



TOLERANSI KEKERINGAN PADA TALAS (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) DIPLOID, TRIPLOID DAN TETRAPLOID

AIDA WULANSARI



**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Toleransi Kekeringan pada Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Diploid, Triploid dan Tetraploid” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Aida Wulansari
A263184092



RINGKASAN

AIDA WULANSARI. Toleransi Kekeringan pada Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Diploid, Triploid dan Tetraploid. Dibimbing oleh AGUS PURWITO, DEWI SUKMA dan DYAH RETNO WULANDARI.

Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) telah lama dikenal masyarakat sebagai salah satu sumber pangan lokal sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan pangan alternatif. Pengembangan talas untuk peningkatan produktivitas dan adaptasi terhadap lahan kering sebagai dampak perubahan iklim dan pemanasan global perlu dilakukan guna mendukung ketahanan pangan nasional. Poliploidisasi dapat menjadi salah satu metode untuk pemuliaan talas yang terkendala oleh pembungaan untuk hibridisasi talas. Klon-klon talas tetraploid hasil induksi poliploidisasi berpeluang besar untuk dilepas sebagai varietas unggul. Perubahan jumlah kromosom berpengaruh terhadap karakteristik morfologi, anatomi, fisiologi, dan molekuler tanaman. Poliploid menunjukkan efek gigas melalui peningkatan ukuran sel akibat tambahan salinan gen yang mengarah pada peningkatan produksi, perubahan kandungan metabolit sekunder, peningkatan karakter agronomi serta toleransi terhadap cekaman lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi karakter morfologi, anatomi, molekuler, tingkat toleransi serta metabolit klon-klon talas diploid, triploid, dan tetraploid yang terkait toleransi terhadap cekaman kekeringan. Penelitian ini terdiri atas empat percobaan. Percobaan pertama yaitu karakterisasi morfologi, anatomi dan molekuler klon-klon talas diploid, triploid dan tetraploid. Percobaan kedua adalah uji toleransi kekeringan secara *in vitro* menggunakan PEG (*polyethylene glycol*). Percobaan ketiga adalah uji toleransi kekeringan secara *in vivo* di rumah kaca dengan perlakuan interval penyiraman. Percobaan keempat adalah analisis profil metabolit talas pada kondisi cekaman kekeringan di rumah kaca berdasarkan analisis *pyrolysis* GCMS. Klon-klon talas yang diuji yaitu klon Bentul diploid, Bentul tetraploid, Kaliurang diploid, Kaliurang tetraploid dan Bolang triploid. Klon Bentul tetraploid dan Kaliurang tetraploid merupakan hasil induksi poliploid, sedangkan klon Bolang triploid merupakan hasil mutasi secara alami.

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa keragaman habitus tanaman, helai daun, petiol dan stolon atau *sucker* yang terkait dengan tingkat ploidi. Analisis kluster karakter morfologi menghasilkan keragaman sebesar 32 %. Karakterisasi anatomi menunjukkan bahwa perbedaan tingkat ploidi mempengaruhi ketebalan organ dan jaringan tetapi tidak mengubah komposisi jaringan daun, petiol dan akar. Karakterisasi molekuler menggunakan primer ISSR menunjukkan persentase polimorfisme 100 % pada primer UBC-22, UBC-64 dan UBC-65. Analisis keragaman terhadap 91 pita polimorfik menghasilkan keragaman sebesar 20 %. Beberapa fragmen DNA yang spesifik telah dihasilkan dari ketiga primer tersebut yang dapat digunakan untuk pengembangan seleksi molekuler pada talas diploid dan poliploid.

Uji toleransi kekeringan secara *in vitro* menggunakan PEG menghambat pertumbuhan dan mempengaruhi fisiologi kultur tunas talas. Penurunan relatif 50 % ditunjukkan pada konsentrasi PEG 10 % sebagai ambang batas konsentrasi untuk uji toleransi dan penentuan sensitivitas kekeringan talas secara *in vitro*. Hasil uji toleransi menunjukkan karakter seleksi yang berkorelasi positif dan kuat adalah

panjang petiol, jumlah akar, bobot segar dan bobot kering, kandungan fenolik total, kandungan prolin, kadar air, dan kerusakan membran. Berdasarkan nilai indeks sensitivitas kekeringan, klon diploid termasuk kategori sensitif sedangkan klon tetraploid dan triploid termasuk kategori moderat. *Cluster heatmap* memisahkan klon-klon talas dalam tiga kelompok sesuai tingkat ploidinya.

