

**EKSPRESI GEN *Monodehydroascorbate Reductase (MDHAR)*
AKAR BEBERAPA VARIETAS PADI (*Oryza sativa* L.) YANG
MENDAPAT PERLAKUAN SIMULASI KEKERINGAN
MENGUNAKAN PEG**



**JUMATUL HAFSAH
NIM. 19032072/2019**

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

**EKSPRESI GEN *Monodehydroascorbate Reductase (MDHAR)*
AKAR BEBERAPA VARIETAS PADI (*Oryza sativa* L.) YANG
MENDAPAT PERLAKUAN SIMULASI KEKERINGAN
MENGUNAKAN PEG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains



**Oleh:
JUMATUL HAFSAH
NIM. 19032072/2019**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

PERSETUJUAN SKRIPSI

EKSPRESI GEN *Monodehydroascorbate Reductase (MDHAR)* AKAR BEBERAPA VARIETAS PADI (*Oryza sativa* L.) YANG MENDAPAT PERLAKUAN SIMULASI KEKERINGAN MENGUNAKAN PEG

Nama : Jumatul Hafisah
NIM : 19032072
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 10 Mei 2023

Mengetahui:
Ketua Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si, M.Biomed
NIP. 19750815 200604 2 001

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Violita, S.Si., M.Si
NIP. 19810704 200801 2 022

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Jumatul Hafsah
NIM : 19032072
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**EKSPRESI GEN *Monodehydroascorbate Reductase (MDHAR)*
AKAR BEBERAPA VARIETAS PADI (*Oryza sativa* L.) YANG
MENDAPAT PERLAKUAN SIMULASI KEKERINGAN
MENGUNAKAN PEG**


*Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

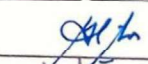
Padang, 9 Juni 2023

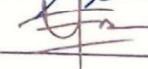
Tim Penguji

Nama
Ketua : Dr. Violita, S.Si., M.Si.
Anggota : Prof. Dr. Linda Advinda, M.Kes.
Anggota : Afifatul Achyar, S.Si., M.Si.

Tanda tangan







SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jumatul Hafisah
NIM : 19032072
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul “Ekspresi Gen *Monodehydroascorbate Reductase (MDHAR)* Akar Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) yang Mendapat Perlakuan Simulasi Kekeringan Menggunakan PEG” adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 2 Mei 2023

Mengetahui:
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si, M.Biomed
NIP. 19750815 200604 2 001

Saya yang menyatakan



Jumatul Hafisah
NIM.19032072

Ekspresi Gen *Monodehydroascorbate Reductase (MDHAR)* Akar Beberapa Varietas Padi (*Oryza Sativa* L.) yang Mendapat Perlakuan Simulasi Kekeringan Menggunakan PEG

Jumatul Hafisah

ABSTRAK

Pada kondisi kekeringan gen tertentu akan diinduksi sebagai bentuk pertahanan tumbuhan. Produk dari gen tersebut akan terlibat dalam perlindungan seluler dari kerusakan terkait stres. Adaptasi terhadap cekaman kekeringan pada tanaman melibatkan perubahan ekspresi gen sebagai respon terhadap kekeringan. Gen *Monodehydroascorbate reductase (MDHAR)* bertanggung jawab atas pertumbuhan, perkembangan dan respon cekaman pada tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang primer dan mengetahui optimasi suhu *annealing* primer serta mengetahui ekspresi gen *MDHAR* akar beberapa varietas padi dipengaruhi oleh tingkat ketahanan setiap varietas padi yang mendapat perlakuan simulasi kekeringan menggunakan PEG.

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimen. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor tersebut adalah tiga varietas padi yaitu varietas Harum (toleran), Situbagendit (moderat), dan Rosna (sensitif). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain primer, optimasi suhu *annealing* primer dan uji ekspresi gen. Untuk uji ekspresi gen *MDHAR* dimulai dari isolasi RNA, sintesis cDNA, dan *Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)*. Ekspresi gen *MDHAR* diukur secara semi kuantitatif RT-PCR yang dinyatakan dalam ketebalan pita.

