

ANALISA POROSITAS *BIOCERAMIC* BCP DOPING Sr^{2+} DAN Ag^+

SEBAGAI *BONE GRAFT* DENGAN METODE SEM

SKRIPSI



OLEH:

RIZKI ANNISA RO'IFA

NIM: 021811133054

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

**ANALISA POROSITAS *BIOCERAMIC* BCP DOPING Sr^{2+} DAN Ag^+
SEBAGAI *BONE GRAFT* DENGAN METODE SEM**

SKRIPSI



OLEH:

RIZKI ANNISA RO'IFA

NIM: 021811133054

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA POROSITAS *BIOCERAMIC* BCP *DOPING* Sr^{2+}
DAN Ag^+ SEBAGAI *BONE GRAFT* DENGAN METODE
SEM
SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Dokter
Gigi Di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya

Oleh:

RIZKI ANNISA RO'IFA

NIM. 021811133054

Menyetujui

Pembimbing Utama



Dr. Dian Agustin Wahjuningrum, drg., SpKG(K)

NIP: 197108201999032001

Pembimbing Serta



Prof. Dr. Tamara Yuanita, drg., MS., SpKG(K)

NIP : 196006251986012002

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA**

2022

PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI

Skripsi ini telah diuji pada tanggal 19 Januari 2022.

PANITIA PENGUJI SKRIPSI

Dr. Ari Subianto drg., M.S., Sp.KG(K) (Ketua Penguji)

Dr. Widya Saraswati, drg., M.Kes., Sp.KG(K) (Anggota Penguji)

Dr. Sukaton, drg., M.Kes., Sp.KG(K) (Anggota Penguji)

Dr. Dian Agustin Wahjuningrum., drg., Sp.KG(K) (Pembimbing Pertama)

Prof. Dr. Tamara Yuanita, drg., MS., Sp.KG(K) (Pembimbing Serta)

SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Rizki Annisa Ro'ifa
NIM : 021811133054
Program Studi : Pendidikan Dokter Gigi
Fakultas : Kedokteran Gigi
Jenjang : Sarjana (S1)

Menanyakan bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**ANALISA POROSITAS *BIOCERAMIC BCP DOPING* Sr^{2+} DAN Ag^{+}
SEBAGAI *BONE GRAFT* DENGAN METODE SEM**

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 11 Januari 2022



Rizki Annisa Ro'ifa

NIM. 021811133054

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunianya, sehingga skripsi saya yang berjudul “Analisa Porositas *Bioceramic BCP Doping* Sr^{2+} Dan Ag^+ Sebagai *Bone graft* Dengan Metode SEM” ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu.

Perkenankanlah saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Agung Sosiawan, drg., M.Kes. selaku Dekan Fakultas Kedokteran gigi Universitas Airlangga yang telah memberi kesempatan untuk menempuh pendidikan di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
2. Dr. Widya Saraswati, M.Kes, Sp.KG selaku Ketua Departemen Konservasi Gigi yang telah memberikan izin dalam pembuatan skripsi.
3. Dr. Dian Agustin Wahjuningrum., drg., Sp.KG(K) selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, masukan, dan arahan, serta meluangkan waktu selama penyusunan skripsi.
4. Prof. Dr. Tamara Yuanita, drg., MS., SpKG(K) selaku dosen pembimbing serta yang turut memberikan masukan, evaluasi, koreksi, dan meluangkan waktu selama penyusunan skripsi.
5. Dr. Ari Subianto drg., M.S., Sp.KG(K), Dr. Nanik Zubaidah drg., M.Kes., Sp.KG(K), dan Dr. Sukaton, drg., M.Kes., Sp.KG(K) selaku dosen penguji yang memberikan tanggapan, saran, dan masukan yang membangun demi mencapai hasil skripsi yang baik.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar Departemen Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

7. Kepada Ayah dan Ibu tercinta, Tri Suastono dan Luky Takarijanti, serta keluarga lainnya atas doa, kasih sayang, dukungan moral maupun materi yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman Odontoblast 2018 dan skripsi Departemen Konservasi Gigi tahun 2018.
9. Seluruh teman-teman saya, Shalma, Pamela, Kelvin, dan Ilona yang sudah mendukung moral maupun material selama penyusunan skripsi ini.
10. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu terkait dalam pembuatan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan di waktu yang akan datang.