Uji toleransi kekeringan secara *in vivo* di rumah kaca menggunakan perlakuan interval penyiraman menunjukkan pertumbuhan tanaman yang terhambat dan mempengaruhi respon fisiologinya. Penurunan relatif 50 % ditunjukkan oleh interval penyiraman tujuh hari sekali sebagai ambang batas interval penyiraman untuk uji toleransi dan penentuan sensitivitas kekeringan talas secara *in vivo* di rumah kaca. Karakter seleksi yang berkorelasi positif dan kuat adalah jumlah daun, jumlah anakan, diameter pangkal petiol, bobot segar dan bobot kering tanaman, tajuk, umbi, jumlah akar, panjang akar dan bobot kering akar. Berdasarkan nilai indeks sensitivitas kekeringan, klon diploid termasuk kategori sensitif sedangkan klon tetraploid dan triploid termasuk kategori moderat. *Cluster heatmap* membagi lima klon talas dalam tiga kelompok sesuai tingkat ploidinya.

Uji toleransi secara *in vivo* dilakukan untuk mengkonfirmasi hasil uji toleransi secara *in vitro*, sehingga untuk mengetahui signifikansi antara kedua metode uji toleransi tersebut, maka dilakukan uji *t-independent*. Uji *t-independent* menghasilkan *p-value*: 0,2971 yang artinya tidak ada perbedaan antara uji toleransi secara *in vitro* dan secara *in vivo*. Analisis lebih lanjut dilakukan untuk menilai korelasi antara kedua metode uji. Analisis korelasi Pearson menghasilkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,82 yang artinya kedua metode uji memiliki korelasi positif dan kuat. Berdasarkan hasil analisis tersebut maka uji toleransi secara *in vitro* dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat toleransi atau sensitivitas talas terhadap cekaman kekeringan. Uji toleransi secara *in vitro* dapat memberikan informasi awal tentang respon tanaman terhadap cekaman lingkungan.

Analisis metabolomik menggunakan py-GCMS berhasil mendeteksi 205 metabolit tanaman talas pada kondisi kontrol dan cekaman. Perbedaan tingkat ploidi mempengaruhi tingkat toleransi setiap klon talas yang diuji serta perlakuan cekaman kekeringan mempengaruhi komposisi metabolit yang terdeteksi. Terdapat 21 metabolit yang terkait dengan toleransi tanaman talas terhadap perlakuan cekaman kekeringan, tiga metabolit diantaranya (*glycolaldehyde dimer*, *neophytadiene* dan *diethyl oxalate*) menunjukkan korelasi yang kuat terhadap karakter jumlah daun, panjang akar, jumlah akar, dan diameter pangkal petiol. *Glycolaldehyde dimer* berkorelasi positif dengan jumlah daun ($r=0,94$), *neophytadiene* berkorelasi positif dengan panjang akar ($r=0,84$), sedangkan *diethyl oxalate* berkorelasi negatif dengan diameter pangkal petiol ($r=-0,98$) dan jumlah akar ($r=-0,82$). Berdasarkan data metabolit yang telah diperoleh, maka metabolit *glycolaldehyde dimer* dan *neophytadiene* dapat digunakan sebagai kontrol positif sedangkan metabolit *diethyl oxalate* dapat digunakan sebagai kontrol negatif untuk seleksi talas toleran cekaman kekeringan.

Kata kunci: cekaman kekeringan, *Colocasia esculenta* (L.) Schott., poliploidisasi, tetraploid, triploid



SUMMARY

AIDA WULANSARI. Drought Tolerance of Diploid, Triploid and Tetraploid Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Supervised by AGUS PURWITO, DEWI SUKMA and DYAH RETNO WULANDARI.

Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) has long been recognized by the community as a local food source, and thus has the potential to be developed as an alternative food. To increase productivity and adaptation to drylands because of climate change and global warming, taro development must be undertaken to support national food security. Polyploidization represents a potential method for taro breeding, although it is constrained by the requirement for flowering in taro hybridization. Tetraploid taro clones resulting from polyploidization induction have the potential to be released as superior varieties. Changes in chromosome number have been demonstrated to affect the morphological, anatomical, physiological, and molecular characteristics of plants. Polyploids exhibit a gigas effect, characterized by increased cell size due to the presence of additional gene copies, which results in enhanced production, alterations in secondary metabolite content, improvements in agronomic traits, and tolerance to environmental stress.

The objective of this study was to evaluate the morphological, anatomical, molecular, tolerance level, and metabolites of diploid, triploid, and tetraploid taro clones associated with tolerance to drought stress. The research was conducted in four experiments. The first experiment of the study involved the morphological, anatomical, and molecular characterization of diploid, triploid, and tetraploid taro clones. The second experiment of the experiment involved a drought tolerance test *in vitro* using polyethylene glycol (PEG). The third experiment was the *in vivo* drought tolerance test in the greenhouse with a watering interval treatment. The fourth experiment was the analysis of taro metabolite profiles under drought stress conditions in the greenhouse based on pyrolysis GCMS analysis.

The results of the characterization study indicate that the diversity of plant habitus, leaf blade, petiole, and stolon or sucker was related to the level of ploidy. A cluster analysis of the morphological characters yielded a diversity of 32 %. Anatomical characterization revealed that different levels of ploidy affected organ and tissue thickness, but did not alter leaf, petiole, and root tissue composition. Molecular characterization using ISSR primers revealed a 100 % polymorphism rate for primers UBC-22, UBC-64, and UBC-65. The analysis of 91 polymorphic bands yielded a diversity index of 20 %. Several specific DNA fragments have been generated from the three primers, which can be employed in the development of molecular selection in diploid and polyploid taro.

The *in vitro* drought tolerance test using PEG inhibits growth and affects the physiology of taro shoot culture. A relative decrease of 50 % was shown by a threshold concentration of 10 % PEG as the concentration for a tolerance test and the determination of drought sensitivity of taro *in vitro*. The results of the tolerance test demonstrated that the selection characters that exhibited a positive and strong correlation were petiole length, number of roots, fresh weight, dry weight, total phenolic content, proline content, moisture content, and membrane damage. The drought sensitivity index value was employed to categorize the clones, with diploid clones classified as sensitive, tetraploid and triploid clones classified as moderate.

The cluster heatmap divided the taro clones into three groups according to their ploidy level.

In vivo drought tolerance tests conducted in a greenhouse using watering intervals demonstrated a significant inhibition of plant growth and a corresponding alteration in physiological responses. A relative decrease of 50% was observed in the seven-day watering interval, which was identified as the threshold interval for the tolerance test and determination of drought sensitivity of taro *in vivo* in the greenhouse. The selection characters that were positively and strongly correlated included the number of leaves, number of tillers, petiole base diameter, fresh weight and dry weight of plants, shoots, tubers, number of roots, root length and root dry weight. The drought sensitivity index value was employed to categorize the clones, with diploid clones classified as sensitive, tetraploid, and triploid clones classified as moderate. The cluster heatmap divided the five taro clones into three groups according to their ploidy level.

The *in vivo* tolerance test was conducted to confirm the results of the *in vitro* tolerance test. The objective was to determine the significance between the two tolerance test methods. To this end, an independent t-test was conducted. The t-independent test yielded a p-value of 0.2971, indicating that there is no statistically significant difference between the *in vitro* and *in vivo* tolerance tests. Further analysis was conducted to assess the correlation between the two test methods. A Pearson correlation analysis yielded a correlation coefficient value of 0.82, indicating a positive and strong correlation between the two test methods. The results of this analysis indicate that the *in vitro* tolerance test can be employed to estimate the level of tolerance or sensitivity of taro to drought stress. *In vitro* tolerance tests can provide preliminary information about the plant responses to environmental stress.

