UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Eksplorasi Khamir Phyllosphere Penghasil Pigmen Merah dari Tanaman Anggur (Vitis vinifera L.)
Zahra Karimah Nuha, Dr. Miftahul Ilmi, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
PRAKATA v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN ix
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
INTISARI xiii
ABSTRACT xiv
I. PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Permasalahan 3
C. Tujuan Penelitian 3
D. Manfaat Penelitian 3
II. TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS 5
A. Tinjauan Pustaka 5
1. Khamir *Phyllosphere* 5
2. *Vitis vinifera* L. sebagai Habitat Khamir *Phyllosphere* 6
3. Khamir Penghasil Pigmen Merah 7
4. Karotenoid 8
5. Biosintesis Karotenoid pada Khamir 9
6. Produksi Karotenoid oleh Khamir 11
7. Identifikasi Metabolit dengan LC-MS 12
8. Identifikasi Molekuler dan Filogenetik 13
B. Hipotesis 14
III. METODE 15
A. Tempat dan Waktu Penelitian 15
B. Bahan dan Alat 15
C. Cara Kerja 16

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Eksplorasi Khamir Phyllosphere Penghasil Pigmen Merah dari Tanaman Anggur (Vitis vinifera L.)
Zahra Karimah Nuha, Dr. Miftahul Ilmi, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1. Koleksi dan Isolasi Sampel 16
2. Produksi Pigmen Merah..... 18
2.1 Biomassa Khamir 18
2.2 Kandungan Karotenoid..... 18
3. Identifikasi Pigmen dengan LCMS..... 19
3.1. Preparasi Sampel 19
3.2 Kondisi Kromatografi Cair (LC)..... 20
3.3. Kondisi Spektrometri Massa (MS/MS) 20
4. Identifikasi Molekuler 21
4.1 Ekstraksi DNA 21
4.2 Amplifikasi DNA 21
4.3 Sekuensing DNA dan Analisis Filogeni..... 22
D. Analisis Data..... 23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 25
A. Koleksi dan Isolasi Sampel 25
B. Produksi Pigmen Merah..... 28
1. Biomassa Khamir 28
2. Kadar Karotenoid 30
3. Karotenoid Absolut 34
C. Identifikasi Pigmen dengan LCMS..... 37
D. Identifikasi Molekuler 42
1. Kualitas DNA dan Amplifikasi Daerah ITS..... 42
2. Analisis Pohon Filogeni..... 44
V. KESIMPULAN DAN SARAN..... 51
A. Kesimpulan..... 51
B. Saran..... 51
DAFTAR PUSTAKA 52
LAMPIRAN..... 58

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Eksplorasi Khamir Phyllosphere Penghasil Pigmen Merah dari Tanaman Anggur (Vitis vinifera L.)
Zahra Karimah Nuha, Dr. Miftahul Ilmi, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	**Nama**	**Pemakaian pertama kali pada halaman**
±	Kurang lebih	18
≥	Lebih dari sama dengan	41
>	Lebih dari	28
%	Persen	5
<	Kurang dari	23
/	Per	11
γ	Gamma	10
β	Beta	10
Singkatan	**Nama**	**Pemakaian pertama kali pada halaman**
ANOVA	*Analysis of Variance*	23
BLAST	*Basic Local Alignment Search Tool*	14
BSC	*Biological Safety Cabinet*	15
DMSO	*Dimetil Sulfoksida*	15
GNPS	*Global Natural Products Social Molecular Networking*	13
LC-MS	*High Resolution Liquid Chromatography–Mass Spectrometry*	12
ITS	*Internal Transcribed Spacer*	2
JASP	*Jeffreys's Amazing Statistics Program*	15
m/z	*mass-to-charge ratio*	12
MEGA	*Molecular Evolutionary Genetics Analysis*	16
NCBI	*National Center for Biotechnology Information*	22
PCR	*Polymerase Chain Reaction*	15
PDA	*Potato Dextrose Agar*	15
rDNA	*ribosomal DNA*	21
rRNA	*ribosomal RNA*	13
TBE	*Tris-Borate-EDTA*	15
TOF-MS	*Time-of-Flight Mass Spectrometry*	20
UV	*Ultraviolet*	1
YMA	*Yeast Malt Agar*	15
YMB	*Yeast Malt Broth*	18

