

SKRIPSI

**PENGARUH KONSENTRASI *NANOGOLD* PADA SIFAT
ANTIBAKTERI PASTA *INJECTABLE BONE SUBSTITUTE*
(IBS)**



**BIMA SATRIA
AZKARIADIPUTRA**

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK BIOMEDIS

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS AIRLANGGA

2022

**PENGARUH KONSENTRASI NANOGOLD PADA SIFAT ANTIBAKTERI
PASTA INJECTABLE BONE SUBSTITUTE (IBS)**

SKRIPSI

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

Universitas Airlangga

BIMA SATRIA AZKARIADIPUTRA

081511733047

Disetujui oleh

Pembimbing I,



Dyah Hikmahwati, S.Si., M.Si.
NIP. 196911281994032001

Pembimbing II,



Drs. Siswanto, M.Si.
NIP. 196403051989031003

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pengaruh Konsentrasi *Nanogold* Pada Sifat Antibakteri Pasta
Injectable Bone Substitute (IBS)
Penyusun : Bima Satria Azkariadiputra
NIM : 081511733047
Pembimbing I : Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si.
Pembimbing II : Drs. Siswanto, M.Si.
Tanggal Sidang : 12 Desember 2022

Disetujui oleh,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si.
NIP. 196911281994032001



Drs. Siswanto, M.Si.
NIP. 196403051989031003

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Herri Trilaksana, M.Si., Ph.D.
NIP. 197712282003121003

Ketua Program Studi
S1 Teknik Biomedis
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Riries Rulaningtyas, M.T
NIP. 197903152002122002

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

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : BIMA SATRIA AZKARIADIPUTRA

NIM :081511733047

Program studi : Teknik Biomedis

Fakultas : Sains dan Teknologi

Jenjang : Sarjana (S1)

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

**PENGARUH KONSENTRASI *NANOGOLD* PADA SIFAT ANTIBAKTERI
*PASTA INJECTABLE BONE SUBSTITUTE (IBS)***

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang diterapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 26 Desember 2022

Bima Satria Azkariadiputra

NIM. 081511733047

Bima Satria Azkariadiputra. 2022. **Pengaruh Konsentrasi *Nanogold* Pada Sifat Antibakteri Pasta *Injectable Bone Substitute* (IBS).** Skripsi ini dibawah bimbingan Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si. dan Drs. Siswanto, M.Si. Program Studi S-1 Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Tuberkulosis adalah sebuah penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Pada umumnya penyakit ini menyerang paru-paru tetapi pada kasus tertentu infeksi dapat menyebar ke tulang belakang sehingga menyebabkan *spinal tuberculosis*. *Spinal tuberculosis* dapat menyebabkan kelumpuhan dan kerusakan tulang. Penelitian bertujuan untuk mengetahui apakah *nanogold* (Au-NP) dapat digunakan sebagai zat antibakteri pada *injectable bone substitute* (IBS) untuk pengobatan *spinal tuberculosis* dan berapa konsentrasi Au-NP yang dibutuhkan untuk hasil yang paling baik. Enam sampel IBS (A, B, C, D, E, dan F) dengan bahan dasar hidroksiapatit, gelatin, *hydroxypropyl methylcellulose* (HPMC), *streptomycin*, dan Au-NP yang terlarut dalam akuades. Setiap sampel kecuali sampel F memiliki perbandingan akuades dan Au-NP yang berbeda (3:1; 2:2; 1:3; 4:0; 0:4), dimana sampel F memiliki perbandingan yang sama dengan sampel E dengan perbedaan sampel F tidak mengandung *streptomycin*. Hasil uji FTIR menunjukkan tiga sampel (B, E, dan F) memiliki gugus *stretching* O-H dari HA, gelatin, HPMC, dan *streptomycin*, *bending* N-H dan *stretching* C=O dari gelatin, *stretching* C-O dari *streptomycin* dan gugus P-OH dari HA. Uji XRD pada tiga sampel yang sama menemukan ketiga sampel mengandung 100% HA. Uji UV-Vis pada enam sampel menemukan puncak-puncak untuk Au-NP dan *streptomycin* pada tempat yang tidak sesuai dengan literatur. Berdasarkan hasil uji antibakteri yang dilakukan pada enam sampel (A, B, C, D, E, dan F), hasil paling baik ditemukan pada sampel A, B, C, D, dan E dengan rata-rata diameter zona bening sebesar 22.4, 22.8, 21.4, 21, dan 20.7 mm. Sampel F yang tidak menggunakan *streptomycin* memiliki hasil yang lebih buruk dibandingkan dengan A, B, C, D, dan E yaitu sebesar 15.2 dan 7.1 mm. Dari keenam hasil, sampel B yang memiliki perbandingan akuades:Au-NP sebanyak 2:2 memiliki hasil uji antibakteri yang paling baik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa IBS yang mengandung Au-NP dan *streptomycin* dapat digunakan untuk pengobatan *spinal tuberculosis*.