Metabolomic analysis, conducted using py-GCMS, successfully identified 205 metabolites in taro plants subjected to control and stress conditions. The ploidy level of each taro clone exhibited a differential impact on its tolerance level, while the drought stress treatment influenced the composition of the metabolites detected. A total of 21 metabolites have been identified as being associated with the tolerance of taro plants to drought stress treatment. Of these, three (glycolaldehyde dimer, neophytadiene and diethyl oxalate) show a strong correlation with the number of leaves, root length, number of roots, and petiole base diameter. The glycolaldehyde dimer is positively correlated with the number of leaves ($r = 0.94$), neophytadiene is positively correlated with root length ($r = 0.84$), while diethyl oxalate is negatively correlated with petiole base diameter ($r = -0.98$) and number of roots ($r = -0.82$). The metabolite data obtained can be used to identify glycolaldehyde dimer and neophytadiene as positive controls for drought stress tolerance in taro, while diethyl oxalate can be used as a negative control.

Keywords: *Colocasia esculenta* (L.) Schott., drought stress, polyploidization, tetraploid, triploid





© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**TOLERANSI KEKERINGAN
PADA TALAS (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)
DIPLOID, TRIPLOID DAN TETRAPLOID**

AIDA WULANSARI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman

**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Dr. Ir. Diny Dinarti, M.Si
2. Dr. Andri Fadillah Martin, S.Si, M.Si

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Dr. Ir. Diny Dinarti, M.Si
2. Dr. Andri Fadillah Martin, S.Si, M.Si

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul disertasi : Toleransi Kekeringan pada Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Diploid, Triploid dan Tetraploid

Nama : Aida Wulansari

NIP : A263184092

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

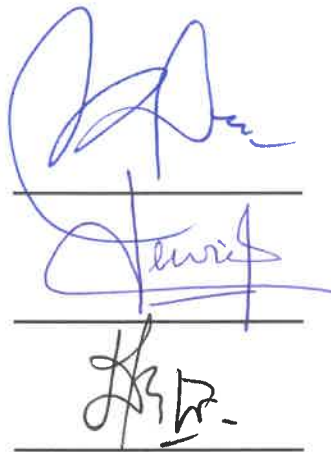
Prof. Dr. Ir. Agus Purwito, MSc.Agr.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si.

Pembimbing 3:

Dr. Dyah Retno Wulandari, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. Yudiwanti Wahyu E. K., M.S

NIP 19631107 198811 2 001

Dekan Fakultas Pertanian:

Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.

NIP 19690212 199203 1 003



Tanggal Ujian: 31 Juli 2024

Tanggal Lulus: 12 AUG 2024



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penelitian dan karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2020 sampai bulan Oktober 2023 ini berjudul “Toleransi Kekeringan pada Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott Diploid, Triploid dan Tetraploid”. Karya tulis ini merupakan tugas akhir penulis sebagai syarat memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Agus Purwito, M.Sc.Agr.; Prof. Dr. Dewi Sukma, S.P., M.Si.; Dr. Dyah Retno Wulandari, S.Si, M.Si. serta Dr. Tri Muji Ermayanti (Almh) yang telah membimbing dengan sabar dan banyak memberi saran sejak rencana penelitian hingga penulisan disertasi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketua Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Dr. Ir. Yudiwanti E.K, MS beserta tim administrasi yang telah membantu selama pelaksanaan studi hingga tugas akhir. Kepada moderator kolokium dan seminar, serta penguji luar komisi pembimbing pada ujian kualifikasi, ujian tertutup dan ujian terbuka. Kepada seluruh dosen dan sivitas akademik Fakultas Pertanian. Kepada Kepala Pusat Riset Rekayasa Genetika dan Kepala Pusat Riset Botani Terapan ORHL BRIN yang telah memberikan izin untuk melanjutkan studi program Doktor di IPB serta penggunaan fasilitas laboratorium dan rumah kaca di KST Dr.(H.C) Ir. Soekarno, BRIN. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak (Alm), Ibu, suami dan anak-anak tercinta serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Terima kasih tak terhingga juga disampaikan kepada Ketua dan rekan-rekan Kelompok Riset Manipulasi Somatik Cekaman Abiotik Pusat Riset Botani Terapan serta rekan-rekan seperjuangan mahasiswa PBT angkatan 2018 dan lintas angkatan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Aida Wulansari



