

ANALISIS MORFO-FISIOLOGI, KOMPONEN HASIL, DAN EKSPRESI GEN RESPONSIF CEKAMAN KEKERINGAN PADA TANAMAN PADI

IMAM SAFIR ALWAN NURZA



PROGRAM STUDI BIOLOGI TUMBUHAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Morfo-fisiologi, Komponen Hasil, dan Ekspresi Gen Responsif Cekaman Kekeringan pada Tanaman Padi” 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 tesis ini.

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

Bogor, Januari 2026

Imam Safir Alwan Nurza
G3503231011

Hak Cipta milik IPB University

IPB University

- 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.



RINGKASAN

IMAM SAFIR ALWAN NURZA. Analisis Morfo-Fisiologi, Komponen Hasil, dan Ekspresi Gen Responsif Cekaman Kekeringan pada Tanaman Padi. Dibimbing oleh MIFTAHUDIN, RIZKY DWI SATRIO, dan HAMIM.

Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor abiotik yang menyebabkan penurunan pertumbuhan dan produksi tanaman, tidak terkecuali tanaman padi. Efek dari cekaman kekeringan dapat diamati secara morfologi, anatomi maupun fisiologi sebagai indikasi dari ekspresi gen-gen yang responsif terhadap cekaman kekeringan. Dengan teknik *quantitative real time PCR* (qRT-PCR) yang diperoleh dari mRNA hasil ekstraksi daun atau akar tanaman tercekam kekeringan, ekspresi dari gen-gen responsif kekeringan tersebut dapat dipelajari untuk tujuan pemuliaan dan peningkatan produksi tanaman padi.

Hasil percobaan terdahulu telah diperoleh empat gen kandidat yang diduga terlibat dalam mekanisme toleransi cekaman kekeringan pada tanaman padi, yaitu gen *Os01g0200600*, *Os01g0200300*, *Os01g0198000*, dan *Os01g0863300*. Namun, analisis molekuler yang membuktikan keterlibatan langsung dari keempat gen tersebut terhadap toleransi cekaman kekeringan belum diketahui, sehingga diperlukan penelitian untuk mengungkapkan peran dari keempat gen tersebut pada tanaman padi. Salah satunya dengan pendekatan menguji tingkat ekspresi gen-gen tersebut pada tanaman padi yang berbeda sifat toleransinya terhadap cekaman kekeringan.

Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan morfo-fisiologi, ekspresi gen, dan hubungan antar peubah pada padi yang disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 20 unit percobaan pada morfo-fisiologi dan 12 unit percobaan pada ekspresi gen pada padi Hawara Bunar (toleran kekeringan) dan IR64 (sensitif kekeringan). Tanaman padi disiapkan dari biji yang ditanam pada media pasir selama 1 bulan. Setelah itu, perlakuan cekaman kekeringan diberikan dengan menahan penyiraman selama 3 minggu. Setelah cekaman kekeringan selama 3 minggu dilakukan penyiraman kembali sebagai pemulihan dari cekaman kekeringan, dan selanjutnya tanaman disiram setiap hari hingga waktu panen. Pengamatan morfo-fisiologi dilakukan setiap 5 hari sekali selama 20 Hari Setelah Perlakuan (HSP), kemudian pengamatan ekspresi gen dilakukan pada hari ke-20 HSP. Parameter morfo-fisiologi yang diamati berupa tinggi tanaman, luas daun, panjang akar, densitas stomata, kadar air relatif daun, laju fotosintesis, konduktivitas stomata, laju transpirasi, konsentrasi CO₂ interسلuler, bobot biomassa, dan rasio tajuk-akar. Panjang malai, bobot gabah per malai, bobot gabah per rumpun, bobot gabah isi, bobot gabah kosong, dan bobot gabah 100 butir diamati ketika panen sebagai komponen hasil tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman kekeringan memberikan pengaruh negatif secara signifikan pada parameter morfo-fisiologi dan komponen hasil tanaman padi. Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan pada tinggi tanaman, luas daun, bobot biomassa, rasio tajuk-akar, densitas stomata, kadar air relatif daun, laju fotosintesis, konduktivitas stomata, laju transpirasi, dan konsentrasi CO₂ interسلuler pada padi IR64 dan Hawara Bunar, kecuali panjang akar. Perbedaan utama antara kedua kultivar terdapat pada panjang akar. Padi Hawara Bunar menunjukkan peningkatan panjang akar sebagai bentuk respon



untuk memperoleh air pada kondisi cekaman kekeringan, sedangkan padi IR64 mengalami penurunan. Setelah pemulihan dari cekaman kekeringan, panjang akar kedua kultivar tidak ada perbedaan yang signifikan.

