

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**PENGARUH PENAMBAHAN KOLAGEN PADA HIDROKSIAPATIT (H_aP)
DENGAN METODE SOL-GEL SEBAGAI BAHAN BAKU IMPLAN TULANG**



Disusun oleh:

RR. ALVARA DAHAYUNANDA AGNETTA

NPM. 22031010034

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

JAWA TIMUR

SURABAYA

2026

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Pengaruh Penambahan Kolagen Pada Hidroksiapatit (Hap) dengan Metode Sol-Gel Sebagai Bahan Baku Implan Tulang"

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"PENGARUH PENAMBAHAN KOLAGEN PADA HIDROKSIAPATIT (Hap) DENGAN METODE SOL-GEL SEBAGAI BAHAN BAKU IMPLAN TULANG"

DISUSUN OLEH:

RR. ALVARA DAHAYUNANDA AGNETTA

NPM. 22031010034

Telah dipertahankan, dihadapkan, dan diterima oleh Dosen Penguji

Pada Tanggal : 11 Februari 2026

Dosen Penguji

Dosen Pembimbing

1.

Prof. Dr. Ir. Srie Mullani, M.T
NIP. 19611112 198903 2 001

Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.
NIP. 19660621 199203 2 001

2.

Ir. Nurul Widhi Triana, M.T.
NIP. 19610301 198903 2 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19630403 199103 2 001



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Pengaruh Penambahan Kolagen Pada Hidroksiapatit (Hap) dengan Metode Sol-Gel Sebagai Bahan Baku Implan Tulang”

KETERANGAN REVISI

Yang dibawah ini :

Nama : 1. Rr. Alvara Dahayunanda Agnetta

NPM : 22031010034

2. Muhammad Revansyah Ramadhani W

NPM : 22031010045

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi Laporan Hasil Penelitian, dengan

Judul :

Pengaruh Penambahan Kolagen Pada Hidroksiapatit (HaP) dengan Metode Sol-Gel Sebagai Bahan Baku Implan Tulang

Surabaya, 11 Februari 2026

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.
NIP. 19611112 198903 2 001

Ir. Nurul Widji Triana, M.T.
NIP. 19610301 198903 2 001

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.
NIP. 19660621 199203 2 001



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Pengaruh Penambahan Kolagen Pada Hidroksiapatit (HaP) Dengan Metode Sol-Gel Sebagai Bahan Baku Implan Tulang”

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rr. Alvara Dahayunanda Agnetta

NPM : 22031010034

Program : Sarjana (S1)

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah ~~Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi*~~ ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada ~~Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Desertasi~~ ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 11 Februari 2026

Yang membuat pernyataan,



Rr. Alvara Dahayunanda Agnetta

NPM. 22031010034



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Pengaruh Penambahan Kolagen Pada Hidroksiapatit (Hap) dengan Metode Sol-Gel Sebagai Bahan Baku Implan Tulang”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur senantiasa kita panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian yang berjudul “Pengaruh Penambahan Kolagen pada Hidroksiapatit dengan Metode Sol-Gel sebagai Bahan Baku Implan Tulang”, laporan ini disusun sebagai syarat kelulusan S-1 pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusinya dalam menyelesaikan laporan hasil penelitian ini :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T. Selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur serta Dosen Pembimbing Penelitian.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T., selaku Dosen Penguji Penelitian.
4. Ibu Ir. Nurul Widji Triana, M.T., selaku Dosen Penguji Penelitian.
5. Orang tua kami yang selalu menjadi sumber inspirasi dan dukungan, baik secara emosional maupun finansial
6. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan bantuan dan semangat selama proses penyusunan penelitian ini.

Kami menyadari bahwa laporan hasil penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan masukan dan kritik yang konstruktif untuk perbaikan ke depannya.