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Kebaruan (<i>novelty</i>)	4
1.7 Hipotesis	4
II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Talas (<i>Colocasia esculenta</i> L. (Schott))	7
2.2 Tanaman Poliploid	8
2.3 Respon Tanaman terhadap Cekaman Kekeringan	10
2.4 Analisis Metabolomik dan Kaitannya dengan Respon Cekaman Abiotik pada Tanaman	12
III KARAKTERISASI MORFOLOGI, ANATOMI DAN MOLEKULER TALAS DIPLOID, TRIPLOID DAN TETRAPLOID	14
3.1 Abstrak	14
3.2 Pendahuluan	15
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Hasil dan Pembahasan	20
3.5 Simpulan	30
IV UJI TOLERANSI KEKERINGAN SECARA <i>IN VITRO</i> PADA TALAS DIPLOID, TRIPLOID DAN TETRAPLOID	31
4.1 Abstrak	31
4.2 Pendahuluan	32
4.3 Metode	33
4.4 Hasil dan Pembahasan	36
4.5 Simpulan	48
V UJI TOLERANSI KEKERINGAN SECARA <i>IN VIVO</i> PADA TALAS DIPLOID, TRIPLOID DAN TETRAPLOID	49
5.1 Abstrak	49
5.2 Pendahuluan	50
5.3 Metode	51
5.4 Hasil dan Pembahasan	55
5.5 Simpulan	76
VI IDENTIFIKASI SENYAWA METABOLIT PADA TALAS TERKAIT TOLERANSI TERHADAP KEKERINGAN	78
6.1 Abstrak	78
6.2 Pendahuluan	79



6.3	Metode Penelitian	80
6.4	Hasil dan Pembahasan	82
6.5	Simpulan	97
VII PEMBAHASAN UMUM		99
VIII SIMPULAN UMUM DAN SARAN		105
8.1	Simpulan Umum	105
8.2	Saran	105
DAFTAR PUSTAKA		106
LAMPIRAN		119
RIWAYAT HIDUP		126

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Tujuh klon talas yang digunakan dalam penelitian	17
2	Karakter morfologi yang diamati pada talas diploid, triploid dan tetraploid	18
3	Primer marka ISSR untuk karakterisasi molekuler tujuh klon talas	19
4	Karakterisasi morfologi pada tujuh klon talas	23
5	Tebal daun dan tebal jaringan penyusun helai daun tujuh klon talas	25
6	Tebal epidermis petiol, akar dan diameter stele tujuh klon talas	26
7	Persentase pita DNA polimorfik menggunakan delapan primer terpilih	29
8	Analisis ragam pengaruh perlakuan PEG terhadap karakter pertumbuhan lima klon talas secara <i>in vitro</i>	37
9	Persentase penurunan relatif dan analisis ragam karakter pertumbuhan lima klon talas pada kontrol dan setiap konsentrasi PEG	41
10	Persentase penurunan relatif dan analisis ragam bobot segar dan bobot kering lima klon talas pada kontrol dan setiap konsentrasi PEG	42
11	Analisis ragam karakter pertumbuhan lima klon talas pada kontrol dan PEG 10 % secara <i>in vitro</i>	43
12	Persentase penurunan relatif karakter pertumbuhan lima klon talas pada kontrol dan PEG 10 % secara <i>in vitro</i>	43
13	Analisis ragam karakter fisiologi lima klon talas pada kontrol dan PEG 10 % secara <i>in vitro</i>	44
14	Indeks sensitivitas kekeringan lima klon talas pada uji toleransi secara <i>in vitro</i>	47
15	Analisis ragam pengaruh interval penyiraman terhadap karakter pertumbuhan lima klon talas di rumah kaca (<i>in vivo</i>)	56
16	Pengaruh interval penyiraman terhadap karakter agronomi lima klon talas di rumah kaca (<i>in vivo</i>)	56
17	Persentase penurunan relatif dan analisis ragam karakter pertumbuhan lima klon talas pada interval penyiraman tiga hari, tujuh hari, 14 hari, dan 21 hari sekali	62
18	Persentase penurunan relatif dan analisis ragam bobot segar dan bobot kering tanaman dan tajuk lima klon talas pada interval penyiraman tiga hari, tujuh hari, 14 hari, dan 21 hari sekali	63
19	Persentase penurunan relatif dan analisis ragam bobot segar, bobot kering, jumlah, dan panjang akar lima klon talas pada interval penyiraman tiga hari, tujuh hari, 14 hari, dan 21 hari sekali	64
20	Persentase penurunan relatif dan analisis ragam bobot segar dan bobot kering umbi lima klon talas pada interval penyiraman tiga hari, tujuh hari, 14 hari, dan 21 hari sekali	65
21	Analisis ragam pengaruh interval penyiraman setiap hari dan tujuh hari sekali terhadap karakter pertumbuhan talas di rumah kaca	65
22	Analisis ragam pengaruh interval penyiraman satu hari dan tujuh hari sekali terhadap karakter agronomi lima klon talas di rumah kaca	66
23	Pengaruh interval penyiraman satu hari (kontrol) dan tujuh hari sekali terhadap karakter pertumbuhan lima klon talas di rumah kaca	67

