

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI MIKROSTRUKTUR
BIPASIK KALSIUM FOSFAT/*POLYLACTIC ACID* UNTUK
APLIKASI REKAYASA JARINGAN TULANG**

SKRIPSI



MERRY CYLVIA SOKOY

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK BIOMEDIS
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI BIPASIK KALSIUM
FOSFAT/*POLYLACTIC ACID* UNTUK APLIKASI REKAYASA
JARINGAN TULANG**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Biomedis
pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Merry Cylvia Sokoy
081711733061

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Jan Adv, S.Si, M.Si
NIP. 197201262002121002

Pembimbing II,



Drs. Diony Izak Rudvardjo, M.Si
NIP. 196802011993031004

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Preparasi dan Karakterisasi Mikrostruktur Bipasik
Kalsium Fosfat/*Polylactic acid* untuk Aplikasi
Rekayasa Jaringan Tulang

Penyusun : Merry Cylvia Sokoy

NIM : 081711333061

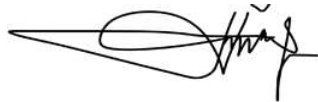
Pembimbing I : Jan Ady, S.Si, M.Si

Pembimbing II : Drs.Djony Izak Rudyardjo, M.Si

Tanggal Seminar : 1 September 2022

Disetujui oleh,

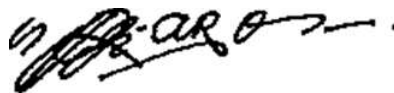
Pembimbing I,



Jan Ady, S.Si, M.Si

NIP. 197201262002121002

Pembimbing II,



Drs. Djony Izak Rudyardjo, M.Si

NIP. 196802011993031004

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Herri Trilaksana, S.Si, M.Si, Ph.D.

NIP. 197712282003121003

Kepala Program Studi S1 Teknik Biomedis
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T.

NIP. 197903152003122002

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. **Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Merry Cylvia Sokoy

NIM 081711733061

Program Studi : S1 Teknik Biomedis

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa bagian atau keseluruhan isi Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk mendapat gelar akademis pada bidang studi dan/atau universitas lain dan tidak pernah dipublikasikan/ditulis oleh individu selain penyusun kecuali bila dituliskan dengan format kutipan dalam isi skripsi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Airlangga. Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Surabaya, 23 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Merry Cylvia Sokoy

NIM. 081711733061

Merry Cylvia Sokoy: 2022. Preparasi dan Karakterisasi Mikrostruktur Bipasik Kalsium Fosfat/*Polylactic acid* Untuk Aplikasi Rekayasa Jaringan Tulang
Skripsi ini dibawah bimbingan Jan Ady, S.Si, M.Si., dan Drs. Djonny Izak Rudyardjo, M.Si., Departemen Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang preparasi dan karakterisasi mikrostruktur bipasik kalsium fosfat/*polylactic acid* untuk rekayasa jaringan tulang. Bipasik kalsium fosfat terdiri atas β -trikalsium fosfat dan hidroksiapatit. Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi pembentukan senyawa kalsium hidroksida dari kalsium karbonat berdasarkan hasil uji XRD. Sintesis bipasik kalsium fosfat dilakukan dengan mereaksikan kalsium hidroksida 1,8 M dan asam fosfat 1,5 M dengan menggunakan metode sol-gel. Pada penelitian ini juga dilakukan variasi penambahan *polylactic acid* sebesar 0 wt%, 1 wt%, 2 wt% dan 3 wt%. Hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR, SEM-EDX, dan UV-Vis. Dari hasil uji XRD menunjukkan bahwa β -trikalsium fosfat terbentuk secara optimal pada sampel tanpa PLA dengan presentase sebesar 97%. Untuk sampel dengan PLA menghasilkan 85,5% β -trikalsium fosfat dan 14,5% hidroksiapatit dengan konsentrasi optimal 3 wt%. Hasil uji FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi PO_4^{3-} sebagai karakteristik pada bahan penyusunnya. Hasil uji SEM-EDX menunjukkan adanya gumpalan pada sampel dan aglomerasi pada partikel. Dari hasil UV-Vis tidak terdeteksi adanya absorbansi dari BCP/PLA.

