UNIVERSITAS GADJAH MADA
Sintesis dan Karakterisasi Carbon Dots (Cdots) Berbasis Kulit Manggis (Garcinia Mangostana L.) Serta Evaluasi Potensinya Sebagai Agen Kontras Pencitraan Fotoakustik dan Terapi Fototermal
Donni Kis Apriyanto, Prof. Dr. Mitrayana, S.Si., M.Si.; Dr. drg. Rini Widyaningrum, M.Biotech., Sp.RKG.; Dr. Andreas
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

DISERTASI i
DISERTASI ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
PRAKATA v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
INTISARI xv
ABSTRACT xvi
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 10
1.3 Batasan Masalah 11
1.4 Tujuan Penelitian 12
1.5 Manfaat Penelitian 12
1.6 Hipotesis Penelitian 13
1.7 Kebaharuan Penelitian 14
1.8 Peta Jalan Penelitian 16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 18
2.1 Kajian Terapi Fototermal Terpandu Pencitraan Fotoakustik 18
2.2 Kajian Agen Fototerapi 21
2.3 Posisi Penelitian 29
BAB III LANDASAN TEORI 30
3.1 Pencitraan Fotoakustik 30
3.1.1 Prinsip Fotoakustik pada Jaringan 30
3.1.2 Pembangkitan Sinyal Fotoakustik 32
3.1.3 Respon Mekanis Jaringan Biologis dan Sampel Cairan pada Proses Fotoakustik 37
3.1.4 Sistem Pengolahan Citra Fotoakustik 38
3.2 Fototermal 42
3.3 Agen Kontras 47
3.3.1 *Carbon Dots* 49
3.3.2 Koefisien Ekstinsi 52

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Sintesis dan Karakterisasi Carbon Dots (Cdots) Berbasis Kulit Manggis (Garcinia Mangostana L.) Serta Evaluasi Potensinya Sebagai Agen Kontras Pencitraan Fotoakustik dan Terapi Fototermal
Donni Kis Apriyanto, Prof. Dr. Mitrayana, S.Si., M.Si.; Dr. drg. Rini Widyaningrum, M.Biotech., Sp.RKG.; Dr. Andreas
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.4 Manggis 53
3.5 Sel HeLa 55

BAB IV METODE PENELITIAN 58

4.1 Tempat dan Waktu Penelitian 58
4.2 Alat dan Bahan Penelitian 58
4.2.1 Sistem Pencitraan Fotoakustik Sederhana 58
4.2.2 Peralatan Pengujian Efek Fototermal 61
4.2.3 Bahan Penelitian 63
4.3 Tahapan Penelitian 63
4.4 Prosedur Penelitian 66
4.4.1 Sintesis Agen Fototeranostik 66
4.4.2 Karakterisasi Agen 68
4.4.3 Pengujian Pembangkitan Sinyal Fotoakustik 68
4.4.4 Pengukuran Efek Fototermal Agen 71
4.4.5 Pencitraan Fotoakustik pada Agen 72
4.4.6 Pengujian Agen pada *Phantom* dan Jaringan Lunak 73
4.4.7 Pengukuran Sitotoksisitas *In Vitro* 74
4.4.8 Uji Potensi Fototermal Sel Kanker 75
4.4.9 Analisis Statistik 75

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 78

5.1 Sintesis Agen Fototeranostik 78
5.2 Karakterisasi Agen Fototeranostik 80
5.2.1 Karakteristik Optik 80
5.2.2 Karakteristik Morfologi dan Struktur 86
5.3 Karakterisasi Sistem Pencitraan Fotoakustik 91
5.3.1 Karakterisasi Kinerja Sistem Motor Stepper (*XY Stage*) 91
5.3.2 Evaluasi Kestabilan Daya Sumber Laser 92
5.3.3 Karakterisasi Respons dan Sensitivitas Mikrofon 94
5.3.4 Karakterisasi Modulasi Laser pada Sistem Fotoakustik 96
5.4 Pengujian Agen Fototeranostik pada Sistem Pencitraan Fotoakustik 99
5.4.1 Koefisien ekstinsi optik 99
5.4.2 Efisiensi Konversi Termal Agen Fototeranostik 100
5.4.3 Respons Fotoakustik Agen Fototeranostik 110
5.5 Pengujian Agen pada *Phantom* dan Jaringan lunak 123
5.6 Pengujian Sitotoksisitas Agen Fototeranostik 133
5.7 Potensi Terapi Fototermal 138

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 150

6.1 Kesimpulan 150
6.2 Saran 151

DAFTAR PUSTAKA 152

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Sintesis dan Karakterisasi Carbon Dots (Cdots) Berbasis Kulit Manggis (Garcinia Mangostana L.) Serta
Evaluasi Potensinya Sebagai Agen Kontras Pencitraan Fotoakustik dan Terapi Fototermal**
Donni Kis Apriyanto, Prof. Dr. Mitrayana, S.Si., M.Si.; Dr. drg. Rini Widyaningrum, M.Biotech., Sp.RKG.; Dr. Andreas
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

LAMPIRAN 174
Lampiran 1. Prosedur lengkap uji sitotoksisitas 175
Lampiran 2. Penentuan *Region of Interest* (ROI) Latar Belakang dan Objek untuk Perhitungan CNR Menggunakan *ImageJ* 179
Lampiran 3. Uji Normalitas dan Homogenitas Varians 184
Lampiran 4. Hasil ANOVA dua arah 186
Lampiran 5. Hasil *post-hoc* Tukey 187
Lampiran 6. Perhitungan *effect size (Partial Eta Squared)* dan *power analysis* 189