

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI PENGARUH DESAIN MAKRO DAN
MIKRO *BIOABSORBABLE SCREW* TERHADAP
KEKUATAN MEKANIS**

Literature Review



GALUH PRASETYA NINGRUM

FAKULTAS FARMASI UNIVERSITAS AIRLANGGA

DEPARTEMEN FARMASI PRAKTIS

SURABAYA

2022

Lembar Pengesahan

**IDENTIFIKASI PENGARUH MAKRO DAN MIKRO DESAIN
BIABSORBABLE SCREW TERHADAP KEKUATAN MEKANIS**

Literature Review

SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi pada Fakultas Farmasi
Universitas Airlangga**

2022

Oleh:

Galuh Prasetya Ningrum

NIM: 051611133091

Skripsi ini telah disetujui pada tanggal

15 Juli 2022 oleh:

Pembimbing Utama,



Dr. apt. Aniek Setiya B., M.si.

NIP. 195912121989032001

Pembimbing Serta,



Dr. apt. Dewi Isadiartuti M.si.

NIP. 196505201991022001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini,

Nama : Galuh Prasetya Ningrum

NIM : 051611133091

adalah mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya tidak melakukan tindakan/kegiatan plagiasi dalam menyusun Naskah Tugas Akhir/Skripsi dengan judul:

Identifikasi Pengaruh Desain Makro Dan Mikro *Bioabsorbable Screw* Terhadap Kekuatan Mekanis

Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Naskah Skripsi ini merupakan hasil dari plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan kelulusan dan atau pencabutan gelar yang saya peroleh.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 15 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



Galuh Prasetya Ningrum

NIM. 051611133091

SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini,

Nama : Galuh Prasetya Ningrum

NIM : 051611133091

Menyatakan bahwa demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui abstrak Skripsi yang saya tulis dengan judul:

Identifikasi Pengaruh Desain Makro Dan Mikro *Bioabsorbable Screw* Terhadap Kekuatan Mekanis

Untuk dipublikasikan atau ditampilkan di internet atau media lain yaitu Digital Library Perpustakaan Universitas Airlangga untuk kepentingan akademik, sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Surabaya, 15 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



Galuh Prasetya Ningrum

NIM. 051611133091

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “IDENTIFIKASI PENGARUH DESAIN MAKRO DAN MIKRO *BIOABSORBABLE SCREW* TERHADAP KEKUATAN MEKANIS” dengan lancar dan baik. Tugas tersebut merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Farmasi Universitas Airlangga. Dengan terselesainya skripsi ini, saya ingin menyampaikan banyak terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Ibu Dr. apt. Aniek Setya Budiatin, M. Si., selaku dosen pembimbing utama dan Dr. apt. Dewi Isadiartuti M. Si.. selaku dosen pembimbing serta yang dengan sabar meluangkan waktu dan tenaganya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan dorongan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. apt. Junaidi Khotib, S.Si., M.Kes., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan program Sarjana S-1 Pendidikan Apoteker.
3. Ibu Dr. apt. Budi Suprapti, M. Si. selaku Ketua Departemen Farmasi Klinik beserta para anggota dosen dan staf karyawan, yang telah memberikan kesempatan dan izin untuk menggunakan fasilitas departemen dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. apt. Suharjono, Ms. Dan Bapak apt. Mahardian Rahmadi, S.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan hingga terselesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. apt. I Nyoman Wijaya, S.Si.,Sp. FRS. selaku dosen wali atas segala bimbingan, perhatian, dan nasehatnya selama menjalankan program S-1 Pendidikan Apoteker.
6. Ibu Dr. apt. Aniek Setya Budiatin, M. Si. yang telah berkenan meminjamkan laptop untuk membantu pengerjaan skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staf pengajar Fakultas Farmasi Universitas Airlangga atas bekal ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

