



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**STUDI TRANSKRIPTOMIK DAN ANALISIS EKSPRESI GEN
DEHYDRATION RESPONSIVE ELEMENT BINDING 4 (DREB4) PADA
PADI (*Oryza sativa* L.) CV. INPAGO 6 DAN INPAGO 9 DI BAWAH
CEKAMAN KEKERINGAN RINGAN DENGAN PENGARUH *PRIMING
EFFECT* UNTUK KETAHANAN PANGAN**

ELSA GAFIRA CAHYANI 320210301011

**Skripsi yang ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI BIOLOGI
BOGOR 2025**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Elsa Gafira Cahyani
NIM : 320210301011
Program Studi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Studi Transkriptomik dan Analisis Ekspresi Gen
Dehydration Responsive Element Binding 4 (DREB4) pada Padi (*Oryza sativa* L.) cv. Inpago 6 dan Inpago 9 di bawah Cekaman Kekeringan Ringan dengan Pengaruh *Priming Effect* untuk Ketahanan Pangan.

Dosen Pembimbing I,



Dr. Miftahul Huda Fendiyanto, S.Si., M.Si
Penata III/c. NIP. 199212022022031002

Tanggal : 09/08/2025

Dosen Pembimbing II,



Dr. Mentari Putri Pratami, S.Si., M.Si
Penata III/c. NIP. 199212202024032001

Tanggal : 09/08/2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi,



Sukanto, S.Si., M.Sc
Letkol Arh. NRP. 11970023040672

Tanggal : 09/08/2025

Dekan Fakultas MIPA Militer,



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.
Pembina Utama Muda IV/c

Tanggal : 12/8/2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Elsa Gafira Cahyani
NIM : 320210301011
Program Studi : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Studi Transkriptomik dan Analisis Ekspresi Gen *Dehydration Responsive Element Binding 4 (DREB4)* pada Padi (*Oryza sativa* L.) cv. Inpago 6 dan Inpago 9 di bawah Cekaman Kekeringan Ringan dengan Pengaruh *Priming Effect* untuk Ketahanan Pangan.

No	Nama/Pangkat/Korps/Gol./NIP	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I: Dr. Miftahul Huda Fendiyanto, S.Si., M.Si Penata III/c NIP. 199212022022031002		09/08/2025
2	Dosen Pembimbing II: Dr. Mentari Putri Pratami, S.Si., M.Si Penata III/c NIP. 199212202024032001		09/08/2025
3	Dosen Penguji I: Dr. Rizky Dwi Satrio, S.Si., M.Si Penata Muda Tk. I III/b NIP. 199212062022031001		09/08/2025
4	Dosen Penguji II: Nadya Farah, S.Si., M.Si., Ph.D PPPK NIP. 198111062023212020		11/08/2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 9 Agustus 2025



Elsa Gafira Cahyani
320210301011

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia,
saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Elsa Gafira Cahyani

NIM : 320210301011

Program Studi : Sarjana Biologi

Fakultas : MIPA Militer

Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Studi Transkriptomik dan Analisis Ekspresi Gen *Dehydration Responsive Element Binding 4 (DREB4)* pada Padi (*Oryza sativa* L.) cv. Inpago 6 dan Inpago 9 di bawah Cekaman Kekeringan Ringan dengan Pengaruh *Priming Effect* untuk Ketahanan Pangan

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor

Pada tanggal : 30 Mei 2025

Yang menyatakan,



Elsa Gafira Cahyani

NIM. 320210301011

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusunan skripsi dengan judul " Studi Transkriptomik dan Analisis Ekspresi *Gen Dehydration Responsive Element Binding 4 (DREB4)* pada padi (*Oryza sativa* L.) cv. Inpago 6 dan Inpago 9 di bawah Cekaman Kekeringan Ringan dengan Pengaruh *Priming Effect* untuk Ketahanan Pangan" dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan RI.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Miftahul Huda Fendiyanto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir Prodi Biologi yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
2. Dr. Mentari Putri Pratami, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir Prodi Biologi yang senantiasa memberi masukan selama proses penyusunan skripsi.
3. Dr. Rizky Dwi Satio, S.Si., M.Si., selaku tim penguji seminar proposal, seminar hasil dan sidang skripsi.
4. Nadya Farah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku tim penguji seminar proposal, seminar hasil dan sidang skripsi.
5. Keluarga besar yang senantiasa setia dalam memberikan doa dan motivasi selama belajar dan bertahan di Universitas Pertahanan RI.
6. Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer

7. Letkol Arh. Sukanto S.Si., M.Sc selaku Ketua Program Studi Sarjana Biologi
8. Keluarga besar Prodi Biologi Fakultas MIPA Militer. Teman seperjuangan Tim Skripsi TA Squad, Keluarga Asuh "Charcharinus" dan "Jana Mejaya" serta Nara Dyaviksatra Batalyon Cohort 2 yang ikut mendukung selama peneliti menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi masyarakat, dalam upaya mewujudkan eksplorasi sumber daya alam dan optimalisasi biodiversitas di Indonesia.

