UNIVERSITAS GADJAH MADA
Evaluasi Potensi Dioscorea alata L. Berumbi Ungu sebagai Terapi Hiperglikemia pada Zebrafish (Danio rerio Hamilton 1822)
Anita Restu Puji Raharjeng, Prof. Dr. Bambang Retnoaji, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Purnomo, M.S.; Dr. biol. hom. Nastiti
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PROMOTOR iv
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENILAI DISERTASI vi
HALAMAN PENGESAHAN vii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI viii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ix
PRAKATA x
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
DAFTAR SINGKATAN xviii
INTISARI xx
ABSTRACT xxi
I. PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 4
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian 5
D. Keaslian Penelitian 5
E. Ruang Lingkup Penelitian 8
II. TINJAUAN PUSTAKA 9
A. Dioscoreaceae dan Potensi Antidiabetes 9
A.1 Kandungan Nutrisi dan Senyawa Bioaktif 10
B. Diabetes Mellitus dan Target Terapi 12
C. *Danio rerio* sebagai Model Diabetes 12
D. Intestinum, Hepatopankreas, dan Retina sebagai Jaringan Target 13
E. Akarbosa 14
F. Landasan Teori 17
G. Alur Penelitian 19
III. METODE PENELITIAN 23
A. Jenis dan Rancangan Penelitian 23
B. Tempat dan Waktu Penelitian 25
C. Bahan dan Alat Penelitian 26
C.1 Bahan Penelitian 26
C.2 Alat Penelitian 26
D. Preparasi dan Pemberian *D. alata* pada D. rerio Dewasa 28
E. Prosedur Umum Penelitian 29
F. Uji Toksisitas Embrio 30
G. Induksi Diabetes Mellitus pada *D. rerio* 33
H. Pemberian Perlakuan *D. alata* 33
I. Parameter yang Diamati 34
I.1 Parameter fisiologis dan metabolik 34
I.2 Parameter perilaku 35
J. Analisis Data 36
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 39
A. Identifikasi dan Karakterisasi *D. alata* 39
A.1 Identifikasi Spesimen Tanaman 39
A.2 Karakter Morfologi varian *D. alata* berdaging umbi Putih dan Ungu 39
B. Relevansi Morfologi terhadap Karakterisasi Kimia 43
C. Analisis Proksimat 44

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Potensi Dioscorea alata L. Berumbi Ungu sebagai Terapi Hiperglikemia pada Zebrafish (Danio rerio Hamilton 1822)
Anita Restu Puji Raharjeng, Prof. Dr. Bambang Retnoaji, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Purnomo, M.S.; Dr. biol. hom. Nastiti
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

C.1 Perubahan Komposisi akibat Pengukusan 46
C.2 Perbandingan *D. alata* Berdaging Umbi Putih dan Ungu 47
C.3 Sampel yang Dipilih Berdasarkan Hasil Uji Proksimat 48
D. Spektrum FTIR varian *D. alata* Berdaging Umbi Ungu dan Putih (Mentah dan Kukus) 49
D.1 Perbandingan Spektrum FTIR Umbi Mentah dan Kukus 54
D.2 Gugus Fungsi FTIR dan Potensi Bioaktivitas Antidiabetes Umbi *D. alata* 55
E. Profil Senyawa Umbi *D. alata* Berdasarkan GC–MS 59
F. Kondisi Lingkungan Lokasi Budidaya *D. alata* 65
F.1 Karakteristik Lingkungan Tahun 2021 66
F.2 Kondisi Lingkungan dengan Profil Fitokimia *D. alata* 67
G. Uji Toksisitas Embrio 68
G.1 Perkembangan Embrio 69
G.2 Respon Embrio terhadap Dosis 71
G.3 Mekanisme Toksisitas 72
G.4 Tingkat Kelangsungan Hidup Embrio 74
G.5 Estimasi Nilai LD_{50} Embrio 76