Hasil desain primer *MDHAR* diperoleh primer ideal dengan urutan *forward* 5'-AAAAACACTGCATGGGTCGTC-3' dan *reverse* 5'-CGCCTACCGTTTCCCAAGTT-3'. Pasangan primer dapat mengamplifikasi gen *MDHAR* dari *Oryza sativa* dengan ukuran produk 160 bp. Hasil optimasi suhu *annealing* optimum untuk pasangan primer tersebut adalah suhu 60 °C. Varietas toleran dan sensitif mengalami penurunan ekspresi gen, sedangkan varietas moderat mengalami peningkatan ekspresi gen.

Kata kunci: ekspresi gen, *MDHAR*, kekeringan, *Oryza sativa*

Expression of Monodehydroascorbate Reductase (*MDHAR*) Gene in the Roots of Some Varieties of Rice (*Oryza Sativa* L.) That Received Drought Stress Using PEG

Jumatul Hafsah

ABSTRACT

In drought conditions certain genes will be induced as a form of plant defense. The products of these genes would be involved in cellular protection from stress-related damage. Adaptation to drought stress in plants involves changes in gene expression in response to drought. The Monodehydroascorbate reductase (*MDHAR*) gene is responsible for growth, development and response to stress in plants. This study aims to design primers and determine the optimization of primary annealing temperatures and to determine the expression of the *MDHAR* gene in the roots of several rice varieties affected by the level of resistance of each rice variety that received drought simulation treatment using PEG.

The research conducted was an experimental research. This study used a Completely Randomized Design (*CRD*) with 1 factor and 3 repetitions. These factors were three rice varieties, namely Harum (tolerant), Situbagendit (moderate), and Rosna (sensitive). The methods used in this study were primer design, optimization of primary annealing temperatures and gene expression assays. The *MDHAR* gene expression test starts with RNA isolation, cDNA synthesis, and Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction (*RT-PCR*). *MDHAR* gene expression data was measured by semi-quantitative *RT-PCR* which was expressed in band thickness and then analyzed using the one-way Analysis of Variance (*ANOVA*) test.

The *MDHAR* primer design results obtained ideal primers with forward sequence 5'-AAAAAACAAGTGCATGGGTCGTC-3' and reverse 5'-CGCCTACCGTTTCCCAAGTT-3'. The primer pairs can amplify the *MDHAR* gene from *Oryza sativa* with a product size of 160 bp. Optimization results for the optimum annealing temperature for the primer pair is 60 °C. Tolerant and sensitive varieties experienced a decrease in gene expression, while moderate varieties experienced an increase in gene expression.

Keywords: gene expression, *MDHAR*, drought, *Oryza sativa*

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Ekspresi Gen *Monodehydroascorbate Reductase (MDHAR)* Akar Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) yang Mendapat Perlakuan Simulasi Kekeringan menggunakan PEG”, sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelas Sarjana Sains Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Sholawat beserta salam semoga senantiasa tersampaikan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Ibu Dr. Violita, M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu, nasehat, saran, pikiran dan tenaga untuk membimbing dalam melaksanakan kegiatan penelitian dan mengarahkan penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Afifatul Achyar, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran, serta waktu dan tenaga dalam proses penelitian penulis.
3. Ibu Dr. Linda Advinda M.Kes. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi.
4. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed. selaku ketua Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

sekaligus Pembimbing Akademik yang telah membantu penulis dalam mengikuti dan menyelesaikan studi di Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

5. Seluruh dosen departemen biologi serta staf tata usaha yang telah memberikan kemudahan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Kedua orang tua penulis Arjis S. dan Renta Wasda, S.Pd. yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, doa, nasehat serta kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis.
7. Keluarga besar yang senantiasa memberikan doa serta dukungan.
8. Sahabat seperjuangan yaitu Annisa, Isna, Nelfi, Nella, Nurul, Rezi, dan Wina untuk semua dukungan dan bantuannya dalam penulisan skripsi ini.
9. Keluarga besar Biologi 2019 yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
10. Teman-teman Kos Biru, Fuji, Nabila, dan Nadia, terima kasih atas kesenangan, canda tawa yang membahagiakan dan menjadi keluarga baru bagi penulis.
11. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah dengan tulus berpartisipasi, memberikan doa dan bantuan demi lancarnya penulisan skripsi ini.

