

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOKERAMIK SISTEM Ca-Al-P-O
BERBAHAN BAKU LIMBAH TULANG SAPI



Skripsi

Oleh

I Made Yoga Santika Putra
NIM 1813081017

PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FALKUTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA

2022

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOKERAMIK SISTEM Ca-Al-P-O
BERBAHAN BAKU LIMBAH TULANG SAPI**

SKRIPSI

**Diajukan kepada
Universitas Pendidikan Ganesha
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Kimia**



Oleh :

**I Made Yoga Santika Putra
NIM 1813081017**

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FALKUTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

2022

SKRIPSI
SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOKERAMIK SISTEM Ca-Al-P-O
BERBAHAN BAKU LIMBAH TULANG SAPI

Telah diuji pada tanggal:

12 Juli 2022

Skripsi ini diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Kimia

Oleh

I Made Yoga Santika Putra
1813081017

Pembimbing I



Dr.rer.nat. I Wayan Karyasa, S.Pd., M.Sc
NIP. 196912311994031012

Pembimbing II



Ni Putu Sri Ayuni, S.Si., M.Si.
NIP. 198110292008122002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Kimia



Dr. I Dewa Ketut Sastrawidana, M.Si
NIP. 196804171995011001

Skripsi oleh I Made Yoga Santika Putra ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal 12 Juli 2022

Dewan Penguji,



Dr.rer.nat. I Wayan Karyasa, S.Pd., M.Sc
NIP. 196912311994031012

(Ketua)



Ni Putu Sri Ayuni, S.Si., M.Si.
NIP. 198110292008122002

(Anggota)



Drs. I Wayan Mudrawan, M.S., Ph.D.
NIP. 196010091985031002

(Anggota)



Dr. Gede Agus Beni Widana, S.Si., M.Si.
NIP. 198005062006041002

(Anggota)

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Ganesha guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai
gelar Sarjana Sains

pada
hari : Selasa
tanggal : 12 Juli 2022

Mengetahui.

Ketua Ujian

Sekretaris Ujian



Dr. I Wayan Sukra Warpala, M.Sc.
NIP. 196710131994031001



Dr. I Dewa Ketut Sastrawidana, M.Si
NIP. 196804171995011001

Mengesahkan,
Dekan



Prof. Dr. I Nengah Suparta, M.Si
NIP. 196507111990031003

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa naskah skripsi ini yang berjudul "SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOKERAMIK SISTEM Ca-Al-P-O BERBAHAN BAKU LIMBAH TULANG SAPI" adalah asli hasil pemikiran saya sendiri, dan sepanjang hasil penelusuran saya belum diketemukan ada karya skripsi atau karya ilmiah yang sama untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi. Apabila dikemudian hari ternyata diketemukan di dalam naskah Skripsi saya ini terdapat unsur-unsur kesamaan dengan skripsi orang lain, maka saya bersedia bahwa skripsi dibatalkan, serta diproses secara hukum.

Singaraja, 20 Juli 2022
membuat pernyataan



I Made Yoga Santika Putra
NIM. 1813081017

PRAKARTA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis Dan Karakterisasi Biokeramik Sistem Ca-Al-P-O Berbahan Baku Limbah Tulang Sapi”.

