

**OBSERVASI SIFAT FISIS DAN MEKANIK KOMPOSIT
BIPHASIC (HA-TCP)-KOLAGEN UNTUK *SCAFFOLD*
TULANG**

SKRIPSI



RATNA MUSTIKA HIDAYAH

**PROGRAM STUDI S-1 FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang S1
Fisika Pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Oleh:

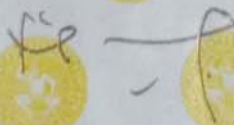
Ratna Mustika Hidayah

081811333080

Tanggal Lulus:

27-12-2022

Pembimbing I



Drs. Siswanto, M.Si

NIP. 196403051989031003

Pembimbing II



Dekh Hikmawati S.Si, M.Si

NIP. 196911281994032601

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Observasi Sifat Fisis dan Mekanik Komposit *Biphasic*
(HA-TCP)-Kolagen Sebagai *Scaffold* Tulang

Penyusun : Ratna Mustika Hidayah

NIM : 081811333080

Pembimbing I : Drs. Siswanto, M.Si.

Pembimbing II : Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si.

Tanggal Ujian : 27-12-2022 1:00 PM

Disetujui Oleh,

Pembimbing I

Pembimbing II


Drs. Siswanto, M.Si

NIP. 196403051989031003


Dyah Hikmawati S.Si., M.Si.

NIP. 196911281994032001

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga


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

NIP. 197712282993121003

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia dipergustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutip 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 dibawah ini:

Nama : Ratna Mustika Hidayah
NIM : 081811333080
Program Studi : S-1 Fisika
Judul Skripsi : Observasi Sifat Fisis dan Mekanik Komposit *Biphasic*
(HA-TCP)-Kolagen Sebagai *Scaffold* Tulang

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidaksamaan 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, 11 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Ratna Mustika Hidayah

081811333080

Ratna Mustika Hidayah, 2022. **Observasi Sifat Fisis dan Mekanik Komposit *Biphasic* (HA-TCP)-Kolagen Sebagai *Scaffold* Tulang**. Skripsi di bawah bimbingan Drs.Siswanto, M.Si., dan Dyah Hikmawati S.Si., M.Si. Program studi S1 Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Scaffold merupakan bagian dari *bone graft* yakni komponen utama dari rekayasa jaringan untuk regenerasi tulang. *Biphasic Calcium Phosphate* (BCP) sering digunakan sebagai implan dan *scaffold* pada aplikasi ortopedik atau gigi. Dengan menggabungkan biokeramik dengan polimer (Kolagen) akan menghasilkan biokomposit yang dapat digunakan sebagai *scaffold*. HA dan TCP sebagai fiber, kolagen sebagai matriks. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat fisis dan mekanik dari *scaffold* serta nilai optimumnya. HA-TCP-Kolagen dikelompokkan menjadi lima, yaitu 1) 1 (5% kolagen didalam *scaffold*), 2) 2 (7,5% kolagen didalam *scaffold*), 3) 3 (10% kolagen didalam *scaffold*), 4) 4 (12,5% kolagen didalam *scaffold*), 5) 5 (15% kolagen didalam *scaffold*). Sampel dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR), *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (SEM-EDX), Porositas, dan *Compressive Strenght*. Secara keseluruhan, perbedaan konsentrasi kolagen tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada gugus fungsi, namun analisis FTIR menunjukkan perubahan intensitas pada sampel. Intensitas kolagen meningkat seiring dengan meningkatnya kolagen pada *scaffold*, sedangkan intensitas BCP menurun seiring dengan meningkatnya kolagen. Analisis morfologi memperlihatkan bahwa pada variasi ke 4 terbentuk pori pada material *scaffold* dan didapatkan rasio Ca/P 1,8. Analisis porositas didapatkan hasil dari *scaffold* biokomposit memenuhi standar sebagai implan tulang yang bervariasi antara 30,54 % - 89,44%. Pada hasil uji *Compressive Strenght* juga didapatkan nilai yang belum sesuai dengan kriteria penggunaan pada implan tulang yakni 0,16-0,35 MPa yaitu sama atau lebih tinggi daripada tulang *cancellous* manusia (2-12 MPa).