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Eksplorasi Khamir Phyllosphere Penghasil Pigmen Merah dari Tanaman Anggur (Vitis vinifera L.)
Zahra Karimah Nuha, Dr. Miftahul Ilmi, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Morfologi makroskopis dan mikroskopis isolat khamir yang diperoleh dari *phyllosphere* tanaman anggur 25
Tabel 2. Identitas dan asal isolat khamir berpigmen merah yang digunakan dalam penelitian 26
Tabel 3. Hasil pengukuran rata-rata biomassa kering khamir dari 2 ulangan produksi 28
Tabel 4. Hasil pengukuran rata-rata kadar karotenoid khamir dari 2 ulangan produksi 31
Tabel 5. Hasil pengukuran rata-rata karotenoid absolut khamir dari 2 ulangan produksi 35
Tabel 6. Perbandingan kelimpahan feature dominan dan feature target 39

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Eksplorasi Khamir Phyllosphere Penghasil Pigmen Merah dari Tanaman Anggur (Vitis vinifera L.)
Zahra Karimah Nuha, Dr. Miftahul Ilmi, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses pembentukan komunitas mikroba di permukaan tanaman 6
Gambar 2 . Bentuk dan pigmen spesies *Rhodotorula glutinis* dan *Sporobolomyces roseus* 7
Gambar 3. Struktur kimia karotenoid..... 8
Gambar 4. Jalur biosintesis karotenoid pada *Rhodotorula* melalui jalur mevalonat .. 11
Gambar 5. Struktur daerah ITS yang meliputi ITS1, gen *5.8S rRNA*, dan ITS2 13
Gambar 6. Diagram alir cara kerja penelitian 16
Gambar 7. Peta lokasi pengambilan sampel daun anggur di Kalasan, Gamping, dan Klaten. 17
Gambar 8. Total Ion Chromatogram (TIC) HR- LC/MS *untargeted*..... 38
Gambar 9. Hasil Ekstraksi Isolat DGOSV-GP, DGOSV-KL, dan DMS01-KS 41
Gambar 10. Hasil Elektroforesis Produk PCR Isolat DGOSV-GP..... 43
Gambar 11. Pohon Fiologeni isolat DGOSV-GP 46

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Eksplorasi Khamir Phyllosphere Penghasil Pigmen Merah dari Tanaman Anggur (Vitis vinifera L.)
Zahra Karimah Nuha, Dr. Miftahul Ilmi, S.Si., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil analisis statistik biomassa khamir menggunakan JASP 58
Lampiran 2. Hasil analisis statistik total karotenoid menggunakan JASP 59
Lampiran 3. Hasil analisis statistik karotenoid absolut menggunakan JASP 60
Lampiran 4. Proses isolasi dan pemurnian khamir 62
Lampiran 5. Dokumentasi proses produksi pigemen merah 62
Lampiran 6. Analisis identifikasi senyawa berdasarkan data LC–MS 64
Lampiran 7. Data featur hasil pencocokan GNPS 65
Lampiran 8. Sertifikat hasil validasi spesies tanaman di laboratorium sistematikan hewan Fakultas Biologi UGM 66
Lampiran 9. Hasil identifikasi sekuens DNA isolat DGOSV-GP 67
Lampiran 10. Hasil BLASTn consensus isolate DG-YK 68
Lampiran 11. Data perhitungan total karotenid 69
Lampiran 12. Kondisi lokasi kebun anggur 69
Lampiran 13. Feature list alignment dari mzmine 4.0 70
Lampiran 14. Area kelimpahan feature dominan dan target 71
Lampiran 15. Daftar sampel tanaman anggur, kode sampel, dan hasil isolasi khamir anggur 71