

**EVALUASI KETAHANAN PADI LOKAL LAMPUNG KULTIVAR  
LUMBUNG SEWU CANTIK TERHADAP CEKAMAN  
KEKERINGAN PADA FASE VEGETATIF  
MELALUI INDUKSI PEG 6000**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**MAHFUD SIDIK  
NPM.1917021049**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**EVALUASI KETAHANAN PADI LOKAL LAMPUNG KULTIVAR  
LUMBUNG SEWU CANTIK TERHADAP CEKAMAN  
KEKERINGAN PADA FASE VEGETATIF  
MELALUI INDUKSI PEG 6000**

**Oleh**

**MAHFUD SIDIK**

**Skripsi**

**Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRAK**

### **EVALUASI KETAHANAN PADI LOKAL LAMPUNG KULTIVAR LUMBUNG SEWU CANTIK TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN PADA FASE VEGETATIF MELALUI INDUKSI PEG 6000**

**Oleh**

**Mahfud Sidik**

Tanaman padi umumnya tidak tahan dengan cekaman kekeringan. Kekeringan merupakan salah satu jenis cekaman abiotik yang secara nyata dapat menurunkan produktivitas tanaman padi. Lampung memiliki kultivar padi lokal yang diklaim tahan kekeringan, terdaftar dengan nama Lumbung Sewu Cantik (LSC). Padi kultivar LSC dibudidayakan di ladang pada dataran tinggi yang memiliki kandungan air sedikit. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan pengujian ketahanan kekeringan dengan menginduksi PEG 6000 pada padi LSC dan membandingkannya dengan INPAGO 8 sebagai tanaman padi tahan kekeringan dan IR64 sebagai tanaman padi peka terhadap kekeringan. Penelitian dilakukan secara faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), faktor (A) yaitu kultivar padi (INPAGO 8, IR 64 dan LSC) dan faktorial (B) yaitu Perlakuan (PEG 0%, Tidak disiram dan Pemberian PEG 20%). Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu parameter pertumbuhan tanaman padi (tinggi tanaman, dan jumlah daun), enzim peroksidase dan anatomi padi (diameter xilem, diameter stele, kerapatan stomata, dan indeks stomata). Pengambilan data pengamatan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada saat sebelum diberi perlakuan, setelah diberi perlakuan, dan setelah pemulihan. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf  $\alpha = 0,05$ . Apabila diperoleh hasil yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa LSC memiliki respon toleran terhadap cekaman kekeringan pada parameter kerapatan stomata, indeks stomata, tinggi tanaman, enzim peroksidase, diameter xilem dan diameter stele. Respon LSC memiliki respon yang menyerupai respon Inpago 8 dan lebih baik dari respon IR64. Respon adaptasi LSC diduga menggunakan mekanisme *avoidance*, yaitu tanaman padi akan mempertahankan tekanan turgor tetap tinggi.

**Kata Kunci** : Lumbung Sewu Cantik, Kekeringan, dan PEG 6000

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF THE LOCAL RICE RESISTANCE OF LAMPUNG CULTIVAR LUMBUNG SEWU BEAUTIFUL TO STRESS DROUGHT IN THE VEGETATIVE PHASE THROUGH PEG 6000**