8. Keluarga saya, Kiryati selaku ibu, Jaka Buanta selaku ayah, Ridwan Dwiyanto selaku kakak, Ajeng Firdya Ramadani dan Afdy Maulana Pasca Ramadhan selaku adik-adik saya yang selalu memberikan kasih sayang, doa serta dukungan sehingga saya dengan lancar menempuh S-1 Pendidikan Apoteker.
9. Syafira Widya Karima dan Nurulia Tanjung selaku sahabat-sahabat saya yang tidak pernah berhenti memberikan motivasi selama proses pengerjaan skripsi ini. Teman-teman tim seperjuangan skripsi dan sahabat saya Fatihatul, Adinda, Diyna dan Berlian yang saling memberikan semangat selama pengerjaan skripsi ini.
10. Adinda Listyandra Nabela Najah selaku teman seperjuangan saya yang telah mendukung dan menemani saya selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
11. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini. Terimakasih untuk semuanya.

Akhir kata, dengan terselesaikannya skripsi ini, semoga ilmu yang didapat penulis bermanfaat bagi kemajuan di bidang farmasi dan kesehatan Indonesia.

Surabaya, 15 Juli 2022

Penulis,

RINGKASAN

IDENTIFIKASI PENGARUH DESAIN MAKRO DAN MIKRO *BIOABSORBABLE SCREW* TERHADAP KEKUATAN MEKANIS

Galuh Prasetya Ningrum

Fraktur adalah kondisi kontinuitas tulang yang diakibatkan karena cedera langsung maupun tidak langsung dengan kondisi jaringan di sekitar area patah tulang akan mengalami edema atau pembengkakan, perdarahan, kerusakan saraf, dan pembuluh darah. Penanganan medis untuk fraktur yakni dengan pembedahan dan bahan yang digunakan untuk fiksasi adalah logam. Penggunaan logam dalam jangka panjang dapat menimbulkan rasa nyeri dan memerlukan pembedahan berikutnya sehingga dikembangkan implan atau cangkok tulang yang berupa sekrup dengan bahan yang bersifat *biodegradable* serta memiliki biokompaktibilitas yang tinggi sehingga tidak diperlukan proses pembedahan kedua karena sekrup seiring proses penyembuhan akan terdegradasi dalam tubuh dan tidak menimbulkan efek samping. Karakteristik utama yang harus dimiliki oleh *bioscrew* adalah *biodegradable*, biokompaktibilitas, tidak toksik, osteokonduktif, dan memberikan kekuatan mekanik yang ideal dari fiksasi hingga jaringan dan tulang baru terbentuk. Desain makro dan mikro sekrup merupakan dua aspek penting yang mempengaruhi kekuatan mekanis sekrup. Desain makro meliputi geometri ulir, desain kepala sekrup dan panjang sekrup sedangkan desain mikro meliputi material atau bahan penyusun sekrup dan bioaktivitasnya. Geometri ulir terbagi lagi menjadi diameter ulir atau *core diameter*, bentuk ulir atau *thread shape*, jarak antar ulir atau *thread pitch*, dan kedalaman ulir atau *thread depth*. Bahan

penyusun sekrup dapat terdiri dari *single* komponen atau kombinasi yang disebut komposit. Bahan-bahan ini terdiri dari logam, biokeramik, *bioactive-glass*, polimer, dan komposisinya.

Penelitian yang berupa *literature review* ini bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana pengaruh desain makro dan mikro terhadap kekuatan mekanis yang berupa torsi dan kuat tekan. Pencarian literatur dilakukan pada *database* yang meliputi PubMed, *Science Direct* atau Elsevier, dan *Repository UNAIR* dengan ketentuan artikel yang dipilih adalah *original article* dan bukan *review article*, buku, dan *case report* baik yang berbahasa Indonesia atau berbahasa Inggris. Dari hasil pencarian literatur didapatkan sebanyak 14 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dengan detail 6 artikel yang membahas perbandingan material *bioscrew* yang diuji torsi, 4 artikel yang membahas perbandingan material *bioscrew* dengan uji kuat tekan, dan 4 artikel yang membahas desain sekrup atau ulir dengan uji torsi.