Kata kunci: *bipasik kalsium fosfat, sol-gel, sintering, polylactic acid, XRD*

Merry Cylvia Sokoy: 2022. Preparation and Characterization of Biphasic Calcium Phosphate/*Polylactic acid* Microstructure for Bone Tissue Engineering Applications This thesis was under the guidance of Jan Ady, S.Si, M.Si., and Drs. Djonny Izak Rudyardjo, M.Sc., Department of Biomedical Engineering, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Research has been carried out on the preparation and characterization microstructure of biphasic calcium phosphate/*polylactic acid* for bone tissue engineering. Biphasic calcium phosphate consists of β -tricalcium phosphate and hydroxyapatite. This research was conducted by identifying the formation of calcium hydroxide compounds from calcium carbonate based on XRD test results. Biphasic synthesis of calcium phosphate was carried out by reacting 1.8 M calcium hydroxide and 1.5 M phosphoric acid using the sol-gel method. In this study, variations in the addition of polylactic acid were also carried out by 0 wt%, 1 wt%, 2 wt% and 3% wt. The synthesis results were characterized using XRD, FTIR, SEM-EDX, and UV-Vis. The XRD test results showed that β -tricalcium phosphate was formed optimally in samples without PLA with a percentage of 97%. For samples with PLA, it produced 85.5% -tricalcium phosphate and 14.5% hydroxyapatite with an optimal concentration of 3 wt%,. The FTIR test results showed the presence of the PO_4^{3-} functional group as a characteristic of the constituent materials. The results of the SEM-EDX test showed the presence of lumps in the sample and the agglomeration of the particles. From the UV-Vis results, no absorbance from BCP/PLA was detected.

Keywords: *biphasic calcium phosphate, sol-gel, sintering, polylactic acid, XRD.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya proposal skripsi dengan judul “Preparasi dan Karakterisasi Biokeramik BCP/PLA untuk Aplikasi Rekayasa Jaringan Tulang(Bone Defect)” dapat diselesaikan. Proposal skripsi ini disusun sebagai acuan penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat akademik guna mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Tuhan Yesus yang selalu menyertai dan memegang tangan penulis baik dalam kesukaran maupun disaat senang.
2. Bapak David yang mensupport dan memotivasi penulis.
3. Mama Evie Rumbekwan wonder women penulis yang selalu mensupport penulis walaupun dengan banyak keterbatasan.
4. Ebit Mudumi guardian angel penulis yang menjadi penyemangat dan mensupport penulis
5. Dylan, Nona Nyong, Opi dan Egar adik-adik luar biasa yang selalu mensupport serta memotivasi penulis.
6. Cio yang menjadi penghibur dan penyemangat bagi penulis.
7. Marsela Runtuboi kaka terkasih yang banyak membantu penulis dalam kesukaran.
8. Bapak Jan Ady, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Bapak Drs. Djony Izak Rudyarjo S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing II atas semua ilmu, bimbingan, saran dan waktu yang telah diberikan kepada penulis
9. Bapak Drs. Siswanto, M.Si selaku dosen penguji 1 yang banyak memberikan masukan serta ilmu kepada penulis
10. Mas Rochman selaku laboran Laboratorium Fisika Material yang telah membantu penulis dalam pengerjaan penelitian, terutama dalam

pengoperasian alat-alat di laboratorium

11. Alfian editor terbaik yang banyak membantu penulis dalam kesukaran.
12. Lince Degei yang banyak membantu penulis saat dalam kesukaran.
13. Nuzul, Nanik dan Frazna teman lintas jurusan yang selalu memberi masukan dan bersama penulis dalam kesukaran.
14. ABDUCENS teman-teman TB 2017 yang banyak memberikan ilmu. Masukan, serta motivasi selama masa perkuliahan hingga di akhir perkuliahan.
15. Universitas Airlangga khususnya tim pengajar S-1 Teknik Biomedis yang banyak meberikan ilmu kepada penulis baik ilmu dalam perkuliahan maupun ilmu sosial dalam bersosialisasi di khalayak umum.
16. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan bantuannya selama penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberi manfaat baik kepada penyusun maupun khalayak umum.

Surabaya, 23 Agustus 2022

Penulis



Merry Cylvia Sokoy

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Struktur Tulang Manusia	7
2.1.1. Kerusakan Tulang(Bone defect)	8
2.1.2. Rekayasa Jaringan Tulang	9
2.2. Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$)	9
2.3. β -trikalsium fosfat	14
2.4. Kalsium Karbonat (CaCO_3).....	16
2.5. Asam Fosfat (H_3PO_4)	17
2.6. Polylactic acid	19
2.7. Metode Sol-gel	20
2.8. X-Ray Diffraction (XRD).....	22