Kata Kunci: *Scaffold*, *Biphasic Calcium Phosphate* (BCP), Kolagen, SEM-EDX.

Ratna Mustika Hidayah, 2022. **Observasi Sifat Fisis dan Mekanik Komposit *Biphasic* (HA-TCP)/Kolagen Sebagai *Scaffold* Tulang**. Undergraduate research paper, supervised by Drs. Siswanto, M.Si., and Dyah Hikmawati S.Si., M.Si. Undergraduate Study of Physics, Departement of Physics, Faculty of Saince and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

The *scaffold* is part of the *bone graft*, which is the main component of tissue engineering for bone regeneration. *Biphasic* Calcium Phosphate (BCP) is frequently used as an implant and *scaffold* in orthopedic or dental applications. Combining bioceramics with polymers (collagen) will produce biocomposites that can be used as *scaffolds*. HA and TCP as fiber, collagen as matrix. The purpose of this study is to determine the physical and mechanical properties of the *scaffold* and its optimum value. HA-TCP/Collagen is grouped into five, namely 1) 1 (5% collagen in the *scaffold*), 2) 2 (7.5% collagen in the *scaffold*), 3) 3 (10% collagen in the *scaffold*), 4) 4 (12.5% collagen in *scaffold*), 5) 5 (15% collagen in *scaffold*). Samples were characterized by Fourier Transform Infra-Red (FTIR), Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDX), Porosity, and Compressive Strength. Overall, differences in collagen concentrations did not show significant differences in functional groups, but FTIR analysis showed changes in intensity in the samples. Collagen intensity increases with increasing collagen in the *scaffold*, while BCP intensity decreases with increasing collagen. Morphological analysis showed that in the fourth variation pores were formed in the *scaffold* material and a Ca/P ratio of 1.8 was obtained. Porosity analysis showed that the results of the biocomposite *scaffold* met the standards as bone implants, which varied between 30.54% - 89.44%. The results of the Compressive Strength test also obtained values that match the criteria for use in bone implants, namely 0.16-0.35 MPa which is not same or higher than human cancellous bone (2-12 MPa).

Keywords: *Scaffold, Biphasic Calsium Phosphate (BCP), Collagen, SEM-EDX.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Observasi Sifat Fisis dan Mekanik Komposit *Biphasic* (HA-TCP)-Kolagen Sebagai *Scaffold* Tulang”**. Naskah skripsi ini tersusun dari tiga bab yaitu, pendahuluan, tinjauan pustaka, dan metode penelitian. Penyusunan naskah skripsi ini disusun sebagai prasyarat menempuh mata kuliah proposal skripsi yang merupakan mata kuliah wajib serta menjadi salah satu syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Diharapkan dengan adanya skripsi ini, penulis dapat melakukan penelitian dengan baik dan menghasilkan karya yang bermanfaat bagi masyarakat khususnya dunia biomaterial. Selain itu, dengan adanya naskah skripsi ini dapat membantu adik-adik angkatan dalam mengangkat sebuah topik penelitian serta melakukan penyusunan skripsi. Skripsi ini dapat diselesaikan berkat kerja keras dan juga dukungan dari pihak yang telah membantu penyusunan skripsi sehingga dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih, terutama kepada:

1. Allah S.W.T dan Nabi Muhammad S.A.W atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini.
2. Bapak, Ibu, dan kakak selaku kedua orang tua dan kakak kandung penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga terselesaikan naskah skripsi.
3. Bapak Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
4. Bapak Drs. Siswanto, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.
5. Ibu Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.