by

**Mahfud Sidik**

Rice plants are generally not resistant to drought stress. Drought is a type of abiotic stress that can significantly reduce the productivity of rice plants. Lampung has a local rice cultivar that is claimed to be drought resistant, registered under the name Lumbung Sewu Cantik (LSC). LSC cultivar rice is cultivated in fields in the highlands which have little water content. Therefore, this study tested drought resistance by inducing PEG 6000 in LSC rice and compared it with INPAGO 8 as a drought-resistant rice plant and IR64 as a drought-sensitive rice plant. The study was carried out factorial in a completely randomized design (CRD), factor (A) namely rice cultivars (INPAGO 8, IR 64 and LSC) and factorial (B) namely treatment (0% PEG, not watered and 20% PEG). Parameters observed in this study were rice plant growth parameters (plant height, and number of leaves), peroxidase enzymes and rice anatomy (xilem diameter, stele diameter, stomata density, and stomatal index). Retrieval of observational data was carried out 3 times, namely at the time before being given treatment, after being given treatment, and after recovery. Observational data were analysed using analysis of variance (ANOVA) at level  $\alpha = 0.05$ . If significantly different results are obtained, then a further test is carried out using the Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that LSC had a tolerant response to drought stress on the parameters of stomatal density, stomatal index, plant height, peroxidase enzymes, xilem diameter and stele diameter. The LSC response is similar to that of Inpago 8 and better than that of IR64. The LSC adaptation response is thought to use an avoidance mechanism, namely rice plants will maintain high turgor pressure.

Keywords: Drought Stress, Lumbung Sewu Cantik, and PEG 6000



Judul Skripsi

**: EVALUASI KETAHANAN PADI LOKAL  
LAMPUNG KULTIVAR LUMBUNG SEWU  
CANTIK TERHADAP CEKAMAN  
KEKERINGAN PADA FASE VEGETATIF  
MELALUI INDUKSI PEG 6000**

Nama Mahasiswa

: Mahfud Sidik

NPM

: 1917021049

Jurusan/Program Studi

: Biologi / S1 Biologi

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Menyetujui,

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dra. Yulianty, M.Si.

Lili Chrisnawati, S.Pd., M.Si.

NIP. 196507131991032002

NIP. 198808102019032014

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNILA

Dr. Jani Master, M.Si.

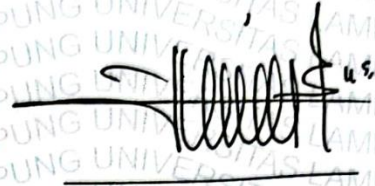
NIP. 198301312008121001



**MENGESAHKAN**

1. **Tim Penguji**

**Ketua : Dra. Yulianty, M.Si.**



**Sekretaris : Lili Chrisnawati, S.Pd., M.Si.**



**Anggota : Dra. Eti Ernawati, M.P.**



2. **Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197110012005011002



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 Juli 2023**



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Mahfud Sidik  
NPM : 1917021049  
Jurusan : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenarnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul

**“EVALUASI KETAHANAN PADI LOKAL LAMPUNG KULTIVAR  
LUMBUNG SEWU CANTIK TERHADAP CEKAMAN  
KEKERINGAN PADA FASE VEGETATIF  
MELALUI INDUKSI PEG 6000”**

Baik data, gagasan, serta pemaparannya adalah **benar** karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika yang berlaku serta memastikan bahwa karya ini bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dan mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 25 Juli 2023

Yang Menyatakan



**Mahfud Sidik**

NPM.1917021049

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gedong Tataan, Pesawaran pada tanggal 26 September 1999, Sebagai anak pertama dari 2 bersaudara, dari Bapak Sunaryo dan Ibu Suratmi.

Menempuh pendidikan di SDN 4 Cipadang, diselesaikan tahun 2012. Sekolah Menengah Pertama di SMP N 3 Gedong Tataan, diselesaikan tahun 2015. Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Gedong Tataan, diselesaikan tahun 2018.

Tahun 2019, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum beberapa matakuliah bidang botani (Fisiologi Tumbuhan, Botani Tumbuhan Rendah, Botani Tumbuhan Tinggi, Palinologi, Mikroteknik Tumbuhan, Biosistematika Tumbuhan, dan Ekologi) dan aktif di organisasi internal kampus, Badan Eksekutif mahasiswa (BEM) FMIPA Unila (staff ahli) tahun 2020, Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) FMIPA Unila (ketua komisi 3) tahun 2021, dan DPM FMIPA Unila (ketua umum) tahun 2022. Penulis melakukan praktik kerja lapangan di PT. Suhita Lebah Indonesia pada tahun 2022 dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Agropeni, Kec.Sumberejo, Kabupaten Tanggamus pada tahun 2022.



