POTENSI SINERGI FRAKSI ETIL ASETAT SAMBILOTO (Andrographis paniculata Burm.f. Nees) DAN JAHE
(Zingiber officinale Rosc.) DALAM MODULASI EKSPRESI GEN TGF?R1 SERTA TGF?R1 PADA MODEL RESISTENSI
INSULIN MENGGUNAKAN C2C12 CELL LINE
Laura Sonya Viega De Ariesta Supusepa, Dr. apt. Soni Siswanto, M.Biomed; Prof. Dr.rer.nat. apt. Triana Hertiani, M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN TESIS ..... **ii**
PERSETUJUAN TESIS ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
INTI SARI ..... **xiii**
ABSTRACT ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang Penelitian 1
B. Perumusan Masalah 4
C. Keaslian Penelitian 4
D. Manfaat Penelitian 5
E. Tujuan Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
A. Telaah Pustaka 6
1. Diabetes Mellitus 6
2. Insulin 12
3. Jalur Sinyal Insulin 15
4. Resistensi Insulin 17
5. C2C12 *Cell line* Sebagai Model Resistensi Insulin *In Vitro* 19
6. TGF-β 21
7. qRT-PCR (*quantitative Real-Time Polymerase Chain Reaction*) 24
8. Herba sambiloto (*A. paniculata* Burm.f. Nees) 26

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI SINERGI FRAKSI ETIL ASETAT SAMBILOTO (Andrographis paniculata Burm.f. Nees) DAN JAHE (Zingiber officinale Rosc.) DALAM MODULASI EKSPRESI GEN TGF?R1 SERTA TGF?R1 PADA MODEL RESISTENSI INSULIN MENGGUNAKAN C2C12 CELL LINE
Laura Sonya Viega De Ariesta Supusepa, Dr. apt. Soni Siswanto, M.Biomed; Prof. Dr.rer.nat. apt. Triana Hertiani, M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

9. Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Rosc. var *officinale*) 30
B. Dasar Pemikiran Teoritis 35
C. Kerangka Konsep 38
D. Hipotesis 38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 39
A. Desain Penelitian 39
B. Bahan, Subyek atau Materi Penelitian 39
C. Identifikasi Variabel Penelitian 41
D. Definisi Operasional Variabel 41
E. Instrumen Penelitian 42
F. Jalannya Penelitian 43
1. Preparasi dan Determinasi Tanaman 43
2. Pembuatan Fraksi Kaya Zat Aktif 43
3. Standardisasi Fraksi 45
4. *Thawing* dan Kultur *cell line* C2C12 47
5. Subkultur dan Diferensiasi *Cell line* C2C12 *Myoblast* ke *Myotube* 47
6. Uji Viabilitas Sel 48
7. Induksi Resistansi Insulin 49
8. Uji *Uptake* Glukosa 50
9. Pemeriksaan Ekpsresi Gen mRNA TGFβR1 dan TGFβR2 pada *Cell line* C2C12 *Myotube* 50
G. Analisis Data 52
H. Skema Penelitian 53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 54
A. Identifikasi Tanaman 54
B. Fraksi Etil Asetat Sambiloto dan Fraksi Etil Asetat Jahe 54
1. Fraksi Etil Asetat Sambiloto 54
2. Fraksi Etil Asetat Jahe 56
C. Identifikasi Senyawa Penanda Fraksi 57

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI SINERGI FRAKSI ETIL ASETAT SAMBILOTO (Andrographis paniculata Burm.f. Nees) DAN JAHE (Zingiber officinale Rosc.) DALAM MODULASI EKSPRESI GEN TGF?R1 SERTA TGF?R1 PADA MODEL RESISTENSI INSULIN MENGGUNAKAN C2C12 CELL LINE
Laura Sonya Viega De Ariesta Supusepa, Dr. apt. Soni Siswanto, M.Biomed; Prof. Dr.rer.nat. apt. Triana Hertiani, M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

D. Uji Viabilitas Sel C2C12 *Cell line* 64
1. Hasil diferensiasi C2C12 myoblast menjadi C2C12 myotube 64
2. Efek FEAS terhadap viabilitas sel C2C12 66
E. Efek FEAJ terhadap viabilitas sel C2C12 68
F. Kombinasi fraksi etil asetat sambiloto dan fraksi etil asetat jahe 71
G. Pengujian Uptake Glukosa Pada C2C12 *Cell line* 73
1. Morfologi myotube C2C12 *cell line* dengan atau tanpa pemberian fraksi dan induksi asam palmitat pada uji upatake glukosa 73
2. Hasil pengujian *uptake* glukosa 75
H. Pemeriksaan Eksprsi Gen mRNA 77
1. Pengaruh pemberian fraksi tunggal (FEAS dan FEAJ) serta kombinasinya terhadap tingkat ekspresi gen TGFβR1 78
2. Pengaruh pemberian fraksi tunggal (FEAS dan FEAJ) serta kombinasinya terhadap tingkat ekspresi gen TGFβR2 81
3. Dugaan Mekanisme Farmakologis Kombinasi FEAS dan FEAJ melalui Modulasi Ekspresi Gen TGFβR1 dan TGFβR2 84