G.6 Tingkat Penetasan Embrio 78
G.7 Frekuensi Denyut Jantung Embrio 79
G.9 Interpretasi Hasil Uji Toksisitas 80
H. Uji Efek Terapeutik 82
H.1 Induksi Hiperglikemia Menggunakan STZ 82
I. Kadar Insulin pada Uji Terapeutik 87
J. Respon Fisiologis 90
J.1 Kadar Glukosa Darah pada Uji Terapeutik 90
J.2 Respon Fisiologis Berdasarkan Perubahan Berat Badan 96
J.3 Perubahan Panjang Badan pada Uji Terapeutik 100
J.4 Respon Respirasi *Operculum Opening Rate* (OOR) 103
J.5 *Survival Rate* pada Uji Terapeutik 108
K. Respon Perilaku 110
K.1 Performa Lokomotor (Kecepatan Renang) 111
K.3 Daya Tahan Lokomotor (Jarak Renang) 114
K.4 Respon Akselerasi Renang 118
L. Histologi Jaringan *D. rerio* Setelah Perlakuan *D. alata* 121
L.1 Hepatopankreas 123
L.2 Villi usus 133
L.3 Retina 148
M. Analisis Mekanisme Antidiabetik Berdasarkan Senyawa yang Teridentifikasi 157
V. PEMBAHASAN UMUM 162
VI. KESIMPULAN DAN SARAN 175
A. Kesimpulan 175
B. Saran 176
RINGKASAN 178
SUMMARY 185
DAFTAR PUSTAKA 192
LAMPIRAN 207

Evaluasi Potensi Dioscorea alata L. Berumbi Ungu sebagai Terapi Hiperglikemia pada Zebrafish (Danio
rerio Hamilton 1822)
Anita Restu Puji Raharjeng, Prof. Dr. Bambang Retnoaji, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Purnomo, M.S.; Dr. biol. hom. Nastiti
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian terkait antidiabetes berbasis bahan alam menggunakan model hewan dan *D. rerio* 6
Tabel 2. Ringkasan analisis statistik yang digunakan pada setiap parameter penelitian 38
Tabel 3. Komposisi proksimat umbi *D. alata* berdaging umbi putih dan ungu (mentah dan kukus) 44
Tabel 4. Interpretasi tentatif pita serapan FTIR, gugus fungsi, dan biomolekul yang berkaitan pada umbi *D. alata* berdaging putih dan ungu dalam kondisi mentah dan kukus 51
Tabel 5. Interpretasi tentatif hubungan gugus fungsi FTIR dengan biomolekul yang mungkin berkaitan dan potensi bioaktivitas berdasarkan literatur 57
Tabel 6. Senyawa yang teridentifikasi secara tentatif pada umbi *D. alata* kukus berdasarkan analisis GC–MS 59
Tabel 7. Senyawa yang teridentifikasi golongan senyawa potensi aktivitas biologis berdasarkan literatur status interpretasi pada penelitian ini 62
Tabel 8. Perkembangan embrio *R. lateristriata* dan *D. rerio* dengan paparan berbagai konsentrasi *D. alata* 69
Tabel 9. Kadar glukosa darah *D. rerio* sebelum dan sesudah induksi STZ dengan tiga metode berbeda 83
Tabel 10. Rerata nilai absorbansi (OD) ELISA insulin pada setiap kelompok perlakuan dan periode pengamatan 88
Tabel 11. Rerata kadar glukosa darah (mg/dL) pada setiap kelompok perlakuan per minggu 92
Tabel 12. Deskripsi Histologi HE 125
Tabel 13. Skor histopatologi hepatopankreas berdasarkan pewarnaan HE 126
Tabel 14. Skor histokimia PAS-AB pada hepatopankreas 128
Tabel 15. Skor ekspresi GLUT-2 pada hepatopankreas 130
Tabel 16. Skor histopatologi vili usus berdasarkan pewarnaan HE 137
Tabel 17. Skor histokimia PAS–Alcian Blue (PAS–AB) pada mukosa usus 140
Tabel 18. Interpretasi perubahan morfologi retina pada setiap kelompok perlakuan berdasarkan pengamatan histologi dengan pewarnaan HE 150
Tabel 19. Skor histopatologi retina 151
