

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *COLLAGEN HYDROXYAPATITE*
(COL-HA) SEBAGAI KANDIDAT *CRANIO PLUG***

SKRIPSI



SALWA ALMAS SHALIAH

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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *COLLAGEN HYDROXYAPATITE*
(COL-HA) SEBAGAI KANDIDAT *CRANIO PLUG***

LEMBAR PERNYATAAN

SKRIPSI

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

SALWA ALMAS SHALIAH

081811733014

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Dr. Prihartini Widiyanti, drg., M.Kes., S.Bio.
NIP. 197502222009122001

Pembimbing II



Dr. Ir. Aminatun, M.Si.
NIP. 196810281993032003

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Sintesis dan Karakterisasi *Collagen Hydroxyapatite* (Col-HA) Sebagai Kandidat *Cranio Plug*
Penyusun : Salwa Almas Shalihah
NIM : 081811733014
Pembimbing I : Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes, S. Bio, CCD
Pembimbing II : Dr. Ir. Aminatun, M.Si.
Tanggal Ujian : 31 Oktober 2022

Disetujui oleh,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes, S.Bio

NIP. 197502222009122001



Dr. Ir. Aminatun, M.Si.

NIP. 196810281993032003

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



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

NIP. 197712282003121003

Koordinator 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 :

Penyusun : Salwa Almas Shalihah

NIM : 0181811733014

Program Studi : Teknik Biomedis

Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi *Collagen Hydroxyapatite (Col-HA)*

Sebagai Kandidat *Cranio Plug*

Menyatakan dengan sungguh – sungguh bahwa sebagian atau keseluruhan isi Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana akademis pada bidang studi dan atau universitas lain dan tidak pernah dipublikasikan atau ditulis oleh individu selain penyusun kecuali apabila dituliskan dengan format kutipan dalam isi Skripsi.

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

Surabaya, 26 September 2022

Yang membuat pernyataan



F6DAKX184715731
Salwa Almas Shalihah
NIM. 081811733014

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan segala puji bagi Allah SWT yang telah memberi kekuatan dan kemampuan sehingga proposal skripsi dengan judul **“Sintesis dan Karakterisasi *Collagen Hydroxyapatite* (Col-HA) Sebagai Kandidat *Cranio Plug*”** dapat diselesaikan dengan baik. Proposal skripsi ini di tulis sebagai proses awal dalam penyusunan skripsi yang merupakan salah satu syarat akademik guna menyelesaikan studi program Strata-1 di prodi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Terselesaikannya proposal skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dari itu pada kesempatan penulis ingin mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan segala jalan dan kekuatan, serta lingkungan yang dapat memberikan dukungan baik mental maupun fisik.
2. Kedua orangtua penulis, Ibu Bibit Pratiwi dan Bapak Taryono yang selalu memberikan do'a, bimbingan, semangat dan dukungan dalam bentuk apapun agar penulis dapat menyelesaikan pendidikannya dengan baik.
3. Bapak Herri Trilaksana, S.Si, M.Si. Ph.D, selaku Kepala Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
4. Ibu Dr. Riries Rulaningtyas S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Biomedis Universitas Airlangga yang telah memberikan dukungan selama proses perkuliahan.
5. Dr. Prihartini Widiyanti drg., M.Kes, S. Bio, selaku dosen pembimbing I yang telah memberi banyak *support*, motivasi, saran, serta bimbingan dalam penulisan skripsi maupun kegiatan akademik lainnya.
6. Ibu Dr. Ir. Aminatun, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberi arahan, semangat, serta bimbingan dalam pengerjaan skripsi.
7. Fadli Ama, S.T., M.T. selaku dosen wali yang memberikan saran, motivasi, serta tuntunan selama proses perkuliahan.
8. Tim pengajar S1 Teknik Biomedis yang telah membimbing serta memberikan wawasan ilmu selama proses perkuliahan.

9. Mas M. Nurur Rochman, S.Si., M.T., dan Mas Teguh S.Si., M.Si., yang telah membantu dalam proses pengujian dan aktivitas penelitian di laboratorium.
10. Keluarga Bambang (Aini Salsabiela, Amelia, Dinda Cyberputri, Mustika Ainun Sabrina, dan Zalsabila) yang saling memberi semangat, sebagai tempat bercerita serta berproses bersama selama menjalani perkuliahan.
11. Mbak Anindya, mbak Firda, mbak Gerimis Arofah, mbak Erica, dan mbak Friska serta para senior yang sudah mengarahkan dan memberikan *support* untuk saya.
12. Rekan – rekan biomaterial 2018, JIMM dan UKMKI, PKM *Auricular* yang senantiasa menyemangati dan menjadi tempat mencurahkan hati dan pikiran saat menjalani perkuliahan.
13. Teman-teman Teknik Biomedis angkatan 2018 yang memberikan banyak hiburan dan berproses bersama selama perkuliahan.
14. Pihak lain yang telah membantu melancarkan proses penyusunan proposal ini.