Penulis pernah menjadi finalis PIMNAS Program Kreativitas Mahasiswa bidang Gagasan Futuristik Konstruktif (PKM-GFK) tahun 2021 dan lolos pendanaan PKM bidang Pengabdian Masyarakat (PM) tahun 2022, serta mendapat Gold medali pada acara World Science, Environment and Engineering Competition (WSEEC) yang di selenggarakan oleh Universitas Indonesia dan Indonesian Young Scientist Association (IYSA) tahun 2022, Gold medali pada acara Indonesia International Invention Expo (IIEX) yang diselenggarakan oleh Politeknik Negeri Semarang dan (IYSA) tahun 2022. Penulis juga memperoleh HKI cipta video (3), HKI buku (1), dan HKI desain arsitektur (1) serta memiliki publikasi buku yang berjudul **“Panduan Budidaya Lebah Tanpa Sengat (Stingless Bee)”** Penerbit **CV. Eureka Media Aksara** tahun 2022, Jurnal Internasional yang ter indeks **Scopus** dan beberapa Jurnal Nasional yang ter indeks **SINTA** dan **Google Scholar**.

## **PERSEMBAHAN**

*Segala puji dan syukur kepada Allah SWT. atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, maka ku persembahkan skripsi ini kepada :*

*Kedua Orang Tua Ku Tersayang,*

*Bapak dan Ibu yang tiada henti mendoakan yang terbaik untuk anakmu ini, yang telah membesarkan dan mendidik ku dengan sepenuh hati, yang selalu mencurahkan cinta dan kasih sayang setiap waktu, dan yang memberi semangat serta motivasi ketika aku mulai lelah melangkah.*

*Terima kasih pak... Terima kasih bu...*

*Dari: Aku, anakmu.*

### *Motto*

*"Wahai jiwa yang tenang, kembalilah kepada Tuhanmu dengan hati yang ridho dan diridhoi-nya. Maka masuklah ke dalam golongan hamba-hambaku, dan masuklah ke dalam surga-ku".*

*(Q.S. Al-Fajr : 27-30)*

*"Adil Berfikir Ikhlas Dalam Berkarya"*



## SANWACANA

Alhamdulillahirobbil ‘alamiin, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menempuh pendidikan strata satu dan berhasil menyelesaikan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di Universitas Lampung yaitu skripsi yang berjudul “Evaluasi Ketahanan Padi Lokal Lampung Kultivar Lumbung Sewu Cantik Terhadap Cekaman Kekeringan pada Fase Vegetatif Melalui Induksi PEG 6000”. Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kendala dan kekurangan. Namun dengan ridho dari Allah SWT serta dari berbagai pihak yang terlibat, kendala - kendala yang dihadapi dapat teratasi dengan baik. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku dekan FMIPA Unila;
2. Bapak Dr. Jani Master, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi;
3. Ibu Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi S1 Biologi;
4. Ibu Dra. Yulianty, M.Si. selaku pembimbing utama atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Ibu Lili Chrisnawati, S.Pd., M.Si. selaku pembimbing kedua atas kesediaannya memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
6. Ibu Dra. Eti Ernawati, M.P. selaku penguji utama pada ujian skripsi. Terima kasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar proposal dan hasil terdahulu;
7. Bapak Ir. Salman Farisi, M.Si. selaku Pembimbing Akademik penulis;
8. Bapak Priyambodo. S.Pd., M.Sc. selaku dosen yang selalu membimbing penulis di event perlombaan yang diikuti;
9. Bapak dan Ibu dosen serta segenap karyawan di Jurusan Biologi, FMIPA, Unila;

10. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Sunaryo dan Ibu Suratmi yang tidak henti-hentinya mendoakan penulis, memberikan semangat, kasih sayang, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama ini;
11. Adik penulis, Lita Dwi Saputri yang selalu memberikan semangat serta kebahagiaan kepada penulis;
12. Rekan satu tim penelitian (Pengamatan Padi), Ani Andri Yani . Terima kasih atas kerjasama, kebersamaan, bantuan dan dukungannya selama penelitian;
13. Rekan organisasi dan belajar yang selalu memberikan motivasi serta semangat (Lousanja Dira Sa'uddah);
14. Squad Graphene (M. Ali Maghfiratti, Tri Lestari, Jensa Yuswantoro, Alinil Masruroh, Prihatini, Ahmad Isro, Hikmah Nurcahayaniati, Cindi Pebrianti dan Syaima Camila) terimakasih untuk kebersamaan nya dan perjuangannya dalam berorganisasi di DPM FMIPA Unila 2022.
15. Squad Tim PKM-GFK (Eva Selviana, Putri Septiarini dan Kishy Dea Herlanda) dan Squad tim PKM-PM (Lousanja Dira Sa'uddah, Ani Andri Yani, Indah Ayu Lestari) terimakasih atas pengalamannya;
16. Sahabat kecil penulis (Muhammad Mufid Ridho) atas bantuan dan suportnya selama sama-sama kuliah di Unila.
17. Teman-teman biologi angkatan 2019, terkhusus untuk kelas B(est).
18. Teman, Kakak, dan adik tingkat serta semuanya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga kebaikan yang telah diberikan menjadi amalan baik dan mampu mengundang segala kebaikan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun harapannya semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 25 Juli 2023

**Mahfud Sidik**

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Kerangka Penelitian.....	4
1.4. Hipotesis .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Tanaman Padi.....	6
2.1.1 Morfologi Padi.....	7
2.1.2 Klasifikasi Tanaman Padi .....	10
2.1.3 Habitat dan syarat Tumbuh Padi.....	11
2.1.4 Fase Pertumbuhan Padi .....	13
2.1.5 Padi kultivar Lumbang Sewu Cantik.....	15
2.2 Cekaman Kekeringan .....	15
2.3 Polyethylen Glycol (PEG) 6000.....	16
2.4 Efek Kekeringan pada Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Padi ...	16
2.5 Adaptasi Kekeringan Tanaman Padi .....	17
2.6 Indikator Pengamatan.....	19
2.6.1 Aktivitas Enzim Peroksidase .....	19
2.6.2 Stomata .....	19
2.6.3 Diameter Xilem dan Stele.....	20
2.6.4 Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun.....	21
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>23</b>
3.1 Waktu dan tempat .....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.3 Rancangan Percobaan .....	23
3.4 Bagan Alir Penelitian .....	25
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	26
3.5.1 Sterilisasi Benih Padi.....	26
3.5.2 Perendaman dan Seleksi Benih Padi .....	26



3.5.3 Tahap Perkecambahan Benih .....	26
3.5.4. Penanaman.....	26
3.5.5. Pemberian Perlakuan .....	27
3.6 Pengamatan Parameter .....	27
3.6.1 Parameter Pertumbuhan.....	27
3.6.2 Enzim Peroksidase.....	28
3.6.3 Pengamatan Anatomi Daun dan Akar Padi .....	28
3.7 Analisis Data .....	29
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1 Hasil .....	30
4.1.1. Kerapatan stomata .....	30
4.1.2 Indeks Stomata .....	33
4.1.3. Jumlah Daun .....	36
4.1.4. Tinggi Tanaman.....	38
4.1.8. Enzim Peroksidase.....	41
4.1.9. Diameter Xilem .....	45
4.1.10. Diameter Stele .....	46
4.2 Pembahasan.....	47
4.2.1 Kerapatan Stomata.....	47
4.2.2 Indeks Stomata .....	49
4.2.3 Jumlah Daun .....	50
4.2.4 Tinggi Tanaman.....	51
4.2.5 Enzim Peroksidase.....	53
4.2.6 Diameter Xilem .....	55
4.2.7 Diameter Stele .....	56
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1. Simpulan .....	58
5.2. Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi tanaman padi .....	8
2. Fase pertumbuhan padi .....	14
3. Bagan alir penelitian .....	25
4. Pengaruh interaksi kerapatan stomata pengamatan ke-2 .....	31
5. Pengaruh interaksi kerapatan stomata pengamatan ke-3 .....	32
6. Pengaruh Kultivar dan Perlakuan Cekaman pada indeks stomata pengamatan ke-1 .....	33
7. Pengaruh Interaksi faktor terhadap indeks stomata pengamatan ke-2 .....	34
8 Pengaruh Kultivar dan perlakuan cekaman terhadap indeks stomata .....	35
9. Pengaruh Kultivar terhadap jumlah daun pengamatan ke-1 .....	36
10. Grafik Rata-rata jumlah daun pengamatan 1-3.....	38
11. Pengaruh kultivar terhadap tinggi tanaman pada pengamatan ke-1 .....	39
12. Pengaruh interaksi faktor terhadap tinggi tanaman padi pada pengamatan ke-2 .....	40
13. Pengaruh kultivar terhadap tinggi tanaman pada pengamatan ke-3.....	41
14. Pengaruh kultivar terhadap aktivitas enzim peroksidase pada pengamatan ke-1 .....	42