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 88
A. Kesimpulan 88
B. Saran 89

DAFTAR PUSTAKA 90

RINGKASAN TESIS..... 114

THESIS SUMMARY..... 115

NASKAH PUBLIKASI..... 116

POTENSI SINERGI FRAKSI ETIL ASETAT SAMBILOTO (Andrographis paniculata Burm.f. Nees) DAN JAHE
(Zingiber officinale Rosc.) DALAM MODULASI EKSPRESI GEN TGF?R1 SERTA TGF?R1 PADA MODEL RESISTENSI
INSULIN MENGGUNAKAN C2C12 CELL LINE
Laura Sonya Viega De Ariesta Supusepa, Dr. apt. Soni Siswanto, M.Biomed; Prof. Dr.rer.nat. apt. Triana Hertiani, M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelusuran pustaka terkait penelitian 4
Tabel 2.1 Karakteristik bagian tanaman sambiloto 28
Tabel 3.1 Kelompok perlakuan pada sel C2C12 51
Tabel 3.2 Sekuens Primer dan ukuran amplicon untuk analisis qRT-PCR..... 52
Tabel 4.1 Berat dan rendemen ekstrak/fraksi herba sambiloto 55
Tabel 4.2 Berat dan rendemen ekstrak/fraksi rimpang jahe 57
Tabel 4.3 Hasil analisis kuantitatif fraksi etil asetat sambiloto 60
Tabel 4.4 Luas bercak 6-Shogaol pada fraksi rimpang jahe 62
Tabel 4.5 Hasil analisis kuantitatif fraksi etil asetat jahe 64

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI SINERGI FRAKSI ETIL ASETAT SAMBILOTO (Andrographis paniculata Burm.f. Nees) DAN JAHE
(Zingiber officinale Rosc.) DALAM MODULASI EKSPRESI GEN TGF?R1 SERTA TGF?R1 PADA MODEL RESISTENSI
INSULIN MENGGUNAKAN C2C12 CELL LINE
Laura Sonya Viega De Ariesta Supusepa, Dr. apt. Soni Siswanto, M.Biomed; Prof. Dr.rer.nat. apt. Triana Hertiani, M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus homeostasis glukosa darah 14
Gambar 2.2 Mekanisme molekuler sekresi insulin oleh sel pankreas 16
Gambar 2.3 Jalur Pensinyalan TGF-β/Smad..... 23
Gambar 2.4 Bagian tanaman Sambiloto..... 27
Gambar 2.5 Beberapa senyawa fitokimia pada A. paniculata 29
Gambar 2.6 Bagian Tanaman Jahe..... 32
Gambar 2.7 Beberapa senyawa fitokimia pada jahe 33
Gambar 2.8 Skema kerangka konsep penelitian 38
Gambar 4.1 Profil kromatogram standar andrografolid dan FEAS 62
Gambar 4.2 Kurva baku andrografolid 63
Gambar 4.3 Profil kromatogram standar 6-shogaol dan FEAJ 65
Gambar 4.4 Kurva hubungan kadar 6-shogaol dan luas area kromatogram 66
Gambar 4.5 Diferensiasi C2C12 myoblast menjadi myotube..... 68
Gambar 4.6 Pengaruh FEAS terhadap cell line C2C12 69
Gambar 4.7 Persentase viabilitas sel setelah perlakuan FEAS 70
Gambar 4.8 Pengaruh FEAJ terhadap cell line C2C12..... 73
Gambar 4.9 Persentase viabilitas sel setelah perlakuan FEAJ..... 74
Gambar 4.10 Viabilitas sel setelah kombinasi FEAS dan FEAJ 75
Gambar 4.11 Morfologi myotube C2C12 setelah perlakuan fraksi dan AP 77
Gambar 4.12 Grafik persamaan regresi linear baku glukosa 78
Gambar 4.13 Uptake glukosa C2C12 setelah 24 jam perlakuan..... 79
Gambar 4.14 Ekspresi gen TGFβR1 setelah perlakuan fraksi 82
Gambar 4.15 Ekspresi gen TGFβR2 setelah perlakuan fraksi 86