Bogor, 30 Mei 2025



Elsa Gafira Cahyani

ABSTRAK

STUDI TRANSKRIPTOMIK DAN ANALISIS EKSPRESI GEN *DEHYDRATION RESPONSIVE ELEMENT BINDING 4 (DREB4)* PADA PADI (*Oryza sativa* L.) CV.INPAGO 6 DAN INPAGO 9 DI BAWAH CEKAMAN KEKERINGAN RINGAN DENGAN PENGARUH PRIMING EFFECT UNTUK KETAHANAN PANGAN

Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor pembatas utama dalam budi daya padi (*Oryza sativa* L.) yang dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil panen. Upaya peningkatan toleransi kekeringan dapat dilakukan dengan menganalisis ekspresi gen yang berperan dalam respons terhadap cekaman kekeringan. Salah satu gen yang berperan penting dalam mekanisme ketahanan tanaman terhadap kekeringan adalah *Dehydration Responsive Element Binding 4 (DREB4)*. Gen ini mengatur ekspresi gen responsif terhadap stres abiotik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ekspresi gen *DREB* pada tanaman padi yang mengalami cekaman kekeringan melalui analisis *in silico* data transkriptomik *RNA-Seq* PRJNA922103 menggunakan *platform galaxy*, serta menganalisis pola ekspresi gen *DREB4* pada kultivar padi, yaitu Inpago 6, Inpago 9, dan IR64 menggunakan metode *qRT-PCR*. Hasil analisis transkriptomik *RNA-seq* menunjukkan bahwa family gen *DREB*, khususnya *OsDREB2A*, berperan penting dalam respons padi terhadap cekaman kekeringan. Sementara itu, peningkatan ekspresi gen *DREB4* melalui analisis *qRT-PCR* tertinggi ditemukan pada Inpago 9 (250 kali lipat dengan penyesuaian *pseudo count*), diikuti oleh IR64 (7,5 kali lipat), dan Inpago 6 (2 kali lipat) dibanding kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa *DREB4* berperan aktif dalam mekanisme toleransi cekaman kekeringan dan dapat menjadi kandidat gen potensial dalam program pemuliaan padi tahan kekeringan

Kata kunci: Cekaman Kekeringan, *DREB4*, *Oryza sativa* L., *qRT-PCR*, Studi Transkriptomik,

ABSTRACT

TRANSCRIPTOMIC STUDY AND GENE EXPRESSION ANALYSIS OF DEHYDRATION RESPONSIVE ELEMENT BINDING 4 (DREB4) IN RICE (ORYZA SATIVA L.) CV. INPAGO 6 AND INPAGO 9 UNDER MILD DROUGHT STRESS WITH THE INFLUENCE OF PRIMING EFFECT FOR FOOD SECURITY

Drought stress is one of the main limiting factors in rice (*Oryza sativa* L.) cultivation, which can inhibit growth and reduce yield. Efforts to enhance drought tolerance can be carried out by analyzing the expression of genes involved in the response to drought stress. One of the key genes in the plant drought tolerance mechanism is Dehydration Responsive Element Binding 4 (DREB4). This gene regulates the expression of stress-responsive genes under abiotic stress conditions. This study aims to analyze the expression of DREB genes in drought-stressed rice plants through *in silico* transcriptomic analysis using RNA-Seq data (PRJNA922103) on the Galaxy platform, as well as to examine the expression pattern of the DREB4 gene in three rice cultivars—Inpago 6, Inpago 9, and IR64—using the qRT-PCR method. The transcriptomic RNA-Seq analysis revealed that the DREB gene family, particularly OsDREB2A, plays an important role in the rice response to drought stress. Meanwhile, the qRT-PCR analysis showed the highest increase in DREB4 gene expression in Inpago 9 (250-fold with pseudo count adjustment), followed by IR64 (7.5-fold), and Inpago 6 (2-fold) compared to the control. These findings indicate that DREB4 actively contributes to drought tolerance mechanisms and may serve as a potential candidate gene in rice breeding programs for drought resistance.