Tabel 20. Integrasi hasil dan mekanisme antidiabetes 171

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Potensi Dioscorea alata L. Berumbi Ungu sebagai Terapi Hiperglikemia pada Zebrafish (Danio
rerio Hamilton 1822)**
Anita Restu Puji Raharjeng, Prof. Dr. Bambang Retnoaji, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Purnomo, M.S.; Dr. biol. hom. Nastiti
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. *D. alata* berdaging umbi putih (1) dan Ungu (2) 10
Gambar 2. Alur Penelitian 24
Gambar 3. *Dioscorea alata* berdaging umbi putih dan ungu..... 40
Gambar 4. *D. alata* berdaging umbi putih dan ungu 41
Gambar 5. Batang berpilin *D. alata* berdaging umbi putih dan ungu..... 42
Gambar 6. Grafik Pengaruh Pengukusan terhadap Komposisi Proksimat *D. alata* berdaging umbi Putih dan Ungu 46
Gambar 7. Overlay spektrum FTIR umbi *D. alata* berdaging umbi putih dan ungu sebelum dan sesudah pengukusan. 50
Gambar 8. Kromatogram Total Ion (TIC) hasil analisis GC-MS *D. alata* berdaging umbi ungu dan putih. (atas) *D. alata* ungu, (bawah) *D. alata* putih 61
Gambar 9. Variasi Parameter iklim di Yogyakarta tahun 2021 meliputi (1) Suhu rerata (2) Lama penyinaran (3) Curah hujan 66
Gambar 10. Pengaruh konsentrasi *D. alata* terhadap kelangsungan hidup embrio *R. lateristriata* dan *D. rerio* pada berbagai waktu pengamatan (hpf)..... 75
Gambar 11. Kurva LD50 embrio *R. lateristriata* (1) dan *D. rerio* (2) pada paparan serbuk umbi *D. alata* 77
Gambar 12. Rerata tingkat penetasan embrio *R. lateristriata* dan *D. rerio* setelah terpapar *D. alata* 79
Gambar 13. Pengaruh konsentrasi *D. alata* terhadap frekuensi detak jantung embrio *R. lateristriata* dan *D. rerio* (bpm)..... 80
Gambar 14. Kadar glukosa darah *D. rerio* sebelum dan sesudah induksi STZ dengan tiga metode berbeda..... 83
Gambar 15. Perubahan nilai absorbansi (OD) ELISA insulin *D. rerio* selama periode perlakuan 88
Gambar 16. Rerata kadar glukosa darah (mg/dL) pada setiap kelompok perlakuan per minggu 91
Gambar 17. Perubahan kadar glukosa darah per perlakuan pada *D. rerio* 94
Gambar 18. Berat badan *D. rerio* pada setiap periode perlakuan..... 97
Gambar 19. Panjang badan *D. rerio* pada setiap periode perlakuan..... 101
Gambar 20. Panjang badan *D.rerio* per perlakuan 102
Gambar 22. Pengaruh paparan *D. alata* terhadap frekuensi gerak operkulum per minggu dan per kelompok perlakuan..... 104
Gambar 23. Pengaruh paparan *D. alata* terhadap perubahan frekuensi gerak operkulum pada *D. rerio* selama periode pengamatan 105
Gambar 24. Perubahan kecepatan renang *D. rerio* pada kelompok diabetes dan non-diabetes selama periode pengamatan (M0-M2) 113
Gambar 25. Perubahan jarak renang *D. rerio* pada kelompok diabetes dan non-diabetes selama periode pengamatan (M0–M2) 116
Gambar 26. Perubahan akselerasi renang *D. rerio* pada kelompok diabetes dan non-diabetes selama periode pengamatan (M0 – M2)..... 119
Gambar 27. Histologi hepatopankreas dengan pewarnaan HE pada berbagai kelompok perlakuan 124

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Potensi Dioscorea alata L. Berumbi Ungu sebagai Terapi Hiperglikemia pada Zebrafish (Danio
