

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Anatomi Fisiologi Tulang Belakang.....	6
2.2 <i>Spinal Tuberculosis</i>	7
2.3 <i>Tissue Engineering</i> untuk <i>spinal tuberculosis</i>	8
2.3.1 <i>Scaffolds</i>	8
2.3.2 <i>Streptomycin</i>	9
2.3.3 <i>Injectable Bone Substitute (IBS)</i>	9
2.3.4 <i>Pedicle Screw</i>	11
2.4 <i>3D Printing</i>	12
2.4.1 <i>Solidworks</i>	13
2.4.2 <i>FDM</i>	14
2.4.3 <i>PLA</i>	15
2.5 Karakterisasi Sampel	15

2.5.1 FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	16
2.5.2 Mikroskop Digital.....	17
2.5.3 Uji Puntir.....	17
2.5.4 Uji <i>Pull Out</i>	18
2.5.5 Uji <i>Bending</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan tempat Penelitian	21
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	21
3.2.1 Bahan-bahan Penelitian.....	21
3.2.2 Alat-alat Penelitian.....	21
3.3 Prosedur Penelitian	22
3.4 Penjelasan Skema Langkah Penelitian.....	23
3.4.1 Mendesain <i>Pedicle screw</i>	23
3.4.2 Pembuatan Sampel <i>Injectable Bone Substitute</i>	34
3.4.3 Karakterisasi Sampel <i>Pedicle screw</i>	34
3.4.3.1 Uji FTIR	35
3.4.3.2 Uji Mikroskop Digital.....	35
3.4.3.3 Uji Puntir.....	36
3.4.3.4 Uji <i>Pull Out</i>	36
3.4.3.5 Uji <i>Bending</i>	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Sintesis <i>Pedicle Screw</i>	38
4.1.1 Hasil Desain dan Cetak 3D <i>Pedicle Screw</i> PLA.....	38
4.1.2 Hasil Sintesis Pasta <i>Injectable Bone Substitute</i> (IBS).....	39
4.1.3 Hasil sintesis <i>Pedicle Screw</i> Berpasta <i>Injectable Bone Substitute</i> (IBS).....	40
4.2 Karakterisasi Sampel <i>Pedicle Screw</i>	42
4.2.1 Hasil Uji FTIR	43
4.2.2 Hasil Uji Mikroskop Digital	45
4.2.3 Hasil Uji Mekanik.....	46
4.2.3.1 Hasil Uji Puntir	46
4.2.3.2 Hasil Uji <i>Pull Out</i>	50

4.2.3.3 Hasil Uji <i>Bending</i>	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Hasil pengukuran massa <i>pedicle screw</i> tanpa pori sebelum dan sesudah diberi pasta IBS	41
4.2	Hasil pengukuran massa <i>pedicle screw</i> berpori sebelum dan sesudah diberi pasta IBS	42
4.3	Daerah serapan gugus fungsi hasil FTIR sampel IBS	44
4.4	Nilai uji puntir <i>pedicle screw</i> PLA	49
4.5	Nilai uji puntir <i>pedicle screw</i> PLA berpasta IBS	49
4.6	Nilai uji <i>pull out pedicle screw</i>	52
4.7	Nilai uji <i>bending pedicle screw</i> PLA	55
4.8	Nilai uji <i>bending pedice screw</i> PLA berpasta	56
L.3.1	Data uji puntir tanpa pasta IBS	64
L.3.2	Hasil analisis uji puntir tanpa pasta IBS	66
L.3.3	Data uji puntir berpasta IBS	66
L.3.4	Hasil analisis uji puntir berpasta IBS	68
L.4.1	Data hasil uji <i>pull out</i>	74
L.4.2	Data hasil uji <i>pull out</i> berpasta IBS	74
L.4.3	Perbandingan hasil uji <i>pull out</i>	74
L.5.1	Data uji <i>bending pedicle screw</i> tanpa pasta IBS	77
L.5.2	Hasil analisis uji <i>bending pedicle screw</i> tanpa pasta IBS	78
L.5.3	Data uji <i>bending pedicle screw</i> berpasta IBS	79
L.5.4	Hasil analisis uji <i>bending pedicle screw</i> berpasta IBS	81

