

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Keaslian Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.1.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Bawang Merah.....	8
2.1.2 Studi Metabolomik.....	17
2.1.3 Pewarisan Sifat.....	22
2.2 Landasan Teori.....	23
2.3 Hipotesis.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Persiapan Bahan Tanam.....	26
3.2 Penelitian I: Identifikasi Pertumbuhan dan Perkembangan Bawang Merah Asal Biji.....	29
3.3 Penelitian II: Identifikasi Multiplikasi Umbi Bawang Merah Berbasis Metabolit.....	35
3.3.1 Profil metabolit bawang merah pada saat panen.....	36
3.3.2 Identifikasi metabolit yang berperan dalam multiplikasi umbi.....	40
3.4 Penelitian III: Studi Pewarisan Sifat Multiplikasi Umbi.....	44
3.4.1 Bahan.....	44
3.4.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	45
3.4.3 Prosedur Penelitian.....	45
3.4.4 Pengamatan.....	47
3.4.5 Analisis Data.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1 Bahan Tanam Penelitian.....	50
4.2 Penelitian I: Identifikasi Pertumbuhan dan Perkembangan Bawang Merah.....	53
4.2.1 Morfologi Bawang Merah.....	53
4.2.2 Anatomi Bawang Merah.....	62
4.3 Penelitian II: Identifikasi Multiplikasi Umbi Berbasis Metabolit.....	76
4.3.1 Profil metabolit bawang merah saat panen.....	76
4.3.2 Identifikasi metabolit yang berperan dalam multiplikasi bawang merah.....	82
4.4 Penelitian III: Studi pewarisan sifat multiplikasi bawang merah.....	103



Kajian Multiplikasi Umbi Bawang Merah Asal True Seed of Shallot (TSS) dengan Pendekatan Metabolomik

Fransiska Renita Anon Basundari, Dr. Ir. Endang Sulistyarningsih, M.Sc.

Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

BAB V PEMBAHASAN UMUM.....	107
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	115
6.1 Kesimpulan.....	115
6.2 Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA	117

DAFTAR TABEL

Table 1.	Penelitian bawang merah dan jenis <i>Allium</i> lainnya	5
Tabel 4.1.	Bahan tanam biji bawang merah yang berasal umbi generasi 2 (G1).....	52
Tabel 4.2.	Metabolit tanaman bawang merah yang terdeteksi dengan analisis 1H-NMR dalam pelarut D ₂ O.....	79
Tabel 4.3.	Hasil identifikasi total metabolit tanaman bawang merah menggunakan 1H-NMR dalam pelarut D ₂ O untuk varietas Sanren F1 dan Tuk-Tuk pada fase pengisian umbi dan panen.....	84
Tabel L1.	Analisis regresi jumlah umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk.....	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Morfologi biji bawang merah	21
Gambar 3.1.	Tahap-tahap penting pertumbuhan umbi bawang bombay dari biji	34
Gambar 3.2.	Alur analisis metabolomik umbi bawang merah dengan metode NMR ...	39
Gambar 4.1.	Perkecambahan biji varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 3 – 5 HSS ..	54
Gambar 4.2.	Perkecambahan biji Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 7 HSS..	54
Gambar 4.3.	Tahap kotiledon melengkung tajam dan menyerupai cambuk (crook/whip).	55
Gambar 4. 4.	Tahapan daun pertama Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 2 MSS.	55
Gambar 4.5.	Tahapan penuaan kotiledon Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 4 MSS	56
Gambar 4.6.	Tahapan ‘leek’ daun keempat Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 5 – 6 MSS	57
Gambar 4.7.	Tahap daun pertama gugur Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 8 – 9 MSS	57
Gambar 4.8.	Tahap pembentukan umbi Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 10 MSS.	59
Gambar 4.9.	Tahap pengisian umbi Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 11 MSS.....	60
Gambar 4.10.	Tahap panen Tuk-Tuk dan Sanren F1.	60
Gambar 4.11.	Rasio umbi varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada usia 6–16 MSS.	61
Gambar 4.12.	Irisan membujur biji bawang merah.....	62
Gambar 4.13.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur tiga MSS.....	63
Gambar 4.14.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur empat MSS.....	63
Gambar 4.15.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur lima MSS.	64
Gambar 4.16.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 6 MSS.....	64
Gambar 4.17.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 7 MSS.....	65
Gambar 4.18.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur delapan MSS.....	66
Gambar 4.19.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur sembilan MSS.....	66
Gambar 4.20.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 10 MSS.	67
Gambar 4.21.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 11 MSS.....	68
Gambar 4.22.	Penampang melintang pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada umur 12 MSS.....	68
Gambar 4.23.	Penampang membujur umbi bawang merah bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 3 MSS.	70