rerio Hamilton 1822)**
Anita Restu Puji Raharjeng, Prof. Dr. Bambang Retnoaji, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Purnomo, M.S.; Dr. biol. hom. Nastiti
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 28. Histologi hepatopankreas dengan pewarnaan PAS-AB yang menunjukkan distribusi glikogen hepatosit 400x 127
Gambar 29. Skor intensitas pewarnaan PAS pada hepatopankreas 128
Gambar 30. Pewarnaan IHC GLUT-2 pada hepatopankreas 129
Gambar 31. Diagram mekanisme efek STZ dan D. alata pada hepatopankreas 131
Gambar 32. Histologi vili usus dengan pewarnaan HE 135
Gambar 33. Histologi mukosa usus dengan pewarnaan Periodic Acid–Schiff–Alcian Blue (PAS–AB) 138
Gambar 34. Skor Histokimia PAS pada Vili Usus 140
Gambar 35. Pewarnaan IHC GLUT-2 pada mukosa usus 142
Gambar 36. Analisis histomorfometri mukosa usus pada D. rerio menggunakan uji Kruskal–Wallis dan uji lanjut Dunn dengan koreksi Benjamini–Hochberg False Discovery Rate (BH-FDR). 145
Gambar 37. Diagram mekanisme efek *D. alata* terhadap perbaikan mukosa usus 147
Gambar 38. Histologi retina dengan pewarnaan HE pada berbagai kelompok perlakuan 149
Gambar 39. Skor histopatologi retina pada masing-masing kelompok perlakuan 152
Gambar 40. Organisasi lapisan retina dan tipe sel penyusun retina pada kondisi normal, diabetes, dan setelah pemberian *D. alata* (A), serta lokasi retina pada bola mata (B). 153
Gambar 41. Perbandingan ketebalan tujuh lapisan retina pada berbagai kelompok perlakuan berdasarkan analisis histomorfometri. 154
Gambar 42. Mekanisme yang diusulkan mengenai efek retinoprotektif *D. alata* pada kondisi hiperglikemia akut. 156
Gambar 43. Sintesis hasil penelitian dan interpretasi potensi terapeutik *D. alata* pada model diabetes *D. rerio* 172

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Potensi Dioscorea alata L. Berumbi Ungu sebagai Terapi Hiperglikemia pada Zebrafish (Danio
rerio Hamilton 1822)**
Anita Restu Puji Raharjeng, Prof. Dr. Bambang Retnoaji, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Purnomo, M.S.; Dr. biol. hom. Nastiti
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rincian alat dan bahan lengkap 207
Lampiran 2. Langkah-langkah persiapan dan identifikasi morfologi makroskopik *D. alata* 208
Lampiran 3. Pemeliharaan dan aklimatisasi *D.alata* 210
Lampiran 4. Prosedur induksi diabetes tipe 1 pada *D. rerio* dengan STZ (streptozotocin) .. 211
Lampiran 5. Prosedur Pembuatan Suspensi dan Pemberian Perlakuan *D. alata* 212
Lampiran 6. Prosedur kerja test fisiologi *D. rerio* 214
Lampiran 7. Prosedur kerja pengukuran berat badan *D. rerio* 215
Lampiran 8. Prosedur kerja pengukuran panjang badan *D. rerio* 216
Lampiran 9. Prosedur pengukuran gerak operculum per menit pada *D. rerio* 217
Lampiran 10. Prosedur pengukuran survival rate (SR) pada *D. rerio* 218
Lampiran 11. Uji proksimat pada *D. alata* 219
Lampiran 12. Uji FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) pada *D. alata* 222
Lampiran 13. Uji GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) pada *D. alata* 224
Lampiran 14. Data iklim bulanan berdasarkan jenis parameter dan lokasi stasiun tahun 2021 239