Komponen hasil pada padi IR64 dan Hawara Bunar menunjukkan penurunan signifikan setelah pemulihan dari cekaman kekeringan, meliputi panjang malai, bobot gabah per malai, bobot gabah per rumpun, bobot gabah isi, dan bobot gabah 100 butir, sedangkan bobot gabah kosong meningkat pada kedua kultivar. Peningkatan bobot gabah kosong mengindikasikan penurunan pengisian bulir, sehingga dapat berdampak terhadap produksi tanaman.

Hasil pengamatan ekspresi gen menunjukkan bahwa kondisi cekaman kekeringan meningkatkan ekspresi gen *Os01g0200600*, *Os01g0200300*, *Os01g0863300*, dan *Os01g0198000*. Ekspresi keempat gen di daun dan akar tinggi pada kondisi cekaman kekeringan. Ekspresi gen berdasarkan genotipe padi pada kondisi cekaman kekeringan, padi Hawara Bunar menunjukkan lebih tinggi mengekspresikan gen *Os01g0200600*, *Os01g0200300*, *Os01g0198000*, dan *Os01g0863300* dibandingkan dengan padi IR64. Hal ini didasari pada pola ekspresi keempat gen yang terbentuk pada kedua kultivar padi di kondisi cekaman kekeringan. Keempat gen yang berasal dari jaringan akar dan daun memiliki korelasi terhadap morfo-fisiologi padi, terutama pada densitas stomata, kadar air relatif daun, panjang akar, bobot biomassa, dan laju fotosintesis. Kelima morfo-fisiologi tersebut memiliki korelasi yang cukup tinggi terhadap tingkat ekspresi gen *Os01g0200600*, *Os01g0200300*, *Os01g0198000*, dan *Os01g0863300*.

Gen *Os01g0200300* dan *Os01g0863300* memiliki potensi untuk diteliti lebih lanjut karena memiliki ekspresi tertinggi di akar (*Os01g0200300*) dan di daun (*Os01g0863300*) padi Hawara Bunar dalam kondisi cekaman kekeringan. Kedua gen tersebut memiliki hubungan yang kuat dengan densitas stomata stomata, laju fotosintesis, akumulasi biomassa, dan kandungan air, serta hubungan yang moderat dengan perpanjangan akar.

Gen *Os01g0200300* berpotensi untuk diteliti lebih lanjut overekspresinya atau sebagai marka seleksi dalam perakitan padi toleran cekaman kekeringan. Gen tersebut juga diketahui dapat membentuk jaringan dengan gen lainnya, seperti *AP2/ERF* dan *MYB*, sehingga overekspresi gen *Os01g0200300* dapat mengevaluasi ekspresi gen *AP2/ERF* dan *MYB*.

Kata kunci: cekaman kekeringan, gen, komponen hasil, morfo-fisiologi, padi

SUMMARY

IMAM SAFIR ALWAN NURZA. Analysis of Morpho-Physiological Characters, Yield Component, and Gene Expression Responsive to Drought Stress in Rice Plants. Supervised by MIFTAHUDIN, RIZKY DWI SATRIO, and HAMIM.

Drought stress is an abiotic factor that causes decreased plant growth and production, including rice. The effects of drought stress can be observed morphologically, anatomically, and physiologically, as indicated by the expression of drought-responsive genes. Using quantitative real-time PCR (qRT-PCR) techniques obtained from mRNA extracted from leaves or roots of drought-stressed plants, the expression of these drought-responsive genes can be studied for breeding purposes and to increase rice production.

Previous experiments have identified four candidate genes suspected of being involved in the drought tolerance mechanism in rice: *Os01g0200600*, *Os01g0200300*, *Os01g0198000*, and *Os01g0863300*. However, molecular analysis proving the direct involvement of these four genes in drought tolerance is unknown, and therefore, an experiment to uncover their roles in rice is necessary. One approach is to evaluate the expression levels of these genes in rice plants with different drought tolerance traits.