Kata kunci: *spinal tuberculosis*, IBS, nanopartikel emas, antibakteri

Bima Satria Azkariadiputra. 2022. **The Effect of Nanogold Concentrations on the Antibacterial Properties of Injectable Bone Substitute Paste (IBS)**. This bachelor thesis is under the guidance of Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si. and Drs. Siswanto, M.Si. Biomedical Engineering S-1 Study Program, Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

Tuberculosis is a disease caused by an infection of the bacterium Mycobacterium tuberculosis. In general, this disease attacks the lungs, but in certain cases the infection could spread to the spine, causing spinal tuberculosis. Spinal tuberculosis can cause paralysis and bone damage. The aims of this study were to determine whether nanogold (Au-NP) could be used as an antibacterial agent in injectable bone substitute (IBS) for the treatment of spinal tuberculosis and what concentration of Au-NP was needed for the best results. Six IBS samples (A, B, C, D, E, and F) were based on hydroxyapatite, gelatin, hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), streptomycin, and Au-NP dissolved in aquades. Each sample except sample F has a different ratio of distilled water and Au-NP (3:1; 2:2; 1:3; 4:0; 0:4), where sample F has the same ratio as sample E with a difference in sample F. does not contain streptomycin. The FTIR test results showed that three samples (B, E, and F) had O-H stretching groups from HA, gelatin, HPMC, and streptomycin, N-H bending and C=O stretching from gelatin, C-O stretching from streptomycin and P-OH groups from HA. XRD test on the same three samples found that all three samples contained 100% HA. The UV-Vis test on six samples found peaks for Au-NP and streptomycin at places that did not match the literature. Based on the results of the antibacterial test conducted on six samples (A, B, C, D, E, and F), the best results were found in samples A, B, C, D, and E with an average clear zone diameter of 22.4, 22.8, 21.4, 21, and 20.7 mm. Sample F which did not use streptomycin had worse results compared to A, B, C, D, and E, namely 15.2 and 7.1 mm. Of the six results, sample B which had a ratio of 2:2 of aquadest:Au-NP had the best antibacterial test results. Thus it can be concluded that IBS containing Au-NP and streptomycin can be used for the treatment of spinal tuberculosis

Keywords: *spinal tuberculosis, IBS, gold nanoparticles, antibacterial.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala, atas rahmat dan hidayah-NYA penyusun dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul “**Pengaruh Konsentrasi *Nanogold* Pada Sifat Antibakteri Pasta *Injectable Bone Substitute (IBS)*”**”.

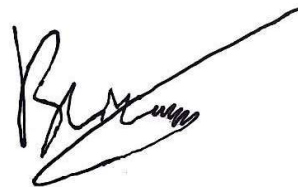
Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) bagi mahasiswa program S-1 Teknik Biomedis Universitas Airlangga, Surabaya. Dalam penyelesaian proposal skripsi ini tentu tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta semangat dari berbagai pihak, baik bersifat moril maupun materil, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, terutama kepada:

1. Bapak Adi Prianto dan Ibu Gardina Britaniastuti selaku orang tua, serta seluruh keluarga besar penulis yang telah mendukung dan mendoakan selama masa perkuliahan hingga terselesainya skripsi.
2. Bapak Herri Trilaksana, M.Si., Ph.D. selaku Ketua Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, yang memberikan fasilitas dan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Dr. Riries Rulaningtyas, M.T selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Biomedis Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, saran, motivasi

dan waktunya selama proses penelitian dan penyusunan naskah skripsi hingga selesai.