Lampiran 15. Uji toksisitas *D. alata* pada embrio *D. rerio* dan *R. lateristriata* 241
Lampiran 16. Prosedur pengukuran glukosa test pada *D. rerio* dengan glukometer 243
Lampiran 17. Pengukuran insulin ELISA test kit 245
Lampiran 18. Prosedur analisis perilaku *D. rerio* dengan software toxtract 246
Lampiran 19. Preparasi histologi whole mount metode parafin dengan pewarnaan hematoxylin-eosin (HE) pada *D. rerio* utuh 247
Lampiran 20. Pengukuran panjang vili usus dan panjang lapisan retina *D. rerio* dengan ImageJ 249
Lampiran 21. Perhitungan goblet sel usus *D. rerio* yang diwarnai PAS menggunakan ImageJ 251
Lampiran 22. Pengukuran diameter vili intestine *D. rerio* pada preparat histologi HE menggunakan ImageJ 252
Lampiran 23. Panduan Analisis Ekspresi DAB Menggunakan ImageJ/FIJI 253
Lampiran 24. Data ANOVA panjang badan per perlakuan 260
Lampiran 25. Data ANOVA pengaruh *D. alata* pada berat badan *D. rerio* per periode 261
Lampiran 26. Data ANOVA pengaruh *D. alata* pada berat badan *D. rerio* per perlakuan ... 262
Lampiran 27. Data ANOVA gerak operkulum per periode 263
Lampiran 28. Data ANOVA gerak operkulum per perlakuan 264
Lampiran 29. Data ANOVA gula darah (mg/dL) per periode 265
Lampiran 30. Data ANOVA gula darah (mg/dL) per perlakuan 266
Lampiran 31. Data ANOVA toxtract avg speed per hari 267
Lampiran 32. Data ANOVA toxtract speed (cm/s) per perlakuan 268
Lampiran 33. Data ANOVA toxtract distance cm/s2 per hari 269
Lampiran 34. Data ANOVA toxtract avg accel perhari (cm/s) 270

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Potensi Dioscorea alata L. Berumbi Ungu sebagai Terapi Hiperglikemia pada Zebrafish (Danio
rerio Hamilton 1822)**
Anita Restu Puji Raharjeng, Prof. Dr. Bambang Retnoaji, S.Si., M.Sc.; Prof. Dr. Purnomo, M.S.; Dr. biol. hom. Nastiti
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 35. Data ANOVA toxtract avg accel per perlakuan (cm/s) 271
Lampiran 36. Data ANOVA panjang vili (µm) per perlakuan 272
Lampiran 37. Data ANOVA jumlah sel goblet 273
Lampiran 38. Data ANOVA diameter sel goblet per perlakuan 274
Lampiran 39. Data ANOVA kecepatan renang *D. rerio* 275
Lampiran 40. Data ANOVA Berat badan *D. rerio* sehat 276
Lampiran 41. Data ANOVA *D. rerio* sakit 277
Lampiran 42. Data ANOVA gula darah *D. rerio* sehat 278
Lampiran 43. Data ANOVA gula darah *D. rerio* sakit 279
Lampiran 44. Data ANOVA Panjang badan *D. rerio* sehat 280
Lampiran 45. Data ANOVA Panjang badan *D. rerio* sakit 281
Lampiran 46. Data ANOVA operkulum *D. rerio* sehat 282
Lampiran 47. Data ANOVA operkulum *D. rerio* sakit 283
Lampiran 48. Data ANOVA kecepatan renang *D. rerio* sakit 284
Lampiran 49. Data ANOVA kecepatan renang *D. rerio* sehat 285
Lampiran 50. Data ANOVA jarak renang *D. rerio* sehat 286
Lampiran 51. Data ANOVA jarak renang *D. rerio* sakit 287
Lampiran 52. Data ANOVA akselerasi renang *D. rerio* sakit 288
Lampiran 53. Data ANOVA akselerasi renang *D. rerio* sehat 289
Lampiran 54. Data ANOVA survival 290
Lampiran 55. Data ANOVA uji ELISA 291
Lampiran 56. Surat Pernyataan Pemeliharaan Penggunaan Hewan Coba 293