This study was conducted using the approach of morpho-physiology, gene expression, and the relationship between variables in rice arranged using a completely randomized design (CRD) with 20 experimental units on morpho-physiology and 12 experimental units on gene expression in Hawara Bunar (drought-tolerant) and IR64 (drought-sensitive) rice. Rice prepared from seeds grown on sand media for 1 month. After that, drought stress treatment was given by withholding watering for 3 weeks. After 3 weeks of drought stress, the plants were watered again to recover from drought stress, and then the plants were watered every day until harvest time. Morpho-physiological observations were made every 5 days for 20 Days After Treatment (DAT), then gene expression observations were made on the 20 DAT. Morpho-physiological parameters observed were plant height, leaf area, root length, stomatal density, leaf relative water content, photosynthetic rate, stomatal conductivity, transpiration rate, intercellular CO₂ concentration, biomass weight, and crown-root ratio. Panicle length, grain weight per panicle, grain weight per clump, filled grain weight, empty grain weight, and 100-grain weight were observed at harvest as yield components.

The results showed that drought stress had a significant adverse effect on morpho-physiological parameters and yield components of rice plants. Drought stress caused a decrease in plant height, leaf area, biomass weight, crown-root ratio, stomatal density, leaf relative water content, photosynthetic rate, stomatal conductivity, transpiration rate, and intercellular CO₂ concentration in IR64 and Hawara Bunar rice, except for root length. The main difference between the two cultivars was in root length. Hawara Bunar rice showed an increase in root length as a response to obtain water under drought stress conditions, while IR64 rice experienced a decrease. After recovery from drought stress, the root length of both cultivars had no significant difference.

Yield components in IR64 and Hawara Bunar rice showed a significant decrease after recovery from drought stress, including panicle length, grain weight



per panicle, grain weight per clump, filled grain weight, and 100-grain weight. In contrast, empty grain weight increased in both cultivars. An increase in empty grain weight indicates a decrease in grain filling, which can have an impact on crop production.

The analysis of gene expression showed that drought stress conditions increased the expression of *Os01g0200600*, *Os01g0200300*, *Os01g0863300*, and *Os01g0198000* genes. The expression of the four genes was high in both leaves and roots under drought stress conditions. Gene expression based on rice genotypes under drought stress conditions, Hawara Bunar rice showed higher expression of *Os01g0200600*, *Os01g0200300*, *Os01g0198000*, and *Os01g0863300* genes than IR64 rice. This is based on the expression pattern of the four genes formed in both rice cultivars. The four genes derived from root and leaf tissue correlate with rice morphology, particularly stomatal density, relative leaf water content, root length, and photosynthesis rate. These five morphologies correlated quite strongly with the expression levels of the *Os01g0200600*, *Os01g0200300*, *Os01g0198000*, and *Os01g0863300* genes.

The *Os01g0200300* and *Os01g0863300* genes have potential for further investigation, as they exhibit the highest expression in roots (*Os01g0200300*) and leaves (*Os01g0863300*) of Hawara Bunar under drought stress conditions. Both genes have strong relationships with stomatal density, photosynthetic rate, biomass accumulation, and water content, as well as moderate relationships with root elongation.

The *Os01g0200300* gene has the potential for further research into its overexpression or as a selection marker for developing drought-tolerant rice. This gene is also known to form networks with other genes, such as *AP2/ERF* and *MYB*, so overexpression of the *Os01g0200300* gene can be used to evaluate *AP2/ERF* and *MYB* gene expression.

Keywords: drought stress, genes, morpho-physiology, rice, yield component



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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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.



ANALISIS MORFO-FISIOLOGI, KOMPONEN HASIL, DAN EKSPRESI GEN RESPONSIF CEKAMAN KEKERINGAN PADA TANAMAN PADI

IMAM SAFIR ALWAN NURZA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Biologi Tumbuhan

**PROGRAM STUDI BIOLOGI TUMBUHAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

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.



@Hak cipta milik IPB University

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.



Judul Tesis : Analisis Morfo-Fisiologi, Komponen Hasil, dan Ekspresi Gen Responsif Cekaman Kekeringan pada Tanaman Padi

Nama : Imam Safir Alwan Nurza

NIM : G3503231011

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si

Pembimbing 2:

Dr. Rizky Dwi Satrio, S.Si., M.Si

Pembimbing 3:

Prof. Dr. Ir. Hamim, M.Si



Digitally signed by:
Miftahudin

Date: 17 Jan 2026 10:33:05 WIB
Verify at [design.ipb.ac.id](#)



Digitally signed by:
Hamim

Date: 16 Jan 2026 20:24:07 WIB
Verify at [design.ipb.ac.id](#)

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, DEA.