15. Pengaruh interaksi terhadap aktivitas enzim peroksidase pada pengamatan ke-2.....	43
16. Grafik Rata-rata kadar aktivitas enzim peroksidase pengamatan 1-3 .....	44
17. Pengaruh interaksi terhadap diameter xilem.....	45
18. Pengaruh interaksi terhadap diameter stele .....	46



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi Taraf Masing-masing Faktor perlakuan .....	24
2. Rancangan acak lengkap .....	24
3. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap kerapatan stomata pengamatan ke-1 .....	30
4. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap kerapatan stomata pengamatan ke-2 .....	31
5. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap kerapatan stomata pengamatan ke-3 .....	32
6. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap indeks stomata pengamatan ke-1 .....	33
7. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap indeks stomata pengamatan ke-2 .....	34
8. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap indeks stomata pada pengamatan 3 .....	35
9. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap jumlah daun pengamatan ke-1 .....	36
10. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap jumlah daun pengamatan ke-2 .....	37
11. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap jumlah daun pengamatan ke-3 .....	37
12. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap tinggi tanaman pengamatan ke-1 .....	38
13. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap tinggi tanaman pengamatan ke-2 .....	39
14. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap tinggi tanaman pengamatan ke-3 .....	40
15. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap aktivitas enzim peroksidase pengamatan ke-1 .....	41
16. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap aktivitas enzim peroksidase pengamatan ke-2 .....	42
17. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap aktivitas enzim peroksidase pengamatan ke-3 .....	44

18. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap diameter xilem .....	45
19. Pengaruh kultivar dan perlakuan terhadap diameter stele.....	46
20. Tes normalities data pengamatan ke-1 .....	71
21. Tes normalities data pengamatan ke-2 .....	72
22. Tes normalities data pengamatan ke-3 .....	73
23. Tes homogenitas data pengamatan ke-1 .....	74
24. Tes homogenitas data pengamatan ke-2.....	75
25. Tes homogenitas data pengamatan ke-3.....	76
26. Hasil uji MANOVA pengamatan ke-1 .....	77
27. Hasil uji MANOVA pengamatan ke-2 .....	78
28. Hasil uji MANOVA pengamatan ke-3 .....	79

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Padi merupakan tanaman tahunan yang bisa ditanam di seluruh dunia dalam kondisi iklim yang beragam, termasuk daerah tropis, subtropis, tropis semi kering, dan iklim sedang. Di Indonesia padi menjadi makanan pokok bagi 90% total penduduknya (Nikmah dan Musni, 2019). Padi membutuhkan air yang cukup, dalam siklus hidupnya untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal dan hasil yang tinggi (Naqibullah *et al.*, 2022). Tanaman padi umumnya tidak tahan dengan cekaman kekeringan. Oleh sebab, itu kekeringan menjadi salah satu faktor yang menghambat dalam produksi padi. Produksi padi pada tahun 2021 mengalami penurunan yang cukup signifikan dari tahun 2020. Produksi padi di Indonesia pada tahun 2021 adalah 45,52 juta ton gabah kering giling (GKG) atau 26,23 juta ton beras, sedangkan pada tahun 2020 adalah 55,16 juta ton GKG atau 31,63 juta ton beras (BPS, 2021). Perubahan iklim semakin memperburuk pasokan beras nasional (Wening *et al.* 2019),

