UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Potensi Antibakteri Fungi Endofit Brotowali (Tinospora crispa (L.) Hook.f. & Thomson.) terhadap Bakteri Multidrug-Resistant (MDR) melalui Integrasi Analisis Metabolomik dan Genomik
Zahrotin Saleha, Wahyu Aristyaning Putri, S.Si., M.Sc., Ph.D ; Prof. Rina Sri Kasiamdari, S.Si, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL **1**
HALAMAN PENGESAHAN **2**
HALAMAN PERNYATAAN **3**
PRAKATA **4**
DAFTAR ISI **6**
DAFTAR TABEL **8**
DAFTAR GAMBAR **9**
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN **10**
INTISARI **12**
ABSTRACT **13**
BAB I PENDAHULUAN **14**
A. Latar Belakang 14
B. Rumusan Masalah 19
C. Tujuan 19
D. Manfaat 20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **21**
A. Resistensi Antibiotik 21
B. Potensi Tanaman Obat Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Hook.f. & Thomson.) 22
C. Fungi Endofit sebagai Sumber Senyawa Bioaktif 25
D. Potensi Fungi Endofit sebagai Antibakteri 27
E. Identifikasi Molekuler Fungi Endofit 29
F. Pendekatan Metabolomik pada Eksplorasi Senyawa Antibakteri 31
G. Pendekatan Genomik untuk Identifikasi Gen Biosintesis Metabolit Sekunder 32
BAB III LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS **35**
A. Landasan Teori 35
B. Hipotesis 38
BAB IV METODE PENELITIAN **40**
A. Tempat dan Waktu 40

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Potensi Antibakteri Fungi Endofit Brotowali (Tinospora crispa (L.) Hook.f. & Thomson.) terhadap Bakteri Multidrug-Resistant (MDR) melalui Integrasi Analisis Metabolomik dan Genomik
Zahrotin Saleha, Wahyu Aristyaning Putri, S.Si., M.Sc., Ph.D ; Prof. Rina Sri Kasiamdari, S.Si, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

B. Bahan 40
C. Alat 41
D. Rancangan Penelitian 42
E. Prosedur Kerja 43
1. Isolasi dan Karakterisasi Fungi Endofit 43
2. Evaluasi *In vitro* Fungi Endofit terhadap Bakteri Resisten 45
3. Produksi dan Ekstraksi Metabolit Sekunder 46
4. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Fungi Endofit 47
5. Analisis LC-HRMS Ekstrak Fungi Endofit 48
6. *Molecular Docking* Senyawa Bioaktif terhadap Target Antibakteri 49
7. Identifikasi Molekuler Fungi Endofit 59
8. Studi Taksonomi Fungi Endofit 59
9. *Whole Genome Sequencing* 59
F. Analisis Data 59
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 61
A. Isolasi dan Identifikasi Fungi Endofit 61
B. Uji Aktivitas Antibakteri 66
C. Uji Zona Jernih Ekstrak 68
D. Uji *Minimum Inhibitory Concentration* dan *Minimum Bactericidal Concentration* 70
E. Senyawa terdeteksi LC-HRMS 72
F. *Molecular docking* 79
G. Ekstraksi DNA A22 84
H. Identifikasi Molekuker Isolat A22 88
I. *Whole Genome Sequencing* 94
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 120
A. Kesimpulan 120
B. Saran 121
RINGKASAN 123
SUMMARY **....123**
DAFTAR PUSTAKA 123
LAMPIRAN 155

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Potensi Antibakteri Fungi Endofit Brotowali (Tinospora crispa (L.) Hook.f. & Thomson.) terhadap Bakteri Multidrug-Resistant (MDR) melalui Integrasi Analisis Metabolomik dan Genomik
Zahrotin Saleha, Wahyu Aristyaning Putri, S.Si., M.Sc., Ph.D ; Prof. Rina Sri Kasiamdari, S.Si, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel. 1 Kriteria hasil uji zona hambat bakteri 45
Tabel. 2 *Database* yang terhubung dengan anotasi InterProScan 58
Tabel. 3 Karakterisasi Morfologi Fungi Endofit.....63
Tabel. 4 Aktivitas antibakteri fungi endofit terhadap *multidrug-resistant* 66
Tabel. 5 Aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat A22. 69
Tabel. 6 Nilai MIC dan MBC ekstrak A22 terhadap *multidrug-resistant* 71
Tabel. 7 Hasil seleksi senyawa hasil LC-HRMS 73
Tabel. 8 Identifikasi golongan dan prediksi antibakteri senyawa.....74
Tabel. 9 Nilai *binding affinity* hasil *molecular docking* 79
Tabel. 10 Konsentrasi DNA A22.....87
Tabel. 11 *BLAST sequence* A22.....90
Tabel. 12 Hasil pengecekan kualitas assembly dan polishing 96
Tabel. 13 *Repeat masker* pada genom *Preussia persica*.....100
Tabel. 14 Hasil *gene prediction* menggunakan Augustus. 101
Tabel. 15 *Top hits* genom *Preussia persica*.....102
Tabel. 16 Domain Protein Dominan pada Genom *Preussia persica* 107
Tabel. 17 *COG Category* pada genom *Preussia persica*.....109
Tabel. 18 Anotasi fungsional genom *Preussia persica* berdasarkan KEGG *database* 111
Tabel. 19 *Biosynthetic Gene Cluster* pada *Preussia persica* 113

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Potensi Antibakteri Fungi Endofit Brotowali (Tinospora crispa (L.) Hook.f. & Thomson.) terhadap Bakteri Multidrug-Resistant (MDR) melalui Integrasi Analisis Metabolomik dan Genomik
Zahrotin Saleha, Wahyu Aristyaning Putri, S.Si., M.Sc., Ph.D ; Prof. Rina Sri Kasiamdari, S.Si, Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar. 1 Morfologi Tanaman *Tinospora crispa* (L.) Hook.f. & Thomson 23
Gambar. 2 Skema daerah ITS pada gen rDNA fungi 30
Gambar. 3 Diagram Alir Penelitian. 42
Gambar. 4 Morfologi *Tinospora crispa* (L.) Hook.f. & Thomson yang digunakan dalam penelitian. 43
Gambar. 5 *Workflow* analisis data *Whole Genome Sequencing*.....54
Gambar. 6 Hasil Isolasi Fungi Endofit dari Brotowali (*Tinospora crispa*) 62
Gambar. 7 Kromatogram *Total Ion Current* (TIC) ekstrak A22. 72
Gambar. 8 Visualisasi hasil *molecular docking* protein AcrB (5NC5).....83
Gambar. 9 Visualisasi hasil *molecular docking* protein PBP2a (4CJN).....84
Gambar. 10 Visualisasi hasil *molecular docking* protein KPC-2 β-laktamase (6B1H) 85
Gambar. 11 Visualisasi DNA A22.....88
Gambar. 12 Pemetaan sekuens ITS rDNA isolat A22 hasil amplifikasi 88
Gambar. 13 Pohon Filogeni A22 91
Gambar. 14 *Circos plot* organisasi genom isolat fungi endofit. 98
Gambar. 15 Hasil Analisis Domain Protein Genom *Preussia persica* 106
Gambar. 16 Anotasi Fungsional Genom *Preussia persica* 110
Gambar. 17 Prediksi salah satu *biosynthetic gene cluster* (BGC) tipe *Non-Ribosomal Peptide Synthetase* (NRPS) pada genom *Preussia persica* 110
Gambar. 18 Integrasi Genomik dan Metabolomik *Preussia persica*.....117