24	Pengaruh interval penyiraman setiap hari (kontrol) dan setiap minggu terhadap karakter agronomi lima klon talas di rumah kaca	67
25	Pengaruh interval penyiraman tujuh hari sekali terhadap persentase penurunan relatif karakter pertumbuhan dan agronomi lima klon talas di rumah kaca	69
26	Analisis ragam karakter fisiologi lima klon talas pada interval penyiraman satu hari (kontrol) dan tujuh hari sekali di rumah kaca	70
27	Indeks sensitivitas kekeringan lima klon talas pada uji toleransi secara <i>in vivo</i> di rumah kaca	75
28	Lima klon talas yang digunakan dalam penelitian	81
29	Jumlah metabolit yang dideteksi pada masing-masing klon talas yang mendapatkan perlakuan kontrol dan cekaman kekeringan melalui analisis py-GCMS	82
30	Ringkasan <i>loading score</i> dan nilai VIP untuk senyawa metabolit terpilih hasil analisis py-GCMS	93
31	Perubahan konsentrasi senyawa metabolit terpilih pada lima klon talas hasil analisis py-GCMS setelah perlakuan cekaman kekeringan	94

DAFTAR GAMBAR

1	Bagan diagram alir penelitian	6
2	Umbi talas varietas <i>esculenta</i> dan varietas <i>antiquorum</i>	7
3	Morfologi tujuh klon talas umur 16 minggu setelah tanam	21
4	Dendrogram tujuh klon talas berdasarkan karakterisasi morfologi	24
5	Histologi daun, petiol dan akar klon talas umur 4 bulan	27
6	Hasil amplifikasi DNA menggunakan empat primer ISSR terpilih	28
7	Dendrogram tujuh klon talas berdasarkan karakterisasi molekuler	30
8	Pengaruh perlakuan PEG terhadap karakter pertumbuhan lima klon talas secara <i>in vitro</i> pada umur enam minggu setelah tanam	38
9	Pengaruh perlakuan PEG terhadap karakter pertumbuhan lima klon talas secara <i>in vitro</i> pada umur enam minggu setelah tanam	39
10	Pengaruh perlakuan PEG terhadap performa tunas <i>in vitro</i> pada minggu kedua, keempat dan keenam setelah tanam	40
11	Analisis korelasi Pearson karakter pertumbuhan dan fisiologi pada lima klon talas yang diuji	45
12	Diagram Biplot dari dua komponen utama pada karakter pertumbuhan dan fisiologi pada lima klon talas yang diuji	46
13	Analisis <i>cluster heatmap</i> lima klon talas pada perlakuan PEG 10% secara <i>in vitro</i>	48
14	Pengaruh perlakuan interval penyiraman terhadap jumlah daun dan jumlah anakan lima klon talas pada umur 36 MST	57
15	Pengaruh perlakuan interval penyiraman terhadap panjang petiol dan diameter pangkal petiol lima klon talas pada umur 36 MST	58

