UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Fabrikasi Perancah 3D Komposit Mg-HAp/PLA/PCL Berbasis Cangkang Kerang Mutiara (Pinctada maxima) dengan Metode Fused Deposition Modeling
Geby Alawiyah, Prof. Dr.Eng. Yusril Yusuf, M.Si., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiii
INTISARI xiv
ABSTRACT xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 7
1.3 Batasan Masalah 8
1.4 Tujuan Penelitian 8
1.5 Manfaat Penelitian 9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 10
BAB III DASAR TEORI 16
3.1 Biomaterial 16
3.2 Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) 20
3.3 Hidroksiapatit Tersubtitusi Magnesium (Mg-HAp) 22
3.3.1 Hidroksiapatit (HAp) 22
3.3.2 Mg-HAp 23
3.3.3 Sintesis Mg-HAp 25
3.4 Matriks Komposit Polimer (*PLA*/*PCL*) 27
3.4.1 *PLA* 27
3.4.2 *PCL* 28
3.5 Teknologi 3D *Printing* FDM 29
3.6 Karakterisasi Material 30
3.6.1 *X-Ray Diffractometer* (XRD) 31
3.6.2 *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) 33
3.6.3 SEM-EDX 35

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Fabrikasi Perancah 3D Komposit Mg-HAp/PLA/PCL Berbasis Cangkang Kerang Mutiara (Pinctada maxima) dengan Metode Fused Deposition Modeling
Geby Alawiyah, Prof. Dr.Eng. Yusril Yusuf, M.Si., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.6.4 *Universal Testing Machine* (UTM) 37
3.6.5 Uji *In-Vitro* 39
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 41
4.1 Tempat dan Waktu Penelitian 41
4.2 Bahan dan Alat Penelitian 41
4.2.1 Bahan penelitian 41
4.2.2 Alat penelitian 42
4.3 Prosedur Penelitian 46
4.3.1 Tahapan preparasi sampel 48
4.3.2 Tahapan sintesis hidroksiapatit tersubtitusi magnesium (Mg-HAp) ... 48
4.3.3 Tahapan fabrikasi perancah 51
4.4 Teknik Analisis Data 53
4.4.1 Analisis data XRD 53
4.4.2 Analisis data FTIR 55
4.4.3 Analisis data SEM-EDX 57
4.4.4 Analisis data uji tekan 59
4.4.5 Analisis data antibakteri 60
4.4.6 Analisis data biodegradasi 61
4.4.7 Analisis data biomineralisasi 62
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 63
5.1 Transformasi Fisikokimia Prekursor Kalsium Biogenik 63
5.1.1 Transisi fasa dan dekomposisi karbonat 63
5.1.2 Transformasi morfologi dan komposisi unsur 68
5.2 Sifat Fisikokimia Serbuk Mg-HAp 69
5.2.1 Pengaruh doping magnesium terhadap struktur kristal apatit 70
5.2.2 Morfologi partikel dan rasio Ca/P 73
5.3 Aktivitas Antibakteri Serbuk Mg-HAp 75
5.4 Karakterisasi Fisikokimia Perancah Komposit 77
5.4.1 Struktur kimia dan kristalinitas 78
5.4.2 Morfologi dan komposisi unsur 81
5.5 Sifat Mekanik Perancah Komposit 85
5.5.1 Kuat tekan 88
5.5.2 Modulus young 89
5.5.3 *Elongation at break* 91

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Optimasi Fabrikasi Perancah 3D Komposit Mg-HAp/PLA/PCL Berbasis Cangkang Kerang Mutiara (Pinctada maxima) dengan Metode Fused Deposition Modeling
Geby Alawiyah, Prof. Dr.Eng. Yusril Yusuf, M.Si., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.6 Bioaktivitas *In Vitro* Perancah Komposit 93
5.6.1 Stabilitas degradasi hidrolitik 93
5.6.2 Pembentukan lapisan apatit 96
5.7 Aktivitas Antibakteri Perancah Komposit 98
BAB 6 PENUTUP 102
6.1 Kesimpulan 102
6.2 Saran 103
DAFTAR PUSTAKA 105
LAMPIRAN 119