

**STRUKTUR KRISTAL DAN GUGUS FUNGSI
BIOMATERIAL *POLYMETHYLMETHACRYLATE*
DAN HIDROKSIAPATIT SEBAGAI KANDIDAT
BAHAN *GRAFT***

SKRIPSI



Oleh:

DIINA SAHAR

NIM: 021811133012

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2021**

**STRUKTUR KRISTAL DAN GUGUS FUNGSI
BIOMATERIAL *POLYMETHYLMETHACRYLATE*
DAN HIDROKSIAPATIT SEBAGAI KANDIDAT
BAHAN *GRAFT***

SKRIPSI



Oleh:

DIINA SAHAR

NIM: 021811133012

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**STRUKTUR KRISTAL DAN GUGUS FUNGSI
BIOMATERIAL *POLYMETHYLMETHACRYLATE*
DAN HIDROKSIAPATIT SEBAGAI KANDIDAT
BAHAN *GRAFT***

SKRIPSI

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

Oleh:

DIINA SAHAR
NIM. 021811133012

Menyetujui

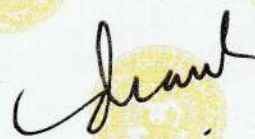
Pembimbing Utama



Tania Saskianti, drg., Ph.D., Sp.KGA(K)

NIP: 197701132005012001

Pembimbing Serta



Ardianti Maartrina Dewi, drg., M.Kes.,
Sp.KGA(K)

NIP: 198303142010122006

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA**

2021

PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI

Skripsi ini telah diuji pada tanggal 17 Desember 2021

PANITIA PENGUJI SKRIPSI

- 1. Tania Saskianti, drg., Ph.D., Sp.KGA(K) (Pembimbing Utama)**
- 2. Ardianti Maartrina Dewi, drg., M.Kes., Sp.KGA(K)
(Pembimbing Serta)**
- 3. Prof. Seno Pradopo, drg., SU., Ph.D., Sp.KGA(K) (Ketua
Penguji)**
- 4. Prawati Nuraini, drg., M.Kes., SpKGA(K) (Anggota Penguji)**
- 5. Dr. Sindy Cornelia Nelwan, drg., Sp.KGA(K) (Anggota Penguji)**

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Diina Sahar
NIM : 021811133012
Program Studi : Pendidikan Dokter Gigi
Fakultas : Kedokteran Gigi
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

**STRUKTUR KRISTAL DAN GUGUS FUNGSI BIOMATERIAL
POLYMETHYLMETHACRYLATE DAN HIDROKSIAPATIT SEBAGAI
KANDIDAT BAHAN GRAFT**

Apabila pada 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, 17 Desember 2021



DIINA SAHAR
NIM. 021811133012

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbil 'Alamiin, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“STRUKTUR KRISTAL DAN GUGUS FUNGSI BIOMATERIAL POLYMETHYLMETHACRYLATE DAN HIDROKSIAPATIT SEBAGAI KANDIDAT BAHAN GRAFT”** dengan baik. Pada kesempatan ini, izinkan saya menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Agung Sosiawan, drg., M.Kes. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga yang telah memberi kesempatan untuk menempuh pendidikan Strata 1 di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
2. Prof. Dr. Soegeng Wahluyo, drg., M.Kes., Sp.KGA(K) selaku Ketua Departemen yang telah memberi izin untuk pembuatan skripsi.
3. Tania Saskianti, drg., Ph.D., Sp.KGA(K) selaku pembimbing utama yang telah rela meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta berbagi ilmu dari pembuatan proposal hingga skripsi.
4. Ardianti Maartrina Dewi, drg., M.Kes., Sp.KGA(K) selaku pembimbing serta yang selalu memberi tambahan ilmu dan evaluasi dari pembuatan proposal hingga skripsi.
5. Prof. Seno Pradopo, drg., SU., Ph.D., Sp.KGA(K) selaku ketua penguji skripsi yang telah membimbing, menuntun, dan memberikan ilmu selama pembuatan proposal hingga skripsi.

6. Prawati Nuraini, drg., M.Kes., SpKGA(K) dan Dr. Sindy Cornelia Nelwan, drg., Sp.KGA(K) selaku anggota penguji skripsi yang telah memberi saran serta arahan yang membangun dan sangat berarti untuk kesempurnaan skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staf Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
8. Kedua orangtua penulis, Abdul Rasjid Balafif dan Nawirah Bin Ishaq, serta kakak penulis, Muhammad Habibi yang senantiasa mendoakan, memberikan nasihat, dukungan serta tauladan selama hidup dan keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
9. Aisyah Novianti, Feby Ayu Lestari, Sheryn Marcha Ramantiasari dan teman-teman kelas A1 serta keluarga besar Odontoblast 2018 yang senantiasa bersedia mendengarkan keluh kesah dan selalu memberikan dukungan satu sama lain.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun akan selalu penulis harapkan. Semoga skripsi ini memberikan manfaat dan kontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan, masyarakat, bangsa dan negara.