Penulis sadar bahwa masih terdapat banyak kekurangan secara teknis penulisan maupun substansi dalam penelitian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk menyempurnakan ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberi manfaat untuk penulis sendiri dan masyarakat.

Surabaya, 26 September 2022

Penulis,



Salwa Almas Shalihah

Shalihah, Salwa Almas. 2022. *Sintesis dan Karakterisasi Collagen Hydroxyapatite (Col-HA) Sebagai Kandidat Cranio Plug*. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. Prihartini Widiyanti, drg., M.Kes., S.Bio. dan Dr. Ir. Aminatun, M.Si. Program Studi Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Chronic Subdural Hematoma (cSDH) merupakan cedera kepala yang mengharuskan proses pembedahan berupa *burr hole* atau pelubangan pada tulang kepala atau *cranium*. Salah satu penanganan yang cukup efektif adalah melakukan rekonstruksi tulang kepala dengan *cranio plug*. *Cranio plug* yang ideal memiliki sifat yang memenuhi estetika, dapat membantu proses proliferasi sel tulang, dan memiliki mekanik yang cukup. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi Col-HA yang optimal dalam penanganan *burr hole* akibat cSDH. Material yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kolagen (Col), hidroksiapatit (HA) dengan agen ikat silang glutaraldehid. Variasi konsentrasi Col: HA dalam penelitian ini meliputi 75:25, 50:50, 30:70, dan 40:60. Metode yang digunakan meliputi pencetakan dan *freeze drying*. Hasil FTIR membuktikan terjadinya ikat silang antara gugus karbonil dari glutaraldehid dan gugus amina dari kolagen. Pengujian SEM membuktikan adanya pori yang berukuran rata rata 9,727-244,048 μm . Pada uji densitas didapatkan massa jenis antara 0,318-0,566 g/cm^3 . Pengujian sitotoksitas membuktikan seluruh variasi memiliki viabilitas sel di atas 50%. Pada pengujian degradasi didapatkan seluruh variasi dapat terdegradasi. Pada pengujian *pull out* didapatkan pergeseran yang cukup kecil yang berkisar antara 0,7996-2,4402 mm. Pada pengujian *compressive strength* didapatkan nilai kuat tekan antara 0,537-2,667 MPa. Dari pengujian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan variasi C (30:70) merupakan kandidat *cranio plug* yang paling baik sebagai solusi penanganan *burr hole* akibat cSDH.

Kata kunci: *Chronic Subdural Hematoma, cranio plug, kolagen, hidroksiapatit, dan, glutaraldehid.*

Shalihah, Salwa Almas. 2022. **Synthesis and Characterization of Collagen Hydroxyapatite (Col-HA) as a Cranio Plug Candidate**. This script was supervised by Dr. Prihartini Widiyanti, drg., M.Kes., S.Bio. and Dr. Ir. Aminatun, M.Si. Undergraduate Study of Biomedical Engineering, Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

Chronic Subdural Hematoma (cSDH) is a head injury that requires a surgical process in the form of a burr hole or a hole in the skull or cranium. One of the most effective treatments is to reconstruct the skull with a cranio plug. The ideal cranio plug has properties that aesthetics, can help the process of bone cell proliferation, and has sufficient mechanics. This study aims to determine the optimal Col:HA variation in handling burr holes due to cSDH. The materials used in this study include collagen (Col), hydroxyapatite (HA) with a crosslinking agent glutaraldehyde. Variations in the concentration of Col:HA in this study included 75:25, 50:50, 30:70, and 40:60 . The methods used include molding and freeze drying. The FTIR results prove the occurrence of cross-linking between the carbonyl group of glutaraldehyde and the amine group of collagen. SEM test proves the presence of pores with an average size of 9,727-244,048 μm . In the density test, the density is between 0.318-0.566 g/cm³. Cytotoxicity test proved that all variations had cell viability above 50%. In the degradation test, it was found that all variations could be degraded. In the pull out test, a fairly small shift was found, which ranged from 0.7996 to 2.4402 mm. In the compressive strength test, the compressive strength value is between 0.537-2.667 MPa. From the tests carried out, it can be concluded that variation C (30:70) is the best candidate for cranio plug as a solution for handling burr holes due to cSDH.

Keywords: Chronic Subdural Hematoma, cranio plug, collagen, hydroxyapatite, and, glutaraldehyde.