5. Bapak Drs. Siswanto, M.Si selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan, arahan, saran, motivasi dan waktunya selama proses penelitian dan penyusunan naskah skripsi hingga selesai.
6. Dr. Prihartini Widiyanti, drg., M.Kes., S.Bio., CCD. dan Bapak Alfian Pramudita Putra, S.T, M.Sc selaku Dosen Penguji I dan II yang memberikan nasihat, saran, serta masukan yang membangun bagi penulis
7. Bapak Fadli Ama, S.T., M.T. selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberi saran, arahan, motivasi dan waktunya kepada penulis selama menempuh perkuliahan
8. Seluruh dosen Teknik Biomedis yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
9. Seluruh laboran, staff, dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Surabaya, 13 Desember 2022



Bima Satria Azkariadiputra

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
 BAB I. PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 8
2.1 Anatomi Fisiologi Tulang Belakang.....	8
2.1.1 Tulang Belakang.....	8
2.1.2 Sumsum Tulang Belakang.....	10
2.2 Tuberkulosis Tulang Belakang.....	11
2.2.1 Mekanisme Penyebaran Penyakit.....	11
2.2.2 Diagnosis dan Penanganan.....	12

2.3 IBS berbasis Hidroksiapatit, Gelatin, <i>Hydroxypropyl Methylcellulose</i> , dan <i>Nanogold</i>	15
2.3.1 <i>Injectable Bone Substitute</i>	15
2.3.2 Hidroksiapatit	15
2.3.3 Gelatin.....	16
2.3.4 <i>Hydroxypropyl Methylcellulose</i>	16
2.3.5 <i>Streptomycin</i>	17
2.3.6 <i>Nanogold</i>	18
2.4 Karakterisasi.....	19
2.4.1 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	19
2.4.2 Uji <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	20
2.4.3 Uji UV-Vis.....	21
2.4.4 Uji Antibakteri.....	21
 BAB III. METODE PENELITIAN.....	 23
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.2.1 Alat Penelitian.....	23
3.2.2 Bahan Penelitian.....	24
3.3 Variabel Penelitian.....	24
3.4 Prosedur Penelitian.....	25
3.4.1 Pembuatan Pasta IBS.....	26
3.5 Karakterisasi Pasta IBS.....	28
3.5.1 Uji FTIR.....	28
3.5.2 Uji XRD.....	28
3.5.3 Uji UV-Vis.....	29
3.5.4 Uji Antibakteri.....	30
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 31
4.1 Hasil Sintesis.....	32
4.2 Hasil Karakterisasi.....	32
4.2.1 Hasil Karakterisasi FTIR.....	33

4.2.2 Hasil Karakterisasi XRD.....	36
4.2.3 Uji UV-Vis.....	40
4.2.4 Uji Antibakteri.....	41
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Tingkat Kekuatan Bakteri	22
3.1	Variasi Jumlah Bahan Yang Digunakan Dalam IBS	27
4.1	Daerah Serapan Gugus Fungsi FTIR dari Sampel	36
4.2	Diameter Zona Bening Pada Tiap Sampel	43

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Lima Bagian Tulang Belakang	8
2.2	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> Terlihat di Bawah SEM	11
2.3	Struktur Kimia Hidroksiapatit	15
2.4	Struktur Kimia Gelatin	16
2.5	Struktur Kimia HPMC	17
2.6	Struktur Kimia <i>Streptomycin</i>	17
3.1	Diagram Alur Penelitian	25
3.2	Hasil Tes XRD pada Hidroksiapatit	28
3.3	Alat Spektrofotometer UV-Vis Shimadzu 1800	29
3.4	Proses Uji Antibakteri, (a) Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> diambil dari kultur, (b) <i>Diffusion disc</i> diambil, (c) Sampel diteteskan pada <i>diffusion disc</i> , (d) <i>Nutrient agar</i> dituang dalam cawan petri, (e) Tujuh sampel akan diinkubasi selama 24 jam	30
4.1	(a) Larutan Au-NP dan akuades yang digunakan untuk tiap sampel, (b) Proses pencampuran bahan dalam pembuatan sampel IBS (Dokumentasi Pribadi, 2022).	31
4.2	(a) Hasil sintesis pasta IBS, (b) Pasta IBS setelah proses <i>freeze-dry</i> (Dokumentasi Pribadi, 2022).	32
4.3	Spektrum FTIR Sampel B	33
4.4	(a) Spektrum FTIR Sampel E (b) Spektrum FTIR Sampel F	35
4.5	Hasil uji XRD dan <i>search-match</i> (a) sampel B (b) sampel E (c) sampel F	38

4.6	Grafik Data Hasil Uji XRD Pada Sampel B, E, dan F.	39
4.7	Hasil uji UV-Vis pada enam sampel	41
4.8	Zona Bening Yang Terbentuk Pada Semua Sampel Setelah Inkubasi 24 Jam	42

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1	Perhitungan Massa Dalam Pembuatan <i>Injectable Bone</i> <i>Substitute</i> (IBS)	50
2	Data Hasil Uji XRD	51
3	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	61