NIP 196111201987031005

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si

NIP 197807232007011001



Digitally signed by:
Aris Tjahjoleksono

Date: 19 Jan 2026 08:37:55 WIB
Verify at [design.ipb.ac.id](#)



Digitally signed by:
Berry Juliandi

Date: 16 Jan 2026 17:49:27 WIB
Verify at [design.ipb.ac.id](#)

Tanggal Ujian: 5 Januari 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni 2024 – Agustus 2025 dengan judul “Analisis Morfo-Fisiologi, Komponen Hasil, dan Ekspresi Gen Responsif Cekaman Kekeringan pada Tanaman Padi”. Penelitian ini dibiayai oleh PDP-BRIN melalui Hibah RIIM Kompetisi Batch I dengan nomor 8/IV/KS/06/2022 and 4830/IT3.L1/PT.01.03/P/B/2022.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si, Dr. Rizky Dwi Satrio, S.Si., M.Si, dan Prof. Dr. Ir. Hamim, M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketua Program Studi Biologi Tumbuhan Dr. Ir. Aris Fahjoleksono, DEA., Sekretaris Program Biologi Tumbuhan Dr. Nina Ratna Djuita, S.Si., M.Si, pimpinan sidang ujian tesis, penguji luar komisi pembimbing dan seluruh dosen pengajar di Program Studi Biologi Tumbuhan. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada seluruh staf Rumah Kaca, Laboratorium Fisiologi dan Genetika Tumbuhan, Departemen Biologi, dan Laboratorium Terpadu, IPB University. Terima kasih penulis sampaikan kepada Pak Arief Pambudi, Pak Asep Awaludin, Pak Rusna, Teh Neng, dan Teh Wiwi yang telah membantu selama penelitian. Terima kasih juga kepada teman-teman satu angkatan Program Studi Biologi Tumbuhan yang telah menyemangati selama penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan semangat, dukungan, doa, motivasi, dan kasih sayangnya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

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

Bogor, Januari 2026

Imam Safir Alwan Nurza

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Respon Morfologi Tanaman Padi terhadap Cekaman Kekeringan	3
2.2 Respon Fisiologi Tanaman Padi terhadap Cekaman Kekeringan	4
2.3 Respon Morfo-Fisiologi Kultivar Padi Toleran Cekaman Kekeringan	5
2.4 Komponen Hasil Tanaman Padi terhadap Cekaman Kekeringan	6
2.5 Gen Responsif Cekaman Kekeringan pada Tanaman Padi	7
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Diagram Alir Penelitian	11
3.3 Alat dan Bahan	11
3.4 Prosedur Kerja	12
3.5 Analisis Data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Kadar Air Media Tumbuh	16
4.2 Morfo-Fisiologi Tanaman Padi terhadap Cekaman Kekeringan	16
4.3 Ekspresi Gen Responsif Cekaman Kekeringan pada Tanaman Padi	22
4.4 Korelasi antar Peubah Morfo-Fisiologi dengan Tingkat Ekspresi Gen	24
4.5 Komponen Hasil Tanaman Padi	27
V SIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Simpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	42
RIWAYAT HIDUP	56



DAFTAR TABEL

1	Desain Primer dari program Primer3Plus untuk analisis qRT-PCR	14
2	Parameter fisiologi tanaman padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) dengan perlakuan kekeringan dan kontrol menggunakan PAR 1500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ pada 20 HSP	21