Semoga bantuan Bapak/Ibu, keluarga dan teman-teman berikan bernilai ibadah dan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Padang, 15 Mei 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Padi (<i>Oryza sativa</i> L.)	7
B. Cekaman Kekeringan	8
C. Polyethylene glycol (PEG).....	9
D. <i>Monodehydroascorbate Reductase (MDHAR)</i>	10
E. PCR (<i>Polymerase chain reaction</i>)	12
BAB III METODE PENELITIAN	15
A. Jenis Penelitian.....	15
B. Waktu dan Tempat Penelitian	15
C. Alat dan bahan.....	15
D. Rancangan penelitian	16
F. Analisis Data	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Hasil	25
1. Desain Primer Spesifik <i>MDHAR Oryza sativa</i>	25
2. Optimasi Suhu Annealing Primer.....	26
3. Ekspresi gen <i>MDHAR</i> pada padi	26
B. Pembahasan.....	27
BAB V PENUTUP.....	32
A. Kesimpulan	32
B. Saran.....	32

DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi Perlakuan Varietas Padi dan PEG	17
2. Nama-nama varietas padi yang digunakan	17
3. Komponen reaksi gen <i>MDHAR</i> RT-PCR.....	24
4. Karakteristik Hasil Desain Primer	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema peran <i>MDHAR</i> / <i>MDHR</i> dalam daur ulang askorbat.....	11
2. Hasil Elektroforesis Gradient PCR. Ladder 100 bp (M).....	26
3. Sesilih Level ekspresi gen <i>MDHAR</i>	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi larutan stok Yoshida (1976).....	38
2. Komposisi larutan kultur.....	38
3. Kandidat primer	39
4. Spesifikasi primer pada situs NCBI	39
5. Data Kuantifikasi RNA Total.....	40
6. Elektroforegram ekspresi gen MDHAR.....	41
7. Data Analisis Ketebalan Volume Pita RNA	41
8. Data Selisih Ekspresi Gen MDHAR (PEG-Kontrol).....	41
9. Alat Bahan dan Prosedur Penelitian.....	41

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan utama bagi masyarakat Indonesia. Kebutuhan pangan ini dari tahun ketahun mengalami peningkatan seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Pertambahan jumlah penduduk yang meningkat sangat cepat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti peralihan fungsi lahan yang mengakibatkan berkurangnya lahan-lahan subur untuk pertanian. Perubahan iklim global berdampak langsung terhadap pertanian (Ishaq *et al.*, 2017) seperti berubahnya pola curah hujan, meningkatnya iklim yang ekstrim, pergeseran awal musim, ancaman banjir, naiknya permukaan air laut hingga ancaman kekeringan yang akan mempengaruhi stabilitas produksi beras secara nasional.

Menurut Badan Pusat Statistik, sepanjang Januari-September 2022 produksi padi di Indonesia mengalami penurunan sebesar 0,22% atau sekitar 60 juta ton menjadi 26,17 juta ton dibandingkan periode sama pada tahun 2021 yang mencapai 26,23 juta ton. Penurunan produksi padi yang relatif besar menyebabkan pasokan komoditi padi menjadi semakin terbatas. Diduga salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan produksi padi adalah perubahan iklim yang mengakibatkan terjadinya kekeringan.