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Bagian Tulang Belakang (Sridianti,2020)	6
2.2	Terjadinya <i>spinal tuberculosis</i> (Akhadar A, 2017)	8
2.3	<i>Scaffold</i> pada tulang belakang (Jiajun Tang et al,2013)	9
2.4	Rumus kimia <i>Streptomycin</i> (Todar,2012)	9
2.5	a) Pasta IBS; b) Pasta IBS diinjeksikan keluar (Wardhani,2019)	11
2.6	<i>Pedicle screw</i> terpasang	11
2.7	Desain <i>pedicle screw</i>	12
2.8	Perangkat 3D <i>Printing</i> (Febdeline,2020)	13
2.9	Tampilan aplikasi <i>Solidworks</i>	13
2.10	Prinsip alat 3D <i>printing</i> FDM (Gad Abdelrasoul, et al, 2017)	14
2.11	Struktur <i>Polyacticacid</i> (Song Richard et al,2018)	15
2.12	Skema FTIR (Mezzetti Alberto,Leibl Winfried, 2017)	16
2.13	Cara menggunakan mikroskop digital (AliExpress)	17
2.14	Skema kasar mikroskop digital (Qatshari, 2017)	17
2.15	Skema uji Puntir (Jatmiko,S& Joko,S,2019)	18
2.16	Skema uji <i>pull out</i> : 1) Sumbu <i>pull out</i> , 2) <i>Pedicle screw</i> , 3) Balok uji, 4) Poliuretan, 5) <i>Pull out rig</i> , 6) Gaya <i>pull out</i> (Alicia J. Kubiak, et al, 2018)	19
2.17	Skema uji <i>three point bending</i> (Nagler, Jacob,2019)	20
3.1	Skema prosedur penelitian	22
3.2	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori	23
3.3	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori	24
3.4	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori	24
3.5	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori	25
3.6	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori	25
3.7	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori	26
3.8	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori	26
3.9	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori	27
3.10	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori	27
3.11	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm berpori	28
3.12	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 45 mm berpori	28
3.13	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori	29
3.14	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori	29
3.15	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori	30
3.16	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori	30
3.17	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori	31
3.18	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori	31
3.19	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori	32

3.20	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori	32
3.21	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori	33
3.22	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm berpori	33
3.23	Proses pembuatan <i>pedicle screw</i> 35 mm berpori	34
4.1	Desain <i>pedicle screw</i> PLA: A) 45 mm tanpa pori, B) 45 mm berpori, C) 35 mm tanpa pori, D) 35 mm berpori	39
4.2	<i>Pedicle screw</i> PLA: A) 45 mm tanpa pori, B) 45 mm berpori, C) 35 mm tanpa pori, D) 35 mm berpori	39
4.3	Kiri) hasil pasta IBS: Kanan) IBS dapat disuntik keluar	40
4.4	Hasil <i>pedicle screw</i> PLA berpasta IBS: A) 45 mm tanpa pori, B) 45 mm berpori, C) 35 mm tanpa pori, D) 35 mm berpori	40
4.5	<i>Pedicle screw</i> sebelum dan sesudah dilapisi pasta IBS	41
4.6	Grafik hubungan desain <i>pedicle screw</i> dengan banyak massa IBS	42
4.7	Grafik hasil uji FTIR IBS	43
4.8	Grafik hasil uji FTIR PLA+IBS	43
4.9	Hasil uji mikroskop digital <i>pedicle screw</i> ukuran 45 mm berpori	45
4.10	Hasil uji mikroskop digital <i>pedicle screw</i> ukuran 35 mm berpori	45
4.11	Sampel tanpa pasta IBS sesudah diuji puntir : A) 45 mm tanpa pori, B) 45 mm berpori 1 mm, C) 35 mm tanpa pori, D) 35 mm berpori 1 mm	47
4.12	Sampel berpasta IBS sesudah diuji puntir	47
4.13	Grafik uji puntir <i>pedicle screw</i>	48
4.14	Grafik uji puntir <i>pedicle screw</i> + IBS	48
4.15	Grafik bagan perbandingan modulus puntir	50
4.16	<i>Pedicle screw</i> sesudah diuji <i>pull out</i>	51
4.17	<i>Pedicle screw</i> berpasta IBS setelah diuji <i>pull out</i>	51