Surabaya, 15 Desember 2025

Penulis



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Pengaruh Penambahan Kolagen Pada Hidroksiapatit (Hap) dengan Metode Sol-Gel Sebagai Bahan Baku Implan Tulang”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KETERANGAN REVISI.....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
INTISARI.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
I. 1. Latar Belakang	1
I. 2. Tujuan	2
I. 3. Manfaat	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
II. 1. Secara Umum	4
II. 1. 1. Tulang	4
II. 1. 2. Implan Tulang	5
II. 1. 3. Kalsium Oksida (CaO).....	5
II. 1. 4. Hidroksiapatit (HaP)	6
II. 1. 5. Standar Hidroksiapatit.....	13
II. 1. 6. Kolagen	13
II. 1. 7. Sol-Gel	14
II. 1. 8. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).....	15
II. 1. 9. Fourier Transform Infra-Red (FTIR)	15
II. 1. 10. Scanning Electron Microscope (SEM).....	16
II. 2. Landasan Teori.....	17
II. 2. 1. Proses Sol-Gel pada Sintesis Hidroksiapatit.....	17
II. 2. 2. Mekanisme Interaksi Hidroksiapatit dan Kolagen	18



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Pengaruh Penambahan Kolagen Pada Hidroksiapatit (Hap) dengan Metode Sol-Gel Sebagai Bahan Baku Implan Tulang”

II. 2. 3. Pengaruh Rasio Kolagen	19
II. 2. 4. Pengaruh Waktu Sintering terhadap Pembentukan Hidroksiapatit ...	19
II. 2. 5. Faktor yang Mempengaruhi Proses Sol-Gel Hidroksiapatit	19
II. 3. Hipotesis.....	20
BAB III	21
METODE PENELITIAN.....	21
III.1. Bahan Penelitian	21
III.2. Alat Penelitian.....	21
III.3. Variabel Penelitian.....	22
III.3.1. Kondisi tetap	22
III.3.2. Kondisi yang Dijalankan	23
III.4. Prosedur	23
III.4.1. Uraian Proses	23
III.4.2. Analisis	23
III.5. Diagram Alir	24
BAB IV	25
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
IV.1. Hasil dan Analisis Produk Hidroksiapatit-Kolagen.....	25
IV.1.1. Pengaruh Waktu Sintering dan Variasi Massa Kolagen pada Sintesis Hidroksiapatit-Kolagen.....	27
IV.1.2. Hasil Karakterisasi Produk Hidroksiapatit-Kolagen	33
IV.1.3. Hasil % Yield dan Pengaruh variabel pada Hasil Sintesis	42
BAB V.....	45
KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
APPENDIX	52
LAMPIRAN.....	56



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Pengaruh Penambahan Kolagen Pada Hidroksiapatit (Hap) dengan Metode Sol-Gel Sebagai Bahan Baku Implan Tulang”