Kekeringan merupakan suatu kondisi kurangnya ketersediaan air dalam tanah sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman. Pada kondisi kekeringan tanaman akan mengalami perubahan anatomi dan fisiologi, terutama pada akarnya, karena akar merupakan organ penting pada tanaman untuk menyerap air dan unsur hara pada media tanam, sehingga pada saat kekeringan organ pertama yang mendeteksi dan merespon kekeringan adalah akar (Fenta *et al.*, 2014). Tanaman

padi memiliki perakaran yang berhubungan erat dengan sifat toleransi terhadap cekaman abiotik salah satunya kekeringan (Suardi, 2002). Kekurangan air menyebabkan pertumbuhan padi tidak sempurna bahkan dapat menyebabkan kematian tanaman, karena cekaman kekeringan mempengaruhi semua faktor pertumbuhan padi dimulai dari perubahan fisiologi, morfologi, pola tumbuh dan akan berdampak juga terhadap hasil panen (Sujinah dan Jamil, 2016).

Cekaman kekeringan menyebabkan dehidrasi seluler dan stres oksidatif dengan meningkatkan produksi spesies oksigen reaktif (ROS) seperti superoksida (O_2^-), hidrogen peroksida (H_2O_2), dan radikal hidroksil (OH_2^-) (Apel dan Hirt, 2004). Akumulasi ROS yang berlebihan mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman dengan mengganggu berbagai aktivitas metabolisme yang menyebabkan oksidasi protein, peroksidasi lipid, dan degradasi asam nukleat, dan pada kondisi ekstrim dapat menyebabkan kematian sel. Oleh karena itu, salah satu strategi untuk menciptakan tanaman yang tahan cekaman adalah dengan meningkatkan kapasitas antioksidan tanaman yang rentan dengan memproduksi enzim antioksidan utama secara berlebihan (Sudan *et al.*, 2015). Dalam percobaan yang dilakukan Barba Espin *et al.* (2010), menunjukkan bahwa ROS yang dihasilkan selama perkecambahan dapat mengatur ekspresi *MDHAR*.

Monodehydroascorbate reductase (MDHAR) adalah enzim pengatur jalur *ascorbate-glutathione* yang memungkinkan tanaman mengatasi peningkatan beban ROS dengan mengkatalisis pengurangan radikal *monodehydroascorbate* (MDHA) dan pembentukan kumpulan askorbat tereduksi. Asam askorbat adalah salah satu antioksidan yang larut dalam air di semua organisme hidup. *MDHAR* sangat penting untuk mempertahankan tingkat askorbat yang optimal dalam sel dengan secara

langsung mereduksi radikal MDHA menjadi askorbat dengan mengorbankan oksidasi NAD(P)H (Sudan *et al.*, 2015).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *MDHAR* berperan dalam meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman abiotik. Penelitian yang dilakukan Li Feng *et al.* (2010), menunjukkan bahwa ekspresi berlebih *MDHAR* kloroplas memainkan peran penting dalam meningkatkan toleransi cekaman abiotik dengan mengurangi fotoinhibisi dan meningkatkan kadar AsA (Asam Askorbat) yang ditingkatkan. Eltayeb *et al.* (2007), melaporkan ekspresi berlebih dari *MDHAR Arabidopsis thaliana* dan *Lycopersicon esculentum* meningkatkan toleransi tanaman terhadap stres ozon, garam, dan PEG (*Polyethylene glycol*). *MDHAR* sangat penting untuk mempertahankan keadaan redoks oksigen askorbat yang tinggi dalam kondisi bertekanan (Eltelib *et al.*, 2011). *MDHAR* bertanggung jawab atas pertumbuhan, perkembangan dan respon cekaman pada tanaman. *MDHAR* tanaman padi juga menunjukkan sensitivitas yang lebih tinggi terhadap cekaman garam dibandingkan dengan tanaman lainnya (Kim *et al.*, 2017).

Eltelib *et al.* (2011), menyatakan ekspresi *MDHAR* aktif pada tingkat transkripsi oleh kandungan AsA yang rendah dan kelimpahan cahaya, yang memengaruhi kapasitas daur ulang AsA. Induksi ekspresi mRNA *MDHAR* teramati dengan jelas, disertai dengan peningkatan yang signifikan dalam aktivitas enzim dalam menanggapi cekaman. Gen daur ulang AsA ini terbukti penting untuk mempertahankan status redoks askorbat yang tinggi selama kondisi stress.