Desain makro dapat meningkatkan kekuatan mekanis dari *bioscrew* dengan memilih *thread pitch* yang lebih kecil, menggunakan desain dinding sekrup tanpa perforasi, menggunakan EndoPearl untuk ukuran sekrup yang kecil, menggunakan bentuk ulir *buttres* atau *v-shaped*, menggunakan desain *fully-thread*, dan memilih kepala sekrup berbentuk turbin. Sedangkan desain mikro dapat meningkatkan kekuatan mekanis apabila digunakan komposit polimer dengan β -TCP, komposit dari tulang kortikal seperti hidroksiapatit-polimer, komposit *bioactiveglass*-polimer, dan penggunaan PVA sebagai matriks dalam komposit BHA-GEL.

ABSTRACT

Identification of The Influence of Macro And Micro Biabsorbable Screw Designs on Mechanical Strength

Galuh Prasetya Ningrum

Bioscrew is a screw that can be absorbed and degraded in the body until the bone formation process is completed. Macro and micro design of a screw can exert a great influence on the mechanical strength of bioscrew. Macro design in the form of a screw design both from the thread geometry, the length of the screw, and the screw head. The micro design is the biomaterial that makes up the bioscrew. The purpose of this study is to identify macro-micro designs that can increase mechanical strength in the form of torque and compressive strength. The research was conducted in the form of a literate review using the keywords "Bioabsorbable Screw Material and Torque", "Bioabsorbable Screw Material and Compression", "Bioscrew design and Torque", "Bioscrew design and Compression". Based on this research, it can be known that the macro design can increase the mechanical strength of the bioscrew with a shorter pitch, the design of the bioscrew without holes, the use of the EndoPearl tool for screws that are small in size, as well as the selection of the shape of the thread and screw head. While micro design can affect mechanical strength with the use of composites both from polymers, biochemetics, and bioactive-glass.

Keywords: Bioabsorbable screw, macro design, micro design, torque, compressive strength.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	..ii
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Fraktur	4
2.2 Penanganan Fraktur.....	6
2.3 Tulang	9
2.3.1 Anatomi Tulang	9
2.3.2 Komposisi Tulang.....	9
2.3.3 <i>Remodelling</i> Tulang.....	9
2.4 Biomaterial Screw Device.....	10
2.4.1 Perkembangan Biomaterial.....	10
2.5 Tinjauan Ulir	20
2.5.1 Prinsip Kerja <i>Screw</i>	20
2.5.2 <i>Bioscrew</i>	20