Surabaya, 17 Desember 2021

Penulis

ABSTRACT

**CRYSTAL STRUCTURE AND FUNCTIONAL GROUPS OF
POLYMETHYLMETHACRYLATE AND HYDROXYAPATITE
BIOMATERIALS AS CANDIDATES OF GRAFT MATERIALS**

Background: Until now, tissue reconstruction has been a challenge because the healing process often causes problems and even failures. Autograft is the gold standard because it has good osteoconductive and osteoinductive properties, but requires tissue removal and can cause complications at the donor site, morbidity, and cause scarring and have risks such as bleeding, infection, and chronic pain. Another alternative, such as synthetic grafts in this study, is a mixture of polymethylmethacrylate and hydroxyapatite. PMMA has biocompatible properties, high mechanical stability, and is flexible, so it is easy to manipulate, while HA, which is naturally apatite found in bone, has osteoconductive and osteoinductive properties and minimal biodegradation. **Purpose:** To determine the crystal structure and functional groups of the PMMA-HA mixture with 20:80, 30:70, and 40:60 ratio as a candidate for graft material. **Material and Methods:** Scaffolds was made from PMMA Himedia and HA BBK ratios of 20:80, 30:70, and 40:60 (w/w) using the freeze drying procedure, and biomaterials were characterized using XRD and FTIR analyses. **Results:** XRD analysis in 20:80, 30:70 and 40:60 ratio has a peak that represents hydroxyapatite and an amorphous peak that represents PMMA, with the best ratio is 30:70. FTIR analysis showed the existence of functional groups of PMMA and HA namely phosphate (PO_4^{3-}), carbonate (CO_3^{2-}), and hydroxyl (OH^-) in all three samples, with 20:80 ratio as the optimal composition. **Conclusion:** The ratio of 20:80, 30:70, and 40:60 PMMA-HA mixture in terms of crystal structure and functional groups can be used as a candidate for graft material.

Keywords: Crystal structure, Functional groups, Hydroxyapatite, Polymethylmethacrylate, Scaffold.

ABSTRAK

**STRUKTUR KRISTAL DAN GUGUS FUNGSI
BIOMATERIAL POLYMETHYLMETHACRYLATE DAN
HIDROKSIAPATIT SEBAGAI KANDIDAT BAHAN *GRAFT***

Latar Belakang: Rekonstruksi jaringan hingga saat ini merupakan suatu tantangan karena proses penyembuhannya seringkali terjadi gangguan bahkan kegagalan. *Autograft* adalah gold standard karena memiliki sifat osteokonduktif dan osteoinduktif yang baik, namun memerlukan pengambilan jaringan dan dapat menyebabkan beberapa komplikasi pada daerah donor, morbiditas, dan menyebabkan timbulnya jaringan parut serta memiliki resiko seperti perdarahan, infeksi, dan nyeri kronis. Alternatif lain seperti sintetik *graft* pada penelitian ini yaitu campuran polymethylmethacrylate dan hidroksiapatit. PMMA memiliki sifat biokompatibel, stabilitas mekanik tinggi, dan fleksibel sehingga mudah dimanipulasi, sedangkan HA yang secara alami merupakan apatit yang terdapat di tulang dan memiliki sifat osteokonduktif dan osteoinduktif serta biodegradasi yang minimal. **Tujuan:** Untuk mengetahui struktur kristal dan gugus fungsi campuran PMMA-HA dengan rasio 20:80, 30:70, dan 40:60 sebagai kandidat bahan *graft*. **Bahan dan Metode Penelitian:** Sintesis scaffold dari PMMA Himedia dan HA BBK rasio 20:80, 30:70 dan 40:60 (w/w) dengan teknik freeze drying, kemudian dilakukan karakterisasi biomaterial dengan uji XRD dan FTIR. **Hasil:** Uji XRD pada sampel PMMA-HA dengan rasio 20:80, 30:70 dan 40:60 menunjukkan peak yang mewakili hidroksiapatit dan amorphous peak yang mewakili PMMA, dengan rasio terbaik yaitu 30:70. Uji FTIR pada sampel PMMA-HA dengan rasio 20:80, 30:70 dan 40:60 menunjukkan adanya gugus-gugus fungsional dari PMMA dan HA di ketiga sampel yaitu fosfat (PO_4^{3-}), karbonat (CO_3^{2-}), dan hidroksil (OH^-), dengan rasio 20:80 merupakan rasio terbaik. **Kesimpulan:** Rasio 20:80, 30:70, dan 40:60 campuran PMMA-HA secara struktur kristal dan gugus fungsi dapat digunakan sebagai kandidat bahan *graft*.