ABSTRACT

POROSITY ANALYSIS ON BCP BIOCERAMIC DOPED WITH Sr^{2+} AND Ag^+ AS A BONE GRAFT USING SEM METHOD

Background: *Bone grafting* is a bone tissue transplant procedure to repair and reshape bone defect. One type of *bone graft* called alloplast, which in the group of bioceramic calcium phosphate. The calcium phosphate groups often used are Hydroxyapatite (HA), β -Tricalcium Phosphate (β -TCP), and Biphasic Calcium Phosphate (BCP). BCP is biocompatible, highly osteoconductive properties, and has chemical structure similar to inorganic materials of the bone. Bioceramic can be optimized by doping. In this study, Sr^{2+} and Ag^+ doping was performed on BCP. Sr^{2+} can increase osteoblast activity, decrease osteoclast activity, good osteointegration, and decrease cytokine production. While Ag^+ has antibacterial properties because it can cause bacteriolysis. **Objective :** To describe the size of the microporosity of bioceramic BCP doped Sr^{2+} and Ag^+ as a *bone graft* so that it can improve osteoconductive properties, vascular ingrowth, and cell attachment. **Methods :** BCP-Sr-Ag samples were observed using SEM and then analysed using Image-J software to determine the size of the microporosity (%). **Result :** The microporosity formed from the BCP-Sr-Ag sample is in the ideal range of 7.61% - 19.33%. **Conclusion :** The microporosity of BCP-Sr-Ag is in the ideal range so that it can be used as a bioceramic *bone graft* material.

Keyword : Bone graft, Biphasic Calcium Phosphate (BCP), Scanning Electron Microscopy (SEM), porosity, microporosity.

ABSTRAK

**ANALISA POROSITAS *BIOCERAMIC* BCP DOPING Sr^{2+} DAN Ag^+
SEBAGAI BONE GRAFT DENGAN METODE SEM**

Latar Belakang : *Bone grafting* merupakan prosedur transplantasi jaringan tulang untuk memperbaiki dan membentuk kembali tulang yang telah rusak. Salah satu jenis *bone graft* adalah *alloplast*, yang merupakan golongan *bioceramic* kalsium fosfat. Golongan kalsium fosfat yang beredar dipasaran adalah *Hydroxyapatite* (HA), β -*Tricalcium Phosphate* (β -TCP), dan *Biphasic Calcium Phosphate* (BCP). BCP memiliki sifat biokompatibel, osteokonduktif yang tinggi, dan struktur kimia yang mirip dengan bahan inorganik tulang. *Bioceramic* dapat dioptimalkan dengan *doping*. Pada penelitian ini dilakukan *doping* Sr^{2+} dan Ag^+ pada BCP. Sr^{2+} dapat meningkatkan aktivitas osteoblas, menurunkan aktivitas osteoklas, osteointegrasi yang baik, dan menurunkan produksi sitokin. Sedangkan Ag^+ memiliki sifat antibakteri karena dapat menyebabkan bakteriolisis. **Tujuan :** Untuk menjelaskan ukuran mikroporositas *bioceramic* BCP *doping* Sr^{2+} dan Ag^+ sebagai *bone graft* sehingga dapat meningkatkan sifat osteokonduktif, *vascular ingrowth*, dan perlekatan sel. **Metode :** sampel BCP-Sr-Ag diamati menggunakan alat SEM lalu dianalisis dengan menggunakan *Image-J software* untuk mengetahui ukuran mikroporositas (%). **Hasil :** Mikroporositas yang terbentuk dari sampel BCP-Sr-Ag berada pada *range* ideal yaitu sebesar 7,61% - 19,33%. **Kesimpulan :** Mikroporositas BCP-Sr-Ag berada pada *range* ideal sehingga dapat digunakan sebagai bahan *bioceramic bone graft*.

Kata Kunci: *Bone graft*, *Biphasic Calcium Phosphate* (BCP), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), porositas, mikroporositas.