Gambar 4.24.	Penampang membujur pembentukan dan perkembangan daun pada bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur empat MSS.....	70
Gambar 4.25.	Penampang membujur pembentukan dan perkembangan daun pada bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur lima MSS.	71
Gambar 4.26.	Penampang membujur pembentukan dan perkembangan daun pada bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 6 MSS.	72
Gambar 4.27.	Penampang membujur pembentukan dan perkembangan daun pada bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 7 MSS.	72
Gambar 4.28.	Penampang membujur pembentukan dan perkembangan daun pada bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 8 MSS.	73
Gambar 4.29.	Penampang membujur pembentukan dan perkembangan daun pada bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 9 MSS.	73
Gambar 4.30.	Penampang membujur pembentukan dan perkembangan daun pada bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 10 MSS.	74
Gambar 4.31.	Penampang membujur pembentukan dan perkembangan daun pada bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 11 MSS.	74
Gambar 4.32.	Penampang membujur pembentukan dan perkembangan daun pada bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur 12 MSS.	75
Gambar 4.33.	Tampilan spektra ¹ H-NMR umbi bawang merah yang diekstraksi menggunakan pelarut D ₂ O dan CDCl ₃	78
Gambar 4.34.	Scoreplot dari PCA dan PLS-DA, validasi, dan tes statistik dari profil metabolit Trisula dan Tuk-Tuk.....	80
Gambar 4.35.	Delapan metabolit dengan nilai variable importance projection (VIP score) lebih dari 1, berdasarkan pada model PLS-DA.....	81
Gambar 4.36.	Nilai rata-rata dari konsentrasi relatif metabolit yang terdeteksi berperan penting dalam membedakan Tuk-Tuk dan Trisula.....	82
Gambar 4.37.	Spektra ¹ H-NMR spectra umbi bawang merah varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 dalam tahapan pengisian umbi dan panen pada 0–9 ppm....	83
Gambar 4.38.	Scoreplots yang dihasilkan dari PCA dan OPLS-DA dari profil metabolit Tuk-Tuk dan Sanren F1 pada fase pengisian umbi dan panen.	87
Gambar 4.39.	Urutan kedelapan metabolit yang terdeteksi menggunakan Variable Importance in Projection (VIP) score berdasarkan OPLS-DA dari Tuk-Tuk dan Sanren F1 dalam fase pengisian umbi dan fase panen.....	88
Gambar 4.40.	Metabolit terdeteksi yang diduga memiliki pengaruh dalam tahap pengisian umbi varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1.....	93
Gambar 4.41.	Metabolit terdeteksi yang diduga memiliki pengaruh dalam tahap panen varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1.....	98
Gambar 4.42.	Warna lapisan terluar dan lapisan dalam umbi bawang merah dari Tuk-Tuk dan Sanren F1 berdasarkan diagram warna the Royal Horticultural Society (RHS).....	102
Gambar 4.43.	Persentase jenis umbi generasi 1/G0 (bermultiplikasi & tunggal) yang dihasilkan tiga varietas Tuk-Tuk dengan kemampuan multiplikasi yang berbeda.	103



Gambar 4.44.	Perbandingan asal multiplikasi umbi tiga varietas Tuk-Tuk dengan kemampuan multiplikasi yang berbeda (T5, T7, T10) terhadap multiplikasi umbi yang dihasilkan.....	104
Gambar 4.45.	Regresi linier sederhana untuk mengetahui hubungan asal multiplikasi umbi varietas Tuk-Tuk dengan kemampuan multiplikasi umbi yang berbeda terhadap multiplikasi umbi yang dihasilkan pada generasi berikutnya.....	105
Gambar L1.	Tinggi tanaman bawang merah asal TSS varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 mulai enam hingga 16 MSS.....	133
Gambar L2.	Jumlah daun bawang merah asal TSS varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 mulai enam hingga 16 MSS.....	133
Gambar L3.	Perkembangan diameter umbi dari varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 umur enam hingga 16 MSS.	134
Gambar L4.	Perkembangan diameter batang semu varietas Tuk-Tuk dan Sanren F1 mulai enam hingga 16 MSS.....	134
Gambar L5.	Score plots yang dihasilkan dari <i>PCA</i> , <i>OPLS-DA</i> dan tes statistik permutasi untuk mengonfirmasi reabilitas model <i>OPLS-DA</i> dari profil metabolit varietas yang diuji.....	135

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Deskripsi varietas Tuk-Tuk.....	130
Lampiran 2.	Deskripsi varietas Trisula	131
Lampiran 3.	Deskripsi varietas Sanren F1	132
Lampiran 4.	Tinggi tanaman, jumlah daun, diameter umbi, diameter batang semu bawang merah asal TSS mulai dari 6–16 MSS.....	133
Lampiran 5.	Analisis data multivariat gabungan dua kultivar dari dua tahap pertumbuhan dan perkembangan umbi bawang merah	135
Lampiran 6.	Analisis ragam kemampuan multiplikasi umbi bawang merah untuk <i>parent offspring regression</i>	136