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Sifat Mekanik dan Kimia Hidroksiapatit (Sumber : (Kareem et al., 2024))	9
Tabel II. 2 Penelitian terdahulu terkait Hidroksiapatit.....	10
Tabel IV. 1 Perolehan Rasio Ca/P Hidroksiapatit-Kolagen Pada Sintesis Menggunakan Metode Sol-Gel	25
Tabel IV. 2 Tabel Perbandingan Massa Kolagen (gr) dan Waktu Sintering dengan % Yield yang diperoleh.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Struktur kristal hidroksiapatit murni	7
Gambar II. 4 Proses Sol-Gel	14
Gambar II. 5 Hasil Uji FTIR pada Hidroksiapatit.....	15
Gambar II. 6 Struktur partikel hidroksiapatit pada SEM	16
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Proses Pembentukan Hidroksiapatit.....	21
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Proses Presipitasi.....	22
Gambar III. 3 Diagram Alir Sintesis Hidroksiapatit-Kolagen dengan Metode Sol-Gel	24
Gambar IV. 1 Hubungan Antara Waktu Sintering Dengan Rasio Ca/P Hidroksiapatit-Kolagen.....	28
Gambar IV. 2 Error Bar pada Data Waktu Sintering terhadap Rata-Rata Rasio Ca/P	30
Gambar IV. 3 Hubungan Antara Massa Kolagen Dengan Rasio Ca/P Hidroksiapatit-Kolagen.....	31
Gambar IV. 4 Error Bar pada Data Massa Kolagen terhadap Rata-Rata Rasio Ca/P	32
Gambar IV. 5 Hasil FTIR Hidroksiapatit pada penambahan 1,5 gram kolagen dan 6 jam sintering.....	33
Gambar IV. 6 Hasil FTIR Kolagen Tipe 1 Sapi	35
Gambar IV. 7 Hasil FTIR Hidroksiapatit Tanpa Penambahan Kolagen.....	36
Gambar IV. 8 Plot ukuran Partikel pada Histogram dengan Origin pada sampel penambahan 1,5 gram kolagen dan 6 jam sintering pada perbesaran 20000 X	37
Gambar IV. 9 Hasil SEM Hidroksiapatit dengan penambahan 1,5 gram kolagen dan 6 jam sintering pada perbesaran 20000 X	38
Gambar IV. 10 Plot ukuran Partikel pada Histogram dengan Origin pada sampel tanpa penambahan kolagen pada perbesaran 20000 X	40
Gambar IV. 11 Hasil SEM Hidroksiapatit tanpa penambahan kolagen pada perbesaran 20000 X.....	41



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Pengaruh Penambahan Kolagen Pada Hidroksiapatit (Hap) dengan Metode Sol-Gel Sebagai Bahan Baku Implan Tulang”

Gambar IV. 12 Waktu Sintering (jam) Vs Yield (%) pada berbagai penambahan kolagen (gr)	43
Gambar IV. 13 Penambahan Kolagen (gr) Vs Yield (%) pada berbagai waktu sintering.....	44



INTISARI

Hidroksiapatit (HAp) merupakan biomaterial yang banyak digunakan sebagai bahan implan tulang karena memiliki kemiripan komposisi dengan mineral penyusun tulang. Namun, sifat hidroksiapatit yang relatif rapuh memerlukan penambahan material organik seperti kolagen untuk meningkatkan sifat mekanik dan menyerupai struktur tulang alami. Penelitian ini mengkaji sintesis hidroksiapatit–kolagen menggunakan metode sol-gel untuk mengevaluasi pengaruh variasi massa kolagen dan waktu sintering terhadap karakteristik material yang dihasilkan. Proses sintesis menggunakan CaO sebagai sumber kalsium dan H_3PO_4 sebagai sumber fosfat dengan variasi massa kolagen sebesar 0,5–2,5 gram serta waktu sintering selama 4–6 jam pada suhu 1100°C . Hasil karakterisasi menggunakan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) menunjukkan bahwa rasio Ca/P hidroksiapatit berada pada rentang 1,54–1,67 dengan kondisi optimum pada penambahan kolagen 1 gram dan waktu sintering 6 jam yang menghasilkan rasio Ca/P sebesar 1,6702 mendekati nilai stoikiometri hidroksiapatit (1,67). Analisis Fourier Transform Infrared (FTIR) menunjukkan adanya gugus fungsi khas hidroksiapatit yaitu gugus fosfat (PO_4^{3-}) pada bilangan gelombang sekitar $560\text{--}600\text{ cm}^{-1}$ dan $1000\text{--}1100\text{ cm}^{-1}$ serta gugus hidroksil (OH^-) pada sekitar 3570 cm^{-1} . Selain itu, terdeteksi pula gugus amida dari kolagen yang menunjukkan keberhasilan pembentukan komposit hidroksiapatit–kolagen. Analisis morfologi menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) menunjukkan ukuran partikel rata-rata sekitar $0,59\text{ }\mu\text{m}$ dengan porositas sekitar 37% dan membentuk aglomerat dengan distribusi ukuran heterogen.

Kata kunci: hidroksiapatit, kolagen, sol-gel