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

16	Pengaruh perlakuan interval penyiraman terhadap karakter bobot segar tanaman, bobot kering tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk pada umur 36 MST	58
17	Pengaruh interval penyiraman terhadap karakter bobot segar akar, bobot kering akar, jumlah akar, dan panjang akar pada umur 36 MST	59
18	Pengaruh interval penyiraman terhadap karakter bobot segar umbi dan bobot kering umbi pada umur 36 MST	60
19	Pengaruh perlakuan interval penyiraman terhadap performa tanaman talas umur 24 MST	61
20	Pengaruh semua perlakuan interval penyiraman terhadap performa tanaman talas umur 36 MST	61
21	Pengaruh perlakuan interval penyiraman satu hari sekali (kontrol) dan tujuh hari sekali terhadap performa tanaman talas umur 36 MST. Baris pertama perlakuan kontrol, baris kedua penyiraman 7 hari sekali	68
22	Pengaruh perlakuan interval penyiraman terhadap karakter fisiologi lima klon talas di rumah kaca	71
23	Koefisien korelasi antara karakter pertumbuhan, karakter agronomi dan karakter fisiologi pada perlakuan interval penyiraman tujuh hari sekali	73
24	Analisis biplot karakter pertumbuhan, karakter agronomi dan karakter fisiologi pada perlakuan interval penyiraman tujuh hari sekali	74
25	Analisis <i>heatmap clustergram</i> karakter pertumbuhan, agronomi, dan fisiologi lima klon talas pada uji toleransi secara <i>in vivo</i> di rumah kaca	76
26	Distribusi kelompok senyawa metabolit yang terdeteksi pada daun talas yang mendapatkan perlakuan kontrol dan cekaman kekeringan melalui analisis py-GCMS	83
27	Profil <i>heatmap</i> yang dikombinasikan dengan analisis kluster pada data senyawa metabolit daun talas hasil analisis py-GCMS	84
28	Plot PCA berdasarkan komposisi metabolit daun talas hasil analisis py-GCMS perlakuan kontrol dan cekaman kekeringan pada lima klon talas	86
29	Plot PLS-DA berdasarkan komposisi metabolit daun talas hasil analisis py-GCMS perlakuan kontrol dan cekaman kekeringan pada lima klon talas	88
30	Analisis biplot data metabolit talas klon Bentul diploid dan Bentul tetraploid pada kondisi kontrol dan perlakuan cekaman kekeringan	89
31	Analisis biplot data metabolit talas klon Kaliurang diploid dan Kaliurang tetraploid pada kondisi kontrol dan perlakuan cekaman kekeringan	89
32	Analisis biplot data senyawa metabolit klon Bolang triploid pada kondisi kontrol dan perlakuan cekaman kekeringan.	90
33	Nilai VIP pada data metabolit lima klon talas pada kondisi kontrol dan perlakuan cekaman kekeringan	91
34	Koefisien korelasi antara 11 metabolit terpilih dengan 10 karakter pertumbuhan dan agronomi talas terpilih pada perlakuan interval penyiraman tujuh hari sekali	95



- 35 Perbandingan konsentrasi relatif *glycolaldehyde*, *neophytadiene*, dan *diethyl oxalate* pada kondisi kontrol dan perlakuan cekaman interval penyiraman tujuh hari sekali lima klon talas 96

DAFTAR LAMPIRAN

- 1 Deskripsi klon-klon talas diploid yang digunakan dalam penelitian ini 120
- 2 Matriks koefisien similaritas berdasarkan karakterisasi morfologi talas 121
- 3 Matriks koefisien similaritas berdasarkan karakterisasi molekuler talas 121
- 4 Primer ISSR yang digunakan dalam penelitian ini 122
- 5 Spektra hasil py-GCMS lima klon talas pada kondisi kontrol dan perlakuan cekaman 123



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.