DAFTAR GAMBAR

1	Morfologi tanaman padi yang tidak tercekam kekeringan (A) dan tercekam kekeringan (B). Terlihat jelas perbedaan tinggi, jumlah daun, dan anakannya	3
2	Fisiologi tanaman padi terhadap cekaman kekeringan yang berdampak pada densitas stomata	4
3	Peta genetik marka molekuler terpaut berbasis SNP dari populasi <i>recombinant inbred lines</i> (RIL) hasil persilangan antara padi cv. IR64 dan Hawara Bunar. Posisi dan daerah QTL pada gen (1) <i>Os01g0200600</i> , (2) <i>Os01g0200300</i> , (3) <i>Os01g0198000</i> , dan (4) <i>Os01g0863300</i>	7
4	Diagram alir kegiatan penelitian tesis	11
5	Kadar air media tumbuh padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) dengan perlakuan kekeringan (abu-abu) dan kontrol (putih). Bar menunjukkan standar deviasi. Huruf yang berbeda antar diagram batang menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap satuan pengamatan (hari pengamatan) berdasarkan uji Tukey pada tingkat signifikansi 5%	16
6	Tinggi tanaman (A), luas daun (B), densitas stomata (C), dan kadar air relatif daun (D) pada padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) dengan perlakuan kekeringan (abu-abu) dan kontrol (putih). Bar menunjukkan standar deviasi. Huruf yang berbeda antar diagram batang menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap satuan pengamatan (hari pengamatan) berdasarkan uji Tukey pada tingkat signifikansi 5%	18
7	Panjang akar (A), bobot biomassa (B), dan rasio tajuk-akar (C) IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) dengan perlakuan kekeringan (abu-abu) dan kontrol (putih) pada fase kekeringan dan panen. Bar menunjukkan standar deviasi. Huruf yang berbeda antar diagram batang menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap satuan pengamatan (kondisi percobaan) berdasarkan uji Tukey pada tingkat signifikansi 5%	20
8	Ekspresi relatif gen <i>Os01g0200600</i> (A), <i>Os01g0200300</i> (B), <i>Os01g0863300</i> (C), dan <i>Os01g0198000</i> (D) di daun padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) pada pada cekaman kekeringan (abu-abu) dan kontrol (putih). Bar = standar deviasi. Huruf yang berbeda antar diagram batang menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap satuan pengamatan berdasarkan uji Tukey pada tingkat signifikansi 5%	23
9	Ekspresi relatif gen <i>Os01g0200600</i> (A), <i>Os01g0200300</i> (B), <i>Os01g0863300</i> (C), dan <i>Os01g0198000</i> (D) di akar padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) pada pada cekaman kekeringan (abu-abu) dan	

kontrol (putih). Bar = standar deviasi. Huruf yang berbeda antar diagram batang menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap satuan pengamatan berdasarkan uji Tukey pada tingkat signifikansi 5%

- 10 Matriks korelasi Pearson dengan *heatmap* antar tingkat ekspresi gen dengan morfo-fisiologi. Angka di dalam *heatmap* menunjukkan koefisien korelasi (r). Tanda *: signifikansi $p < 0,05$ dan **: signifikansi $p < 0,01$, TT: tinggi tanaman, LD: luas daun, PA: panjang akar, DS: densitas stomata, RWC: kadar air relatif daun, Cond: konduktivitas stomata, Photo: laju fotosintesis, Tr: laju transpirasi, Ci: konsentrasi CO_2 interseluler, BW: bobot biomassa, D: daun, A: akar, gen *Os01g0200600*, *Os01g0200300*, *Os01g0863300*, dan *Os01g0198000* 24
- 11 Panjang malai (A), bobot gabah per malai (B), bobot gabah per rumpun (C), bobot gabah isi (D), bobot gabah kosong (E), dan bobot gabah 100 butir (F) pada padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) dengan perlakuan kekeringan (abu-abu) dan kontrol (putih). Bar menunjukkan standar deviasi. Huruf yang berbeda antar diagram batang menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap satuan pengamatan berdasarkan uji Tukey pada tingkat signifikansi 5% 26

DAFTAR LAMPIRAN

- 1 Komposisi larutan Yoshida (Yoshida *et al.* 1976) 43
- 2 Hasil analisis statistika pada uji normalitas, homogenitas, dan uji F Two Way ANOVA menggunakan nilai p -value pada kultivar, perlakuan, dan interaksi kultivar x perlakuan pada morfo-fisiologi dan hasil komponen tanaman padi IR64 dan Hawara Bunar terhadap cekaman kekeringan dan kontrol 43
- 3 Perbandingan padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) pada perlakuan kekeringan dan kontrol pada 20 HSP 48
- 4 Perbandingan panjang akar padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) setelah cekaman kekeringan 50
- 5 Kualitas, kuantitas, dan kemurnian RNA padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) pada perlakuan kekeringan (K) dan kontrol (N) 50
- 6 Kuantitas dan kemurnian hasil cDNA di daun padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) pada perlakuan kekeringan dan kontrol 52
- 7 Hasil analisis ekspresi gen aktin (A), *Os01g0200600* (B), *Os01g0200300* (C), *Os01g0863300* (D), dan *Os01g0198000* (E) di daun dan akar pada kurva amplifikasi 53
- 8 Hasil analisis ekspresi gen aktin (A), *Os01g0200600* (B), *Os01g0200300* (C), *Os01g0863300* (D), dan *Os01g0198000* (E) di daun dan akar pada kurva *melting* 54
- 9 Perbandingan panjang malai padi IR64 (IR) dan Hawara Bunar (HB) setelah pemulihan dari cekaman kekeringan 55



@Hak cipta milik IPB University

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.



@Hak cipta milik IPB University

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.