel dengan metode hidrotermal pada variasi waktu (a) 1 jam, (b) 2 jam, (c) 3 jam, (d) 4 jam..... 15
Gambar 4. 3 Difraktogram sinar-X cangkang susuh kura variasi waktu (a) 1 jam, (b) 2 jam, (c) 3 jam, (d) 4 jam. 17
Gambar 4. 4 Morfologi biokeramik menggunakan SEM pada variasi waktu..... 18
Gambar 4. 5 Spektrum EDX biokeramik waktu 1 jam 19

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Persentase susut massa hasil kalsinasi serbuk cangkang susuh kura ... 15
Tabel 4. 2 Data JCPDS dari XRD CaO dan $Ca(OH)_2$ dan data CaO dari cangkang susuh kura dari hasil kalsinasi berbagai variasi waktu 16
Tabel 4. 3 Hasil persentase kandungan senyawa hasil kalsinasi 17
Tabel 4. 4 Hasil persentase rasio Ca/P 20

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan penelitian 25
Lampiran 2 Dokumentasi penelitian 26
Lampiran 3 Hasil karakterisasi biokeramik 28

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biomaterial adalah suatu bahan sintesis yang dapat diimplan ke dalam sistem hidup sebagai pengganti fungsi dari jaringan hidup atau organ (Noviyanti et al., 2017). Biomaterial dikelompokkan menjadi beberapa kategori, salah satunya adalah biomaterial keramik yang merupakan senyawa kalsium fosfat. Biomaterial keramik merupakan jenis biomaterial yang dikenal memiliki kemampuan untuk memicu respons dan berinteraksi secara dinamis dengan jaringan sekitarnya (Wibisono, 2017). Material keramik yang bersifat biokompatibel dan bioaktif meliputi Beta-calcium pyrophosphate (β-CPP), Beta-tricalcium phosphate (β-TCP), hidroksiapatit (HAp), dan tetrakalsium phosphate (TTCP). β-TCP, HAp, dan TTCP umum digunakan pada perawatan tulang serta gigi. Secara teori, rasio Ca/P untuk β-TCP ($Ca_2P_2O_7$), β-TCP ($Ca_3(PO_4)_2$), HAp ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$), dan TTCP (($Ca_4(PO_4)_2O$) dapat dihitung dari jumlah Ca dan P pada senyawa kimianya. Rasio mol Ca/P untuk β-CPP, β-TCP, HAp, dan TTCP berturut-turut adalah 1, 1,5, 1,67, dan 2,0. Keempat material ini dapat disintesis dari senyawa kalsium dan fosfat. Berbeda dengan senyawa fosfat, senyawa kalsium banyak ditemukan di alam sehingga bisa diperoleh dari bahan alami.

Salah satu bahan alam yang dapat dimanfaatkan sebagai penghasil biokeramik adalah cangkang susuh kura *(Sulcospira testudinaria).* Susuh kura merupakan siput air tawar yang tergolong dalam suku *pachychilidae.* Di Kalimantan Barat, susuh kura tersebar luas di berbagai jenis habitat, termasuk di sepanjang sungai, daerah rawa, parit, serta di danau dan waduk. Perairan Kalimantan Barat yang cukup luas berpotensi sebagai habitat susuh kura yang cukup banyak sehingga dapat dijadikan bahan dasar dalam pembuatan biokeramik. Susuh kura dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam pembuatan biokeramik karena memiliki 99.6% kandungan kalsium karbonat ($CaCO_3$) (Nugroho et al., 2023). $CaCO_3$ pada cangkang susuh kura

kemudian diubah menjadi bubuk kalsium oksida (CaO) dengan melalui proses kalsinasi. Proses kalsinasi bertujuan untuk mereduksi senyawa kalsium karbonat dan menghilangkan senyawa organik lainnya (Khoirudin et al., 2015).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk sintesis biokeramik yaitu metode hidrotermal, *microwave*, nanoemulsi, *solid-state*, presipitasi, dan *sol-gel*. Namun metode hidrotermal adalah metode yang paling sering digunakan. Sintesis hidrotermal didefinisikan sebagai metode pembentukan material kristal di dalam air panas pada tekanan tinggi, sehingga temperatur reaksi dapat dinaikkan di atas titik didih air dan pencapaian tekanan dari saturasi uap air (Sitohang et al., 2016)**.** Kelebihan dari metode hidrotermal adalah dapat menghasilkan partikel dengan kristalinitas dan kemurnian yang tinggi, serta distribusi partikel yang homogen. Selain itu, kelebihan metode hidrotermal adalah memiliki proses yang sederhana, murah, dan dapat dilakukan dengan temperatur yang rendah. Melihat keunggulan tersebut, metode hidrotermal sering digunakan dalam sintesis biokeramik.

Berdasarkan pemaparan latar belakang mengenai potensi yang dimiliki cangkang susuh kura sebagai bahan dasar pembuatan biokeramik, pada penelitian ini telah dilakukan ekstraksi biokeramik dari cangkang susuh kura dengan metode hidrotermal. Uji karakteristik cangkang susuh kura dilakukan dengan analisis *X-ray diffraction* (XRD) untuk mengetahui jumlah CaO yang terbentuk dari proses kalsinasi. Hasil sintesis hidrotermal dikarakterisasi dengan *scanning electron microscopy* (SEM-EDX) untuk mengetahui morfologi sampel dan menentukan rasio Ca/P.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu kalsinasi pada cangkang susuh kura *(Sulcospira testudinaria)* terhadap jumlah kalsium yang terbentuk?
2. Bagaimana rasio Ca/P biokeramik yang dihasilkan dari proses hidrotermal cangkang susuh kura *(Sulcospira testudinaria)* untuk berbagai variasi waktu kalsinasi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kalsinasi dilakukan dengan variasi waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam
2. Karakterisasi biokeramik dilakukan dengan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM-EDX).
3. Jenis biokeramik yang diidentifikasi adalah Beta-calcium pyrophosphate (β-CPP), Beta-Tricalcium Phosphate (β-TCP), Hidroksiapatit (HAp), dan Tetracalcium Phosphate (TTCP).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh waktu kalsinasi dari cangkang susuh kura (*Sulcospira testudinaria*) terhadap jumlah kalsium yang terbentuk.
2. Menentukan jenis biokeramik yang dihasilkan dari metode hidrotermal dengan bahan dasar susuh kura (*Sulcospira testudinaria*) berdasarkan rasio Ca/P

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi cangkang susuh kura (*Sulcospira testudinaria*) sebagai bahan dasar biokeramik. Selain itu, akan diperoleh juga informasi mengenai hubungan antara metode fabrikasi dan jenis biokeramik yang dihasilkan