Kata Kunci: Gugus fungsi, Hidroksiapatit, *Polymethylmethacrylate*, *Scaffold*, Struktur kristal.

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
SAMPUL DALAM.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.3.1. Tujuan Umum	5
1.3.2. Tujuan Khusus	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.4.1. Manfaat Ilmiah.....	5
1.4.2. Manfaat Klinis.....	5
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Polymethylmethacrylate</i> (PMMA)	6
2.2. Hidroksiapatit (HA)	7
2.2.1 Hidroksiapatit Balai Besar Keramik (HA BBK).....	10
2.3. Uji Karakterisasi Biomaterial.....	11
2.3.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	11
2.3.2 <i>Fourier Transform Infra-Red</i> (FTIR).....	14
 BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL	

3.1.	Kerangka Konseptual.....	16
3.2.	Keterangan Kerangka Konsep.....	17
3.3.	Hipotesis.....	18

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1.	Jenis Penelitian.....	19
4.2.	Sampel Penelitian.....	19
4.2.1	Bentuk dan Kriteria Sampel	19
4.2.2	Pembagian Kelompok Sampel	19
4.3.	Variabel Penelitian	19
4.3.1	Variabel Terikat	19
4.3.2	Variabel Bebas	19
4.3.3	Variabel Terkendali.....	20
4.4.	Definisi Operasional.....	20
4.5.	Tempat dan Waktu Penelitian	20
4.5.1	Tempat Penelitian.....	20
4.5.2	Waktu Penelitian	21
4.6.	Alat dan Bahan Penelitian.....	21
4.6.1	Alat yang Digunakan.....	21
4.6.2	Bahan yang Digunakan	21
4.7.	Cara Kerja	22
4.7.1	Sintesis <i>Scaffold</i> PMMA : HA	22
4.8.	Alur Penelitian	24
4.9.	Analisis Data	25

BAB 5 HASIL PENELITIAN

5.1.	Hasil Uji <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	26
5.2.	Hasil Uji <i>Fourier Transform Infra-Red</i> (FTIR)	27

BAB 6 PEMBAHASAN 28

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1.	Kesimpulan	31
7.2.	Saran.....	31

DAFTAR PUSTAKA 32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik <i>Polymethylmethacrylate</i> (PMMA)	7
Tabel 2.2. Karakteristik Hidroksiapatit	8
Tabel 2.3. Kelebihan dan Keterbatasan <i>X-Ray Diffraction</i>	13
Tabel 4.1. Perhitungan Perbandingan Bahan <i>Scaffold</i> PMMA-HA	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur kimia PMMA	6
Gambar 2.2. Struktur monoklonik hidroksiapatit	9
Gambar 2.3. Struktur heksagonal hidroksiapatit	9
Gambar 2.4. Ilustrasi difraksi Hukum Bragg	12
Gambar 2.5. Diagram optik dari Michelson Interferometer pada FTIR.....	15
Gambar 2.6. Gambaran proses transformasi hingga hasil spektrum sampel.....	15
Gambar 4.1. Tahapan Sintesis <i>Scaffold</i> PMMA-HA; A. Menimbang PMMA; B. Masukan PMMA kedalam botol; C. Menimbang aseton; D. Aduk hingga butir PMMA terendam aseton; E. Meletakan campuran PMMA-Aseton didalam kulkas; F. Menimbang bubuk HA; G. Memasukan bubuk HA kedalam botol berisi larutan PMMA; H. Aduk diatas <i>magnetic stirrer</i> ; I. Masukan campuran PMMA-HA kedalam cetakan dengan diameter 5 mm dan tinggi 10 mm	23
Gambar 5.1 Hasil Uji X-Ray Diffraction (XRD) dari PMMA standar, HA standar dan scaffold PMMA-HA dengan rasio dari 20:80, 30:70 dan 40:60 (w/w).....	26
Gambar 5.2 Hasil Uji Fourier Transform Infra-Red (FTIR) dari PMMA standar, HA standar dan scaffold PMMA-HA dengan rasio dari 20:80, 30:70 dan 40:60 (w/w)	27

DAFTAR SINGKATAN

PMMA	: <i>Polymethylmethacrylate</i>
HA	: Hidroksiapatit
HA BBK	: Hidroksiapatit Balai Besar Keramik
XRD	: <i>X-Ray Diffraction</i>
FTIR	: <i>Fourier Transform Infra-Red</i>