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Anatomi <i>Os Cranium</i>	7
2.2 <i>Chronic Subdural Hematoma (cSDH)</i>	9
2.3 <i>Craniotomy</i>	10
2.4 <i>Cranio Plug</i>	12
2.5 <i>Collagen</i>	14
2.6 Hidroksiapatit.....	15
2.7 <i>Glutaraldehyde</i>	16
2.8 Metode <i>Molding</i>	17
2.9 Metode <i>Freeze drying</i>	17
2.10 Uji FTIR	18
2.11 Uji SEM.....	19
2.12 Uji Densitas	20
2.13 Uji Sitotoksitas.....	20
2.14 Uji Degradasi.....	21

2.15 Uji <i>Pull out</i>	22
2.16 Uji <i>Compressive Strength</i>	22
BAB III	24
METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat.....	24
3.2.2 Bahan.....	24
3.3 Variabel Penelitian	24
3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian	25
3.5 Prosedur Penelitian.....	26
3.5.1 Sintesis	26
3.5.1.1 Preparasi Larutan <i>Collagen</i> -Hidroksiapatit.....	26
3.5.1.2 Proses Sintesis	26
3.5.1.3 Proses Cetak Suspensi	27
3.5.1.4 Proses freeze Drying	27
3.5.2 Karakterisasi.....	27
3.5.2.1 Analisis gugus fungsi dengan FT-IR.....	27
3.5.2.2 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	28
3.5.2.3 Densitas	29
3.5.2.4 Degradasi.....	29
3.5.2.5 Sitotoksisitas.....	29
3.5.2.6 <i>Pull out</i>	30
3.5.2.7 <i>Compressive Strength</i>	30
BAB IV	32
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Uji FTIR.....	33
4.2 Uji SEM	36
4.3 Uji Densitas.....	41

4.4 Uji Sitotoksisitas	43
4.5 Uji Degradasi	46
4.6 Uji <i>Pull out</i>	48
4.7 Uji <i>Compressive Strength</i>	50
BAB V	53
KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
3.1	Perbandingan Konsentrasi Tiap Sampel	26
4.1	Tabel Bilangan Gelombang FTIR	34
4.2	Perbandingan Ukuran Pori	38
4.3	Perbandingan Area Gelap	41
4.4	Hasil Pengukuran Densitas	42
4.5	Hasil Pengujian MTT Assay	44
4.6	Hasil Uji Degradasi	47
4.7	Perbandingan <i>Displacement</i>	49
4.8	Hasil Pengujian Kuat Tekan	50

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Anatomi Tulang Kepala Arah <i>Coronal</i>	8
2.2	Anatomi Tulang Kepala Bagian Atas Arah <i>Axial</i>	8
2.3	Tulang Temporal <i>Lateral View</i>	9
2.4	Ilustrasi (cSDH)	10
2.5	Daerah Anatomis <i>Craniotomy</i>	11
2.6	<i>Bone Flap</i>	12
2.7	<i>Biodegradable Cranio Plug</i>	13
2.8	Struktur Kimia <i>Collagen</i>	14
2.9	Struktur Kimia Hidroksiapatit	15
2.10	<i>Crosslinking</i> Antara Glutaraldehyd dengan Kolagen	17
2.11	Diagram Skematik FTIR	18
2.12	Prinsip Kerja Instrumen FTIR	19
2.13	Prinsip Kerja Instrumen SEM	20
2.14	Grafik <i>Pull out</i>	22
2.15	Kurva <i>Compresive Strength</i>	23
3.1	<i>Flowchart</i> penelitian	25
3.2	Alat FTIR	28
3.3	Alat SEM	28
3.4	Alat ELISA Reader	29
3.5	Ilustrasi Pengujian <i>Pull out</i>	30
3.6	Ilustrasi Pengujian <i>Compressive Strength</i>	31
4.1	<i>Scaffold</i> dan <i>Prototype Cranio Plug</i>	32
4.2	Hasil Gelombang FTIR	33
4.3	Pembentukan Ikatan Kolagen dan Hidroksiapatit	36
4.4	Interaksi Dasar Collagen dan Glutaraldehyd	36
4.5	Hasil SEM	38
4.6	Grafik Persebaran Pori	39
4.7	Hasil Persebaran Warna SEM	40

4.8	Hasil Pengujian MTT	43
4.9	Grafik Viabilitas Sel	45
4.10	Grafik Pengujian Kuat Tekan	51

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	Bahan
2	Alat
3	Sintesis Sampel
4	Proses Karakterisasi
5	Hasil Uji <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)
6	Hasil <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)
7	Analisis Hasil Uji Densitas
8	Hasil Uji MTT <i>Assay</i>
9	Pengujian Degradasi
10	Analisis Pengujian <i>Compressive Strength</i>
11	Analisis Pengujian <i>Pull Out</i>