

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN DAN BEBAS PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan dan Asumsi	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tulang	6
2.2 <i>Bone graft</i>	7
2.2.1 Sifat <i>bone graft</i>	8
2.2.2 Jenis <i>bone graft</i>	9
2.3 Biomaterial Tulang	10
2.3.1 Hidroksiapatit/HA	11
2.3.2 <i>Shellac/lak/Selak</i>	12

	2.3.3	Gliserin.....	13
2.4		Uji Material.....	14
	2.4.1	Uji kuat tekan.....	14
	2.4.2	Uji porositas.....	15
	2.4.3	Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>).....	15
2.5		Metode Taguchi.....	15
	2.5.1	Karakteristik kualitas.....	16
	2.5.2	Klasifikasi parameter.....	17
	2.5.3	Perancangan eksperimen.....	18
	2.5.4	<i>Orthogonal Array</i> (OA).....	19
	2.5.5	Signal to Noise (S/N) <i>Ratio</i>	20
2.6		<i>Grey Relational Analysis</i> (GRA).....	21
	2.6.1	Normalisasi <i>Signal to Noise Ratio</i>	21
	2.6.2	<i>Grey Relational Coefficient</i>	22
	2.6.3	<i>Grey Relational Grade</i>	23
2.7		ANOVA.....	23
2.8		Prediksi <i>Signal to Noise Ratio</i> Optimal.....	25
2.9		Interval Kepercayaan.....	25
2.10		Eksperimen Konfirmasi.....	26
2.11		Penelitian Terdahulu.....	27
BAB III		METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1		Objek dan Tempat Penelitian.....	30
3.2		Alat dan Bahan Penelitian.....	30
3.3		Metode Pengumpulan Data.....	38
3.4		Kerangka Penelitian.....	39
3.5		Tahapan Penelitian.....	40
	3.5.1	Perancangan eksperimen.....	41
	3.5.2	Pelaksanaan eksperimen.....	45
	3.5.3	Pengumpulan dan pengolahan data.....	46

BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	48
4.1	Pengumpulan Data	48
	4.1.1 Proses pembuatan sampel	48
	4.1.2 Hasil pengujian kuat tekan	53
	4.1.3 Hasil pengujian porositas	55
4.2	Pengolahan Data	57
	4.2.1 Perhitungan nilai rata-rata dan SNR respon	57
	4.2.2 Analisis Variansi (ANOVA) respon	65
	4.2.3 Normalisasi SNR respon	67
	4.2.4 Deviasi dan <i>Grey Relational Coefficient</i> respon	68
	4.2.5 <i>Grey Relational Grade</i>	70
	4.2.6 Perhitungan SNR simultan	72
	4.2.7 Penentuan kondisi optimal	73
	4.2.8 ANOVA <i>Grey Relational Grade</i>	74
	4.2.9 Eksperimen Konfirmasi	75
	4.2.10 Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	75
4.3	Analisis Hasil	79
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran	84

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi mineral tulang manusia.....	7
Tabel 2.2 Sifat fisika hidroksiapatit	12
Tabel 2.3 <i>Orthogonal array</i> standar.....	20
Tabel 2.4 Penelitian terdahulu.....	29
Tabel 3.1 Jumlah level dan nilai level faktor	43
Tabel 3.2 Perhitungan derajat kebebasan.....	43
Tabel 3.3 <i>Orthogonal array</i> $L_9(3^4)$	44
Tabel 3.4 Formulasi hidroksiapatit- <i>shellac</i> – gliserin.....	46
Tabel 4.1 Respon, faktor, dan level penelitian.....	48
Tabel 4.2 Matriks <i>orthogonal</i> (penugasan faktor)	49
Tabel 4.3 Hasil uji kuat tekan	53
Tabel 4.4 Hasil pengukuran tinggi	55
Tabel 4.5 Perhitungan volume dan porositas	56
Tabel 4.6 Hasil rata-rata pengujian kuat tekan.....	58
Tabel 4.7 Respon nilai rata-rata kuat tekan.....	58
Tabel 4.8 Perhitungan SNR kuat tekan	60
Tabel 4.9 Respon SNR kuat tekan	60
Tabel 4.10 Hasil rata-rata pengujian porositas.....	62
Tabel 4.11 Respon nilai rata-rata porositas.....	62
Tabel 4.12 Perhitungan SNR porositas	64
Tabel 4.13 Respon SNR porositas	64
Tabel 4.14 Normalisasi nilai SNR kuat tekan	67
Tabel 4.15 Normalisasi nilai SNR porositas	68
Tabel 4.16 Nilai deviasi dan GRC kuat tekan.....	69
Tabel 4.17 Nilai deviasi dan GRC kuat tekan.....	70
Tabel 4.18 Rekapitulasi <i>Grey Relational Coefficient</i>	70
Tabel 4.19 Nilai <i>Grey Relational Grade</i>	71
Tabel 4.20 Respon nilai <i>Grey Relational Grade</i>	71