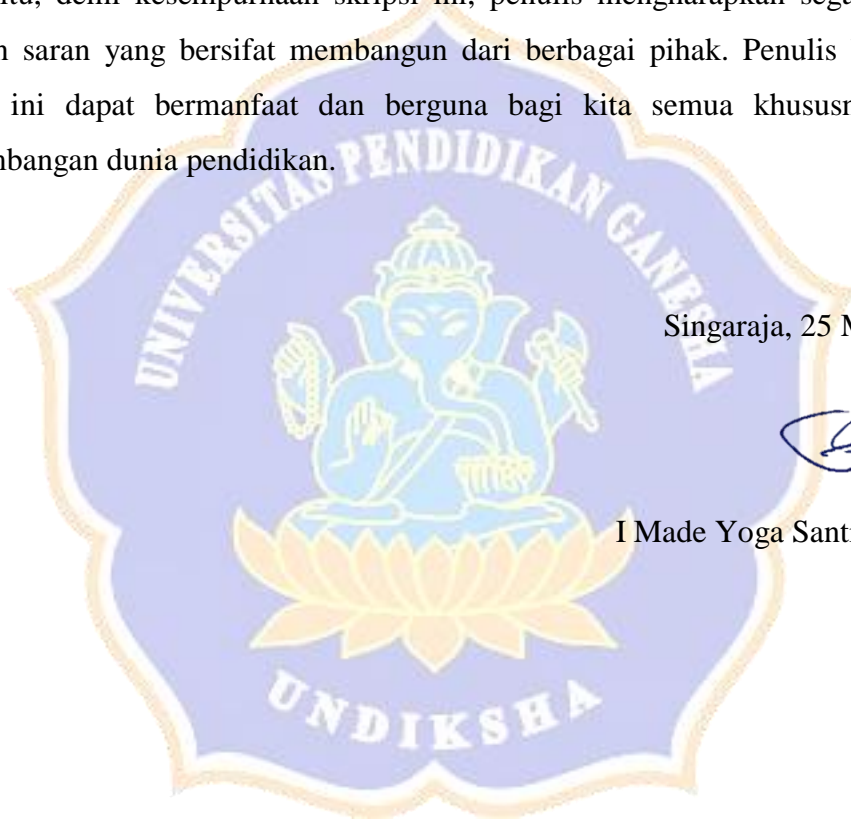
Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang memberikan material, dukungan, saran, masukan maupun nasehat. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bapak Ketua Jurusan Kimia dan Bapak Koordinator Program Studi Kimia, yang telah memberikan izin dan arahan selama penelitian dan penulisan skripsi ini;
2. Bapak Dr.rer.nat. I Wayan Karya, S.Pd., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ni Putu Sri Ayuni, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini;
3. Bapak Dr.rer.nat. I Gusti Ngurah Agung Suryaputra, S.T, M.Sc. selaku pembimbing akademik yang telah banyak memberikan bimbingan selama menempuh pendidikan di Undiksha.
4. Bapak Drs. I Dewa Putu Subamia, M.Pd. dan Bapak I Ketut Lasia, S.Pd., M.Pd. Pranata Laboratorium Pendidikan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memfasilitasi kebutuhan sarana dan prasarana laboratorium dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini;
5. Bapak Direktur Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN atas dana hibah kompetitif Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2021 dan dana hibah kompetitif Program Pemberdayaan Masyarakat UKM Indonesia Bangkit tahun 2021 serta Bapak Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pendidikan Ganesha atas dana penelitian kompetitif institusi skim Kelompok Riset tahun 2020 dan tahun 2021. Skripsi ini diikutsertakan dalam payung penelitian dan pengabdian kepada masyarakat

tersebut, baik dalam penelitian awal untuk proposal skripsi tahun 2021 serta penelitian dan penulisan skripsi tahun 2022;

6. Teman-teman mahasiswa di Program Studi Kimia khususnya Angkatan 2018 dan Widiari Sukma Rahayu yang telah memberikan motivasi serta membantu dalam kelancaran penelitian dan penyusunan skripsi ini; dan
7. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang tersaji dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Untuk itu, demi kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan segala kritik maupun saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua khususnya bagi pengembangan dunia pendidikan.



Singaraja, 25 Mei 2022

I Made Yoga Santika Putra

DAFTAR ISI

PRAKARTA	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Tulang	4
2.2 Tulang Sapi	4
2.3 Biomaterial dan Biokeramik	5
2.4 Hidroksiapatit	7
2.5 Alumina	10
2.6 Proses Kalsinasi	12
2.7 GIC (Glass Ionomer Cement)	12
2.8 Karakterisasi	13
2.8.1 Spektrofotometri FTIR	13
2.8.2 XRD	14
2.8.3 XRF (X-Ray Fluorescence)	16
2.8.4 Scanning electron microscopy (SEM)	17
2.9 Kerangka Berpikir	18
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Rancangan Penelitian	20
3.2 Objek dan Subjek Penelitian	21
3.3 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan	22
3.4 Alat, Bahan dan Instrumen	22