Cekaman kekeringan dapat disimulasi dengan pemberian PEG (*Polyethylene glycol*). PEG dengan berat molekul tinggi adalah regulator osmotik non-toksik yang mengurangi potensi air dalam larutan nutrisi tanpa merusak tanaman (Roy *et al.*,

2009). Cekaman kekeringan ini akan menyebabkan pemrograman ulang ekspresi gen termasuk penurunan tingkat mRNA yang terkait dengan fotosintesis (Bartels dan Nelson, 2004). Gen tertentu diinduksi ketika tanaman mengalami cekaman kekeringan. Produk dari gen tersebut akan terlibat dalam perlindungan seluler dari kerusakan terkait stres. Adaptasi terhadap cekaman kekeringan pada tanaman melibatkan perubahan ekspresi gen sebagai respon terhadap kekeringan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Eltelib *et al.* (2011), akar memiliki tingkat aktivitas *MDHAR* lebih tinggi dibandingkan organ lainya.

Mardita dan Violita (2018) telah mengidentifikasi beberapa varietas padi yang dikelompokkan berdasarkan tingkat ketahanannya terhadap cekaman kekeringan. Pengelompokan tersebut berdasarkan tiga tingkatan yaitu Harum (toleran), Situbagendit (moderat), dan Rosna (sensitif) (Violita dan Azhari, 2019), namun ketiga varietas yang telah diidentifikasi sebelumnya belum diketahui bagaimana mekanismenya secara molekuler.

Metode yang sering digunakan untuk melihat ekspresi suatu gen adalah metode RT-PCR (*Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction*). Metode ini digunakan untuk melihat kualitas ekspresi gen melalui pembentukan DNA komplementer (cDNA) yang dibentuk dari RNA dan menghitung jumlah amplifikasi cDNA yang terbentuk. Pradnyaniti, (2013) menyatakan, amplifikasi cDNA dengan PCR membutuhkan sepasang primer (*forward dan reverse*) untuk membatasi daerah yang akan diamplifikasi. Sehingga sebelum ke tahap amplifikasi cDNA, primer yang akan digunakan perlu didesain terlebih dahulu. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui primer yang akan digunakan dalam tahap amplifikasi gen target untuk mendeteksi ekspresi gen.

Berdasarkan paparan diatas perlu dilakukan penelitian mengenai “Ekspresi gen *MDHAR* pada akar beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.) yang mendapat perlakuan cekaman kekeringan dengan menggunakan PEG”.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana urutan primer potensial untuk amplifikasi gen *Monodehydroascorbate reductase (MDHAR)* padi (*Oryza sativa* L.)?
2. Bagaimana suhu annealing optimum untuk amplifikasi gen *MDHAR* padi?
3. Bagaimana perbedaan tingkat ketahanan setiap varietas padi yang mendapat perlakuan simulasi kekeringan menggunakan PEG terhadap tingkat ekspresi gen *MDHAR*?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui urutan primer potensial untuk amplifikasi gen *Monodehydroascorbate reductase (MDHAR)* padi (*Oryza sativa* L.).
2. Mengetahui suhu annealing optimum untuk amplifikasi gen *MDHAR* padi.
3. Mengetahui perbedaan tingkat ketahanan setiap varietas padi yang mendapat perlakuan simulasi kekeringan menggunakan PEG terhadap tingkat ekspresi gen *MDHAR*.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai sumber referensi ilmiah untuk penelitian mengenai ekspresi gen *Monodehydroascorbate reductase* akar pada beberapa varietas padi dengan perlakuan simulasi kekeringan menggunakan PEG
2. Memberikan informasi mengenai mekanisme pertahanan tanaman padi dalam menghadapi cekaman

3. Menambah wawasan dibidang fisiologi tumbuhan dan dibidang molekuler
4. Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.