4.18	Grafik hubungan gaya yang diperlukan dalam uji <i>pull out</i> tanpa pasta terhadap sampel yang berbeda	52
4.19	Grafik hubungan gaya yang diperlukan dalam uji <i>pull out</i> berpasta terhadap sampel yang berbeda	52
4.20	Bagan hasil uji <i>pull out pedicle screw</i>	53
4.21	<i>Pedicle screw</i> sesudah diuji <i>bending</i>	54
4.22	<i>Pedicle screw</i> berpasta IBS sesudah diuji <i>bending</i>	54
4.23	Grafik perbandingan uji <i>bending pedicle screw</i>	55
4.24	Grafik perbandingan uji <i>bending pedicle screw</i> + IBS	55
4.25	Hasil uji <i>bending pedicle screw</i>	56
L.1.1	Hasil uji FTIR IBS	62
L.1.2	Hasil uji FTIR PLA + IBS	62
L.2.1	Hasil uji mikroskop digital <i>pedicle screw</i> ukuran 45 mm dengan pori 1 mm	63
L.2.2	Hasil uji mikroskop digital <i>pedicle screw</i> ukuran 35 mm dengan pori 1 mm	63
L.3.1	Grafik perbandingan modulus puntir	69
L.3.2	Grafik uji puntir <i>pedicle screw</i>	69
L.3.3	Grafik uji puntir <i>pedicle screw</i> + IBS	70
L.4.1	<i>Pedicle screw</i> 45 mm tanpa pori sebelum dan sesudah diuji <i>pull out</i>	71
L.4.2	<i>Pedicle screw</i> 45 mm berpori sebelum dan sesudah diuji <i>pull out</i>	71
L.4.3	<i>Pedicle screw</i> 35 mm tanpa pori sebelum dan sesudah diuji <i>pull out</i>	72
L.4.4	<i>Pedicle screw</i> 35 mm berpori sebelum dan sesudah diuji <i>pull out</i>	72
L.4.5	<i>Pedicle screw</i> tanpa pasta IBS sebelum diuji <i>pull out</i>	73
L.4.6	<i>Pedicle screw</i> berpasta IBS sesudah diuji <i>pull out</i>	73

L.4.7	Grafik hubungan gaya yang diperlukan dalam uji <i>pull out</i> terhadap <i>pedicle screw</i>	75
L.4.8	Perbandingan uji <i>pull out pedicle screw</i>	75
L.4.9	Perbandingan uji <i>pull out pedicle screw</i> + IBS	76
L.5.1	<i>Pedicle screw</i> saat diuji <i>bending</i>	81
L.5.2	<i>Pedicle screw</i> tanpa pasta setelah diuji <i>bending</i> A) 45 mm tanpa pori, B) 45 mm berpori, C) 35 mm tanpa pori, D) 35 mm berpori	82
L.5.3	<i>Pedicle screw</i> berpasta setelah diuji <i>bending</i>	82
L.5.4	Grafik perbandingan uji <i>bending pedicle screw</i>	83
L.5.4	Perbandingan hasil uji <i>bending pedicle screw</i>	83
L.5.5	Perbandingan hasil uji <i>bending pedicle screw</i> + IBS	83

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1	Hasil FTIR	62
2	Hasil mikroskop digital	63
3	Analisis uji puntir	64
4	Analisis uji <i>pull out</i>	71
5	Analisis uji <i>bending</i>	77