6. Bapak Jan Ady S.Si., M.Si. selaku dosen penguji I yang telah memberikan masukan serta arahan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.
7. Bapak Winarno S.Si., M.T. selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan serta arahan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.
8. Lembaga Ilmu Hayati, Teknik, dan Rekayasa UNAIR telah meminjamkan freezer -80°C dalam proses pembuatan sampel. Laboratorium Material dan Metalurgi ITS yang telah membantu karakterisasi FTIR, Laboratorium UM Surakarta yang telah membantu karakterisasi SEM-EDX, serta Laboratorium Fisika FST UNAIR yang telah membantu karakterisasi *compressive strength*.
9. Segenap Dosen Prodi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
10. Teman-teman S-1 Fisika 2018 dan Syakiirah yang telah membantu dan memberikan motivasi serta semangat dalam penyusunan skripsi.
11. Sahabat saya Agestina, Abida, dan Iffah yang selalu ada dan memberikan dukungan serta motivasi dalam penyusunan skripsi.
12. Teman-teman Perkutut dan salah satu teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam proses menyusun skripsi.
13. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa naskah skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk mengembangkan penelitian ini.

Surabaya, 11 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	I
LEMBAR PERNYATAAN	II
LEMBAR PENGESAHAN.....	III
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	IV
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	V
ABSTRAK.....	VI
ABSTRACT.....	VII
KATA PENGANTAR	VIII
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR TABEL	XII
DAFTAR GAMBAR	XIII
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tulang	6
2.1.1 Mineral Anorganik	6
2.1.2 Mineral Organik	7
2.2 Biomaterial	8
2.3 <i>Bone graft</i>	9
2.4 Komposit.....	10
2.5 <i>Scaffold</i> Tulang	11
2.6 Hidroksiapatit	12
2.7 Trikalsiumfosfat	15
2.8 Kolagen.....	15
2.9 Karakterisasi Sampel	16
2.9.1 FTIR.....	16

2.9.2 SEM EDX	18
2.9.3 Porositas	20
2.9.4 <i>Compressive Strength</i>	20
BAB III METODELOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.3 Diagram Alir Penelitian	23
3.4 Prosedur Penelitian	24
3.4.1 Pembuatan sampel komposit <i>Biphasic</i> HA-TCP-K.....	24
3.5 Karakterisasi Sampel	25
3.5.1 Pengujian FTIR	25
3.5.2 Pengujian SEM-EDX	26
3.5.3 Pengujian Porositas.....	27
3.5.4 Pengujian <i>Compressive Strength</i>	27
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	28
4.1 Uji FTIR	31
4.2 Uji SEM-EDX.....	34
4.3 Uji Porositas.....	36
4.4 Uji <i>Compressive Strenght</i>	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Komposisi Tulang	8
2.2	Material yang dapat digunakan dalam Tubuh	9
2.3	Klasifikasi <i>Bone graft</i>	10
2.4	Sifat Ideal <i>Bone Scaffold</i> untuk aplikasi	12
2.5	Sifat Fisis dan Mekanik Hidroksiapatit	13
3.1	Data Variasi Komposisi Sampel	24
4.1	Hasil FTIR Sampel <i>Scaffold</i>	29
4.2	Hasil Analisis EDX	33
4.3	Hasil Uji Porositas	34
4.4	Hasil Uji <i>Compressive Strenght</i>	36

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Struktur Tulang Panjang	6
2.2	Representasi Skema Sel-Sel Tulang	7
2.3	Struktur Kimia Hidroksiapatit	10
2.4	Skema Diagram FTIR	15
2.5	Diagram Komponen SEM	16
3.1	Diagram Alir Penelitian	19
3.2	Alat Uji FTIR Shimadzu IRTracer-100	19
3.4	Alat Uji SEM	23
4.1	Sampel <i>Scaffold</i>	25
4.2	Hasil Spektrum Uji FTIR 5 Sampel <i>scaffold</i>	28
4.3	Analisis EDX Pada <i>Scaffold</i> Tulang <i>Biphasic</i> (HA-TCP-K)	31
4.4a	Morfologi SEM-EDX Perbesaran 10.000x	32
4.4b	Morfologi SEM-EDX Perbesaran 5.000x	32
4.5	Hasil Uji Porositas	35
4.6	Sampel Setelah Uji <i>Compressive Strenght</i>	36