2.5.3	Geometri Ulir	21
2.5.4	Uji Torsi untuk Kekuatan Fiksasi	26
2.5.5	Uji Kuat Tekan atau <i>Compressive Strength</i>	26
BAB III KERANGKA KONSEP		28
3.1	Uraian Kerangka Konseptual	28
3.2	Skema Kerangka Konsep	30
BAB IV METODE PENELITIAN		31
4.1	Jenis Penelitian.....	31
4.2	Strategi Pencarian Literatur.....	31
4.3	Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	31
4.3.1	Kriteria Inklusi	31
4.3.2	Kriteria Eksklusi	31
4.3.3	Data yang Diekstraksi	31
4.4	Definisi Operasional.....	32
4.4.1	Pengertian Desain Makro.....	32
4.4.2	Pengertian Desain Mikro	32
4.4.3	<i>Bioabsorbable Screw</i>	32
4.4.4	Kekuatan Mekanik	32
4.5	Skema Pencarian Literatur	33
BAB V HASIL PENELITIAN		34
5.1	Hasil Pencarian Literatur.....	34
5.2	Analisis Data	36
BAB VI PEMBAHASAN		42
6.1	Pembahasan.....	42
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....		57
7.1	Kesimpulan	57
7.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
V.1 Hasil Pencarian Literatur.....	33
V.2 Hasil Analisis Data.....	35
VI. 1 Bentuk sekrup yang Gagal.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Variasi fraktur.....4
2.2	Klasifikasi <i>Complete Fractures</i> 5
2.3	Fiksasi tulang pada kondisi fraktur dengan menggunakan metode <i>wire</i> 6
2.4	Fiksasi tulang dalam kondisi fraktur dengan metode <i>plate</i> 7
2.5	Fiksasi pada fraktur dengan metode <i>screw</i> 8
2.6	Fiksasi pada fraktur dengan metode <i>intramedullary nailing</i> 8
2.7	Proses <i>remodelling</i> tulang.....10
2.8	<i>Bone Screw</i> dari logam.....12
2.9	Kolagen <i>scaffold</i> dari Cellex Biotek.....15
2.10	<i>Screw, spine cement kit, dan adapter</i> 16
2.11	PLA Screw Osteotwin™ 17
2.12	PLGA Screw from Activa Screw.....18
2.13	SHARMA PCL Screw.....18
2.14	<i>Bioscrew</i> yang beredar di pasaran.....21
2.15	Geometri Ulir 22
2.16	Macam-macam <i>thread shape</i> 23
2.17	<i>V-Shaped Thread Miniimplant DentalScrew</i> 23
2.18	<i>Square Thread Screw</i> 24
2.19	<i>Buttress Thread for Cancellous Bone</i> 24
2.20	<i>Thread depth dan thread pitch</i> 25
2.21	Skema Pengujian Torsi menurut Teori Hughes.....26
3.31	Skema Kerangka Konseptual.....29
4.1	Skema Pencarian Literatur.....31
6.1	Variasi desain <i>bioabsorbable screw</i> 42
6.2	Variasi desain <i>bioabsorbable screw</i> dan model insersi.....43
6.3	Perbedaan diameter <i>bioscrew</i> 44
6.4	Variasi sekrup.....45

6.5	Variasi sekrup.....	45
6.6	Variasi desain ulir dan <i>screw-driver</i> atau kepala sekrup.....	48
6.7	<i>Bioscrew</i> dengan <i>pitch</i> 2.5 mm dan bioscrew dengan <i>pitch</i> 5 mm.....	49
6.8	Variasi bentuk ulir.....	50
6.9	Variasi desain <i>bioscrew</i>	51
6.10	Von Mises stress.....	51
6.11	<i>Strain Energi Density</i>	52
6.12	Bentuk patahan M2 saat uji torsi insersi.....	53

DAFTAR SINGKATAN

ALE	:	Alendronat
BG	:	<i>Bioactive glass</i>
BHA	:	<i>Bovine Hydroxiapatite</i>
Ca	:	Kalsium
CSPS	:	Natrium fosfosilikat
Cu	:	Tembaga
GEL	:	Gelatin
GTA	:	Glutaraldehid
HA	:	<i>Hydroxyapatite</i>
K	:	Kalium
Mg	:	Magnesium
Mn	:	Mangan
Na	:	Natrium
P	:	Fosfor
PCL	:	<i>Polycaprolactone</i>
PDLA	:	<i>Poly(D-Lactide Acid)</i>
PGA	:	<i>Poly Glicolic Acid</i>
PLA	:	<i>Poly Lactic Acid</i>
PLA g8	:	<i>Poly-(L-Lactide-co-D,L-Lactide)</i>
PLDL	:	<i>Poly(D,L-lactide)</i>
PLGA	:	<i>Poly Lactic co Glycolic Acid</i>

PLLA	:	<i>Poly L-Lactic Acid</i>
PMMA	:	<i>Poly Methyl Meta-Acrylate</i>
PVA	:	<i>Poly Vinyl Alcohol</i>
RANKL	:	<i>Receptor Activated of Nv-kb Ligand</i>
SR-PLLA	:	<i>Self-Reinforced Poly (L-Lactic Acid)</i>
TD	:	<i>Thread Depth</i>
TP	:	<i>Thread Pitch</i>
TS	:	<i>Thread Shape</i>
TW	:	<i>Thread Width</i>
Zn	:	Seng
β -TCP	:	β -Tricalcium Phosphate