Keywords: DREB4, Drought, Rice (*Oryza sativa*), qRT-PCR, Transkriptomics.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1 Rumusan Masalah	4
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat penelitian	4
BAB II Tinjauan pustaka	6
2.1 Landasan Teori	6
2.2 Hasil Penelitian terdahulu	13
2.3 Kerangka Berpikir	16
BAB III Metodologi Penelitian	17
3.1 Metode dan Desain Penelitian	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.4 Populasi dan Sampel	19
3.5 Prosedur Penelitian	20
3.6 Metode Analisis	27
BAB IV Hasil penelitian dan pembahasan	28

4.1 Analisis Pertumbuhan Padi Inpago pada Cekaman Kekeringan.....	28
4.2 Analisis Statistik Pertumbuhan Panjang Daun dan Panjang Akar	31
4.3 Analisis Transkriptomik untuk Mengidentifikasi Pola Ekspresi Gen dalam Respons terhadap Cekaman Kekeringan	33
4.4 Analisis Kelompok Gen yang Terekspresi	45
4.5 Analisis Ekspresi Gen <i>DREB</i>	49
BAB V Kesimpulan dan Saran	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Visualisasi Kultivar Padi Inpago 6 dan Inpago 9	7
Gambar 2.2	Ilustrasi Mekanisme Molekuler DREB4	10
Gambar 2.3	Kerangka Berpikir.....	16
Gambar 4.1	Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Padi Usia 14 Hari ..	30
Gambar 4.2	Boxplot Panjang Akar dan Panjang Daun	32
Gambar 4.3	Plot Analisis Komponen Utama (PCA) Ekspresi Gen Padi	37
Gambar 4.4	Heatmap Sample to Sample Distance Gen Padi.....	39
Gambar 4.5	Analisis Visualisasi Estimasi Dispersi	40
Gambar 4.6	Distribusi Nilai p Analisis DGE	42
Gambar 4.7	MA Plot Analisis DGE	44
Gambar 4.8	Volcano Plot Analisis DGE	46
Gambar 4.9	Elektroforegram PCR Fragmen Actin sampel cDNA	51
Gambar 4.10	Elektroforegram Produk PCR Gen DREB4 Padi	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	13
Tabel 3.1 Rencana Jadwal Penelitian	18
Tabel 3.2 Primer untuk Analisis Tingkat Ekspresi Gen	23
Tabel 4.1 Daftar Gen Hasil <i>Analisis DEG</i> DESeq2 Aplikasi <i>Galaxy</i>	48

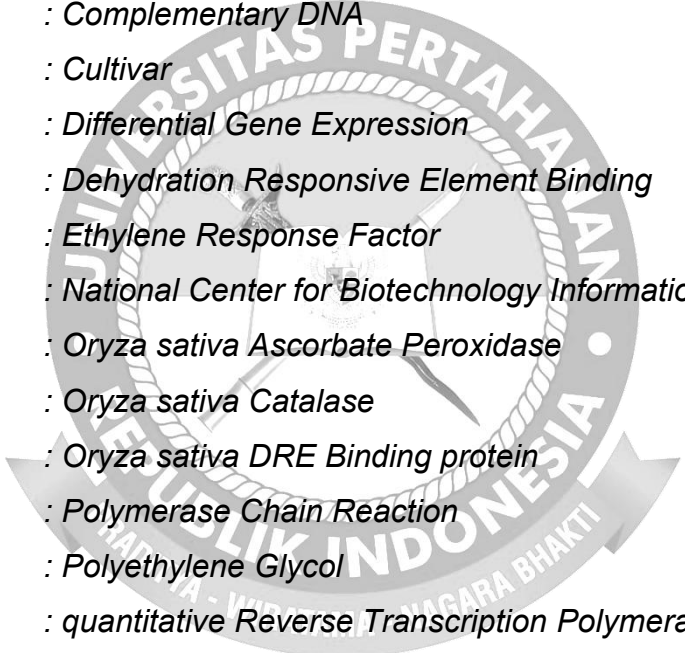


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Padi cv. Inpago 6, Inpago 9, IR64 pada media hoagland	67
Lampiran 2 Hasil Analisis ANOVA panjang daun dan panjang akar	67
Lampiran 3 Statistik Kualitas Data RNA-Seq.....	68
Lampiran 4 Hasil Infer Experiment Analisis Orientasi RNA-Seq	68
Lampiran 5 Sekuens Gen <i>DREB4</i>	69



DAFTAR SINGKATAN



ABA	: <i>Absciscic Acid</i>
AP2	: <i>Activator Protein 2</i>
Buffer TBE	: <i>Tris-Ethylenediaminetetraacetic Acid</i>
cDNA	: <i>Complementary DNA</i>
Cv.	: <i>Cultivar</i>
DGE	: <i>Differential Gene Expression</i>
DREB	: <i>Dehydration Responsive Element Binding</i>
ERF	: <i>Ethylene Response Factor</i>
NCBI	: <i>National Center for Biotechnology Information</i>
OsAPX	: <i>Oryza sativa Ascorbate Peroxidase</i>
OsCATA	: <i>Oryza sativa Catalase</i>
OsDREB	: <i>Oryza sativa DRE Binding protein</i>
PCR	: <i>Polymerase Chain Reaction</i>
PEG	: <i>Polyethylene Glycol</i>
qRT-PCR	: <i>quantitative Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction</i>
RNA	: <i>Ribonucleid Acid</i>
ROS	: <i>Reactive Oxygen Spoecies</i>
WGD	: <i>Whole Genome Duplication</i>