Kekeringan merupakan salah satu jenis cekaman abiotik yang secara nyata dapat menurunkan produktivitas tanaman padi. Kekeringan berkaitan dengan kelangkaan air di dalam tanah yang pada gilirannya menyebabkan tanaman menyerap air dalam jumlah yang tidak mencukupi, sehingga menghambat pertumbuhan karena metabolisme yang buruk. Kekeringan dapat terjadi dikarenakan rendahnya curah hujan dalam periode yang panjang sehingga menyebabkan pasokan air berkurang (Sujinah dan Jamil, 2016). Kondisi ini dapat mengakibatkan tanaman hortikultura seperti padi hasil produksinya menurun bahkan mengalami resiko gagal panen sehingga dapat mengancam ketahanan pangan nasional (Sugiarto dkk., 2018).

Kondisi kekeringan dapat memicu stres bagi tanaman dan menyebabkan penurunan produktivitas dan kualitas produksi (Ahmad *et al.*, 2020). Kondisi kekeringan akan mempengaruhi morfologi, fisiologi, anatomi, dan biokimia pada tanaman padi (Koda *et al.*, 2017). Kondisi kekeringan juga dapat menurunkan aktivitas fotosintesis tanaman yang berimbas pada penurunan produktivitas tanaman (Moonmoon and Islam 2017). Cekaman kekeringan juga menyebabkan penurunan tinggi tanaman, berat kering tanaman, rasio tajuk akar, kadar air relatif daun serta meningkatkan skor penggulungan dan pengeringan daun (Samyuni dkk 2015). Perubahan morfologi dan fisiologi tanaman padi akibat kekeringan menyebabkan terhambatnya penyerapan nutrisi, penambahan sel, penurunan aktivitas enzim serta penutupan stomata yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman padi (Afrianingsih *et al.*, 2018). Hasil penelitian Ichsan (2021) menemukan bahwa kekeringan menyebabkan penurunan berat biji berisi per rumpun dan potensi hasil.

Cekaman kekeringan berdampak negatif terhadap hasil panen karena kekeringan dapat terjadi pada berbagai fase pertumbuhan tanaman padi (Ichsan *et al.*, 2021a). Tanaman padi yang mengalami kekeringan pada fase vegetatif mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan akar dan daun sehingga menurunnya persentase jumlah anakan dan jumlah malai perumpun (Jati, 2020; Ichsan *et al.*, 2021a,b). Diperkuat oleh Sulistyio dkk (2016), bahwa fase vegetatif yang mengalami cekaman kekeringan dapat menghambat pertumbuhan jumlah anakan, tinggi tanaman, dan jumlah daun. Selain itu, kekeringan yang terjadi pada fase vegetatif dapat menunda pembungaan sekitar 2-5 minggu (Hariyono, 2014; Ichsan *et al.*, 2020a). Upaya untuk mengatasi dampak negatif kekeringan terhadap produksi tanaman padi, dapat dilakukan melalui pengembangan padi yang tahan terhadap cekaman kekeringan. Salah satunya dengan memanfaatkan potensi padi lokal. Padi lokal secara alami memiliki ketahanan terhadap kondisi agroekosistem seperti kekeringan karena telah beradaptasi, sehingga varietas lokal pada umumnya memiliki mutu yang tinggi (Sitaresmi dkk., 2013).