Tabel 4.21 SNR <i>Grey Relational Grade</i>	73
Tabel 4.22 Respon SNR <i>Grey Relational Grade</i>	73
Tabel 4.23 Hasil konfirmasi	75
Tabel 4.24 Tabel hasil uji EDS <i>bone graft</i> optimal	78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur tulang panjang	6
Gambar 2.2 Struktur kimia HA	12
Gambar 2.3 Struktur molekul gliserin.....	13
Gambar 2.4 Klasifikasi Parameter	17
Gambar 2.5 Notasi <i>orthogonal array</i>	19
Gambar 2.6 Alur optimasi Taguchi-GRA.....	21
Gambar 3.1 Timbangan digital	31
Gambar 3.2 Spatula laboratorium	31
Gambar 3.3 Gelas beker 50 ml.....	31
Gambar 3.4 Pipet.....	32
Gambar 3.5 Aluminium <i>foil</i>	32
Gambar 3.6 <i>Stirrer bar</i>	32
Gambar 3.7 <i>Magnetic stirrer</i>	33
Gambar 3.8 Sedotan.....	33
Gambar 3.9 <i>Freezer</i> suhu -80°C	33
Gambar 3.10 <i>Freezer dryer</i>	34
Gambar 3.11 Oven Laboratorium	34
Gambar 3.12 Gelas ukur	34
Gambar 3.13 Mesin <i>press</i>	35
Gambar 3.14 <i>Tablet hardness tester</i>	35
Gambar 3.15 Alat uji SEM	35
Gambar 3.16 Hidroksiapatit	36
Gambar 3.17 <i>Shellac/Lak</i>	36
Gambar 3.18 Gliserin	37
Gambar 3.19 Larutan akuades.....	37
Gambar 3.20 Ethanol 96%	37
Gambar 3.21 Kerangka penelitian	39
Gambar 3.22 Tahapan penelitian	40
Gambar 4.1 Proses penghancuran <i>shellac</i> dengan blender	49

Gambar 4.2 Proses pencampuran <i>shellac</i> dengan ethanol	50
Gambar 4.3 Proses pencampuran larutan <i>shellac</i> dengan akuades	50
Gambar 4.4 Proses pelapisan hidroksiapatit dengan larutan <i>shellac</i>	50
Gambar 4.5 Proses pengeringan hasil pelapisan	51
Gambar 4.6 Proses pencampuran hidroksiapatit terlapis dengan gliserin.....	51
Gambar 4.7 Proses pengendapan sampel hasil eksperimen	51
Gambar 4.8 Proses memasukkan sampel pada cetakan	52
Gambar 4.9 Proses pembekuan sampel pada suhu -80°C	52
Gambar 4.10 Proses <i>freeze drying</i>	52
Gambar 4.11 Sampel <i>bone graft</i>	53
Gambar 4.12 Grafik uji kuat tekan.....	54
Gambar 4.13 Grafik uji porositas.....	57
Gambar 4.14 Grafik nilai rata-rata kuat tekan	59
Gambar 4.15 Grafik SNR kuat tekan	61
Gambar 4.16 Grafik nilai rata-rata porositas.....	63
Gambar 4.17 Grafik nilai rata-rata porositas.....	65
Gambar 4.18 ANOVA nilai rata-rata respon kuat tekan.....	65
Gambar 4.19 ANOVA nilai SNR respon kuat tekan	66
Gambar 4.20 ANOVA nilai rata-rata respon porositas	66
Gambar 4.21 ANOVA nilai SNR respon porositas	66
Gambar 4.22 Grafik respon GRG	72
Gambar 4.23 Grafik respon SNR GRG	74
Gambar 4.24 ANOVA nilai <i>Grey Relational Grade</i>	74
Gambar 4.25 ANOVA nilai SNR <i>Grey Relational Grade</i>	74
Gambar 4.26 Hasil uji SEM <i>bone graft</i> optimal dengan perbesaran 200x	76
Gambar 4.27 Hasil uji SEM <i>bone graft</i> optimal dengan perbesaran 500x	76
Gambar 4.28 Hasil uji SEM <i>bone graft</i> optimal dengan perbesaran 1000x	76
Gambar 4.29 Hasil uji SEM <i>bone graft</i> optimal dengan perbesaran 2000x	77
Gambar 4.25 Hasil uji SEM <i>bone graft</i> optimal dengan perbesaran 3000x	77
Gambar 4.31 Area uji EDS	78
Gambar 4.32 Grafik hasil uji EDS <i>bone graft</i> optimal	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Spesifikasi hidroksiapatit.....	LA-1
Lampiran A.2 Spesifikasi Gliserin.....	LA-4
Lampiran A.3 Spesifikasi Akuades.....	LA-4
Lampiran A.4 Spesifikasi Ethanol 96%	LA-5
Lampiran B.1 Hasil Uji Kuat Tekan	LB-1
Lampiran B.2 Tabel Hasil Uji Porositas	LB-2
Lampiran C.1 Hasil Uji SEM-EDS	LC-1

DAFTAR NOTASI

y_i	: data pengamatan ke-i
n	: jumlah pengulangan dari eksperimen
$Max X_o(k)$: nilai maksimum dari perhitungan SNR Taguchi
$Min X_o(k)$: nilai minimum dari perhitungan SNR Taguchi
$X_o(k)$: nilai SNR Taguchi pada setiap eksperimen
$X_i^*(k)$: nilai normalisasi S/N ratio
Δ_{min}	: nilai minimum dari hasil penyimpangan
Δ_{max}	: nilai maksimum dari hasil penyimpangan
ζ	: koefisien pembeda ($\zeta = 0.5$)
$\Delta_{(k)}$: nilai penyimpangan yang sedang dihitung (setiap eksperimen)
$X_i max$: nilai maksimum S/N ratio yang telah dinormalisasi
$X_i^*(k)$: nilai S/N ratio yang sedang dihitung setelah dinormalisasi
m	: jumlah variabel respon yang digunakan
$\gamma (X_o , X_i)$: nilai <i>Grey Relational Grade</i> untuk setiap eksperimen
$\gamma (X_o (k), X_i (k))$: nilai <i>Grey Relational Coefficient</i> pada setiap respon
Wk	: atribut pembebanan