3.5	Prosedur Penelitian	22
3.5.1	Preparasi sampel	22
3.5.2	Pembuatan Sol Fosfat dan Alumina.....	23
3.5.3	Pembuatan Gel Campuran A dan Campuran B	23
3.6	Karakterisasi	25
3.7	Analisis Data.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian	27
4.1.1	Hasil Pembuatan bubuk Campuran Alumina-Hidroksiapatit .	27
4.1.2	Data Hasil Pengujian Analisis XRF.....	31
4.1.3	Hasil Pengujian Analisis FTIR	32
4.1.4	Hasil Pengujian Analisis XRD	37
4.1.5	Hasil Pengujian Analisis SEM.....	58
4.2	Pembahasan.....	67
4.2.1	Pembuatan Sol-Gel Kalsium Fosfat dan Natrium Aluminat ..	68
4.2.2	Pencetakan Menggunakan GIC	69
4.2.3	Karakterisasi XRF.....	71
4.2.4	Karakterisasi FTIR.....	72
4.2.5	Karakterisasi XRD.....	75
4.2.6	Karakterisasi SEM	78
BAB V PENUTUP		
5.1	Simpulan	80
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81
DAFTAR LAMPIRAN		86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Modululus Elastis Untuk Hidroksiaptit dan Jaringan Keras	12
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Alumina Kelas Biomedis	14
Tabel 2.3 Perkiraan Komposisi GIC	16
Tabel 3.1 Variasi Penambahan Alumina.....	23
Tabel 3.2 Komposisi Campuran Kalsium Aluminofosfat (Ca-Al-O-P).....	24
Tabel 3.3 Komposisi Campuran GIC Berdasarkan Perhitungan	24
Tabel 3.4 Komposisi Sampel + GIC berdasarkan perhitungan % berat	35
Tabel 4.1 Hasil Cetakan Dengan Variasi Pemanasan	29
Tabel 4.2 Hasil Analisis XRF	31
Tabel 4.3 Hasil Analisis Spektrum FTIR	35
Tabel 4.4 Nilai FWHM dan Ukuran Kristal.....	54
Tabel 4.5 Derajat Kristalinitas dan Ukuran Kristal.....	55
Tabel 4.6 Uji Normalitas Derajat Kristalinitas	56
Tabel 4.7 Uji Homogenitas Derajat Kristalinitas	56
Tabel 4.8 Uji Two Way Anova Derajat Kristalinitas.....	57
Tabel 4.9 Persentase Ukuran Porositas dan Ukuran Partikel.....	64
Tabel 4.10 Uji Normalitas Ukuran Partikel	64
Tabel 4.11 Uji Homogenitas Ukuran Partikel.....	65
Tabel 4.12 Uji Two Way Anova Ukuran Partikel.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Heksagonal Hidroksiapatit	8
Gambar 2.2 Struktur Monoklinik Hidroksiapatit	8
Gambar 2.3 Struktur Kristal Alumina	10
Gambar 2.4 Prinsip Kerja FTIR	14
Gambar 2.5 Prinsip Kerja XRD	15
Gambar 2.6 Prinsip Kerja XRF	17
Gambar 2.7 Prinsip Kerja SEM	18
Gambar 3.1 Prosedur Eksperimen.....	21
Gambar 4.1 Serbuk Campuran Hidroksiapatit Alumina	27
Gambar 4.2 Hasil Analisis FTIR.....	34
Gambar 4.3 Penggabungan Pola Sampel dengan pola Standar Hidroksiapatit.....	42
Gambar 4.4 Grafik Pola Difraksi Target Utama Pada Sampel	43
Gambar 4.5 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K0T0	44
Gambar 4.6 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K0T1	45
Gambar 4.7 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K0T2	46
Gambar 4.8 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K0T3	47
Gambar 4.9 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K0T4	48
Gambar 4.10 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K3T0	49
Gambar 4.11 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K3T1	50
Gambar 4.12 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K3T2	51
Gambar 4.13 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K3T3	52
Gambar 4.14 Bentuk Struktur dan Refinement Pola Difraksi K3T4	53
Gambar 4.15 Gambar Mikrostruktur Tulang Artifisial K0T0	58
Gambar 4.16 Gambar Mikrostruktur Tulang Artifisial K0T2	59
Gambar 4.17 Gambar Mikrostruktur Tulang Artifisial K3T0	60
Gambar 4.18 Gambar Mikrostruktur Tulang Artifisial K3T3	61
Gambar 4.19 Grafik Distribusi Ukuran Partikel	63
Gambar 4.20 Tulang Sapi Setelah Dikalsinasi 800°C	67
Gambar 4.21 Hasil Pembuatan Gel Campuran	69
Gambar 4.22 Serbuk Campuran Hidroksiapatit-Alumina.....	69
Gambar 4.23 GIC	70

Gambar 4.24 Proses Pencampuran Bubuk Samepl Dengan GIC	70
Gambar 4.25 Proses Pencetakan	71
Gambar 4.26 Hasil Reaksi Sol-Gek Hidroksiapatit-alumina	75
Gambar 4.27 Penggambaran Skema Struktur Kristal Hidroksiapatit	76
Gambar 4.28 Struktur Kristal Hidroksiapatit Penggantian Ca.....	77



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian

Lampiran 2 Hasil Pengujian Laboratorium

Lampiran 3 Hasil Pengujian Statistik

Lampiran 4 Perhitungan