2.9.	Fourier Transform Infra Red (FTIR)	24
2.10.	Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX).....	26
2.11.	Spektrofotometri UV-Visible	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	30
3.2.1.	Alat Penelitian.....	30
3.2.2.	Bahan Penelitian	30
3.3.	Diagram Alir Penelitian.....	31
3.4.	Prosedur Penelitian.....	33
3.4.1.	Persiapan Bahan.....	33
3.4.2.	Sintesis Bipasik Kalsium Fosfat.....	33
3.5.	Karakterisasi Sampel.....	35
3.5.1.	X-Ray Diffraction (XRD)	35
3.5.2.	Fourier Transform Infra Red (<i>FTIR</i>).....	35
3.5.3.	Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (<i>SEM-EDX</i>)	36
3.5.4.	Spektrofotometri UV-Visible	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1.	Karakterisasi XRD Kalsium Karbonat	38
4.2.	Karakterisasi Bipasik Kalsium Fosfat	40
4.2.1	Hasil Uji XRD Tanpa PLA	40
4.2.2.	Hasil Uji XRD setelah Penambahan PLA.....	42
4.2.3.	Hasil Uji FTIR	46
4.2.4.	Hasil Uji SEM-EDX	49
4.2.5.	Hasil Uji UV-Visible	52
BAB V KESIMPULAN		57
5.1.	Kesimpulan.....	57
5.2.	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....		58
LAMPIRAN		62

Lampiran 1 Analisis Perhitungan	62
Lampiran 2 Alat dan Bahan	64
Lampiran 3 Metode Sol-Gel.....	66
Lampiran 4 Analisis Data.....	67

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2. 1	Fase Kalsium Fosfat.....	10
Tabel 2. 2	Sifat Fisis dan Mekanik.....	12
Tabel 2. 3	Karakteristik Asam Fosfat.....	18
Tabel 2. 4	Daerah Spektrum Inframerah	25
Tabel 4. 1	Kuantitas Senyawa Penyusun Serbuk Kalsium Karbonat	39
Tabel 4. 2	Fraaksi Volume pada Sample Tanpa PLA pada suhu 900 °C.....	41
Tabel 4. 3	Fraaksi Volume pada Sampel B1, B2, B3 dengan suhu 900°C	43
Tabel 4. 4	Derajat Kristalinitas tiap sampel	44
Tabel 4. 5	Ukuran kristal tiap sampel	45
Tabel 4. 6	Data Bilangan Gelombang Hidroksiapatit	47
Tabel 4. 7	Data Absorbansi Bipasik Kalsium Fosfat	55

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2. 1	Struktur Hierarki Tulang	7
Gambar 2. 2	Struktur Kimia Hidroksiapatit.....	11
Gambar 2. 3	Struktur Kristal Heksagonal Hidroksiapatit	12
Gambar 2. 4	Diagram Fasa Hidroksiapatit.....	13
Gambar 2. 5	Struktur kimia trikalsium fosfat	15
Gambar 2. 6	Struktur Kimia Kalsium Karbonat.....	16
Gambar 2. 7	Struktur Kimia Asam Fosfat.....	19
Gambar 2. 8	Struktur Kimia PLA	19
Gambar 2. 9	Proses Pembuatan Sol dan Gel.....	21
Gambar 2. 10	Skema Difraksi Sinar –X.....	23
Gambar 2. 11	Skema Kerja Alat FTIR.....	25
Gambar 2. 12	Hasil Uji SEM-EDX.....	27
Gambar 2. 13	Skema Spektrofotometri UV-Vis	28
Gambar 3. 1	Diagram Alir Kalsinasi CaCO ₃	31
Gambar 3. 2	Diagram Alir Pembentukan Bipasik Kalsium Fosfat	32
Gambar 4. 1	Hasil XRD Serbuk Kalsium Karbonat Setelah Kalsinasi	39
Gambar 4. 2	Pola Difraksi Sampel Tanpa PLA	41
Gambar 4. 3	Hasil XRD 3 Sampel dengan Variasi PLA.....	42
Gambar 4. 4	Hasil FTIR 4 Sampel Hidroksiapatit	46
Gambar 4. 5	Hasil Pengujian SEM-EDX pada Sampel A1(0 wt%).....	49
Gambar 4. 6	Hasil Pengujian SEM-EDX pada Sampel B3 (3wt%).....	50
Gambar 4. 7	Grafik Absorbansi Sampel A1.....	53
Gambar 4. 8	Grafik Absorbansi Sampel B1	53
Gambar 4. 9	Grafik Absorbansi Sampel B2.....	53
Gambar 4. 10	Grafik Absorbansi Sampel B3.....	54
Gambar 4. 11	Grafik Linear Hasil Uji UV-Vis	55

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Analisis Perhitungan		62
Lampiran 2 Alat dan Bahan		64
Lampiran 3 Metode Sol-Gel.....		66
Lampiran 4 Analisis Data.....		67