DAFTAR ISI

Sampul Depan	i
Sampul Dalam	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
 BAB 1	 1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1. Manfaat Teoritis	5
1.4.2. Manfaat Praktis	6
 BAB 2	 7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. <i>Bone graft</i>	7
2.1.1. Definisi <i>Bone graft</i>	7
2.1.2. Sifat <i>Bone graft</i>	8
2.1.3. Jenis-Jenis <i>Bone graft</i>	9
2.2. Kalsium Fosfat	11
2.3. HA	12
2.4. β -TCP	13

2.5.	BCP	14
2.6.	<i>Composite Biomaterial</i>	15
2.7.	<i>Strontium</i> (Sr^{2+})	16
2.8.	Ag^+ (Silver)	17
2.9.	Porositas	18
2.10.	SEM	19
2.9.1.	Prinsip Kerja SEM	21
BAB 3		22
KERANGKA KONSEPTUAL		22
3.1.	Kerangka Konseptual	22
3.2.	Keterangan Kerangka Konsep	23
BAB 4		25
METODE PENELITIAN		25
4.1.	Jenis Penelitian	25
4.2.	Rancangan Penelitian	25
4.3.	Sampel Penelitian	25
4.3.1.	Sampel Penelitian.....	25
4.3.2.	Besar Sampel.....	25
4.4.	Variabel yang Diukur	26
4.5.	Definisi Operasional.....	26
4.6.	Instrumen Penelitian.....	28
4.7.	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	28
4.7.1.	Lokasi Penelitian.....	28
4.7.2.	Waktu Penelitian	28
4.8.	Bahan dan Alat	28
4.8.1.	Bahan.....	28
4.8.2.	Alat.....	28
4.9.	Prosedur Penelitian dan Pengumpulan Data	29
4.9.1.	Tahap Persiapan Sampel	29
4.9.2.	Tahap Pelaksanaan	30
4.9.3.	Tahap Analisa.....	31
4.9.4.	Pengumpulan Data	31
4.10.	Analisis Data.....	32

4.11. Alur Penelitian	33
BAB 5	34
HASIL PENELITIAN.....	34
5.1. Hasil Karakterisasi SEM Sr-Ag-BCP.....	34
5.2. Analisis Porositas Dengan Image-J	35
BAB 6	37
PEMBAHASAN	37
BAB 7	42
PENUTUP	42
7.1. Simpulan.....	42
7.2. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. <i>Mechanical properties</i> dari HA dan β -TCP pada suhu sintering berbeda	11
Tabel 1.2. <i>Physical properties</i> dari <i>calcium-phosphate-based scaffold</i> pada suhu sintering berbeda	11
Tabel 5.1. Mikroporositas Sr-Ag-BCP pada ke-13 sampel menunjukkan berada pada <i>range</i> ideal mikroporositas <i>bone graft</i>	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Beberapa sinyal yang terbentuk setelah elektron primer mengenai permukaan objek. Sinyal yang terbentuk dapat digunakan dalam pembentukan gambar hasil	19
Gambar 3.1. Kerangka konseptual	21
Gambar 5.1. Hasil SEM terhadap sampel BCP-Sr-Ag dengan perbesaran 50.000 kali (1), 30.000 kali (2, 3), dan 10.000 kali (4) pada lapang pandang berbeda....	32
Gambar 5.2. Hasil SEM terhadap sampel BCP-Sr-Ag dengan perbesaran 50.000 kali (5), 30.000 kali (6, 7), dan 10.000 kali (8) pada lapang pandang berbeda....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sertifikat Laik Etik	49
Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian.....	50

DAFTAR SINGKATAN

β -TCP	: <i>Beta-tricalcium phosphate</i>
Ag^+	: ion Ag (<i>silver</i>)
BCP	: <i>Biphasic Calcium Phosphate</i>
BMPs	: <i>Bone Morphogenic Proteins</i>
BSE	: <i>back scattered electrons</i>
Ca	: kalsium
CaSR	: <i>Ca-sensing receptor</i>
Ca/P	: <i>Calcium/Phosphate</i>
FGF	: <i>Fibroblast Growth Factor</i>
HA	: hidroksiapatit
ILs	: <i>interleukins</i>
IL-1	: interleukin-1
IL-8	: interleukin-8
TNF- α	: <i>tumor necrosis factor-α</i>
MG-63	: <i>human osteoblast-like cells</i>
MSC	: <i>Mesenchymal Stem Cell</i>
PDGF	: <i>Platelet-derived Growth Factor</i>
Sr^{2+}	: ion strontium
Sr-Ag-BCP	: <i>strontium-silver-BCP</i>
SE	: <i>secondary electrons</i>
SEM	: <i>Scanning Electron Microscopy</i>

SFE : *maxillary Sinus Floor Elevation*

USFDA : *US Food and Drug Administration*

VEGF : *Vascular Endothelial Growth Factor*