Lampung memiliki tiga kultivar padi lokal yang terdaftar dengan nama Lumbung Sewu Cantik, Sirenik, dan Ampai Merah (Adriyani *et al.*, 2019). Padi kultivar Lumbung Sewu Cantik merupakan padi yang memiliki potensi tahan kering yang banyak dibudidayakan pada dataran tinggi. Penggunaan plasma nutfah lokal perlu dilestarikan sebagai sebagai sumber daya genetik dalam pemuliaan tanaman untuk memperoleh varietas unggul yang tahan terhadap cekaman kekeringan (Sitaresmi *et al.*, 2013; Irsam *et al.*, 2016). Oleh karena itu, guna mengetahui lebih jauh ketahanan padi Lumbung Sewu Cantik terhadap kekeringan perlu diadakan pengujian dalam skala laboratorium.

Pengujian cekaman kekeringan pada skala laboratorium dapat menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) untuk cekaman kekeringan. PEG dipilih karena dapat menurunkan potensial air media sehingga dapat digunakan untuk meniru kondisi potensial air tanah. PEG 6000 pada konsentrasi tertentu dapat menginduksi kondisi kekurangan air sebagaimana terjadi pada tanah yang mengalami kekeringan (Mirbahar *et al.*, 2013), sehingga dapat berpengaruh terhadap karakter-karakter fisiologis dini tanaman padi (Daksa *et al.*, 2014). Larutan PEG 6000 dengan konsentrasi 20% dapat mengkarakterisasikan varietas padi yang tahan terhadap cekaman kekeringan (Maisura *et al.*, 2017). Pemberian PEG juga dapat mempengaruhi klorofil pada padi (Putri *et al.*, 2022). Studi sebelumnya memperlihatkan bahwa PEG 20% mampu memicu adaptasi terhadap kekeringan padi lumbung sewu cantik dibandingkan PEG 10% (Chrisnawati *et al.*, 2021). Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian ketahanan kekeringan padi Lumbung Sewu Cantik dan membandingkannya dengan INPAGO 8 sebagai tanaman padi tahan kekeringan dan IR64 sebagai tanaman padi peka terhadap kekeringan.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi respon toleransi kekeringan padi lokal Lampung kultivar Lumbang Sewu Cantik pada fase vegetatif berdasarkan indikator fisiologis (aktivitas enzim peroksidase), anatomi (kerapatan stomata, indeks stomata, diameter xilem dan stele) dan Parameter pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan jumlah daun).
2. Membandingkan respon fisiologis, anatomi dan pertumbuhan padi lokal Lampung kultivar Lumbang Sewu Cantik dengan kontrol positif (kultivar INPAGO 8) yang toleran terhadap cekaman kekeringan pada fase vegetatif.
3. Membandingkan respon fisiologis, anatomi dan pertumbuhan padi lokal Lampung kultivar Lumbang Sewu Cantik dengan kontrol negatif (varietas IR 64) yang toleran terhadap cekaman kekeringan fase vegetatif.

## 1.3. Kerangka Penelitian

Lumbang Sewu Cantik merupakan kultivar padi lokal Lampung yang dibudidayakan di dataran tinggi atau lahan kering. Keterbatasan pengairan menjadi kendala utama dalam menanam padi. Kekurangan air sangat berpengaruh pada aktivitas fisiologi tanaman sehingga pertumbuhan tanaman padi akan terhambat. Gangguan metabolisme akibat kekeringan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan dapat menurunkan produktivitas tanaman. Upaya untuk mengatasi kendala ini dapat dilakukan dengan mengembangkan varietas tanaman padi yang tahan terhadap kekeringan dengan menganalisis karakter toleransinya. Dalam penelitian ini jenis padi lokal yang akan dikembangkan sebagai tanaman padi yang tahan terhadap cekaman kekeringan adalah padi lokal Lampung kultivar Lumbang Sewu Cantik. Senyawa kimia yang biasa digunakan untuk menginduksi kekurangan air pada media tanam adalah *Polyethylene Glycol* (PEG) dengan bobot molekul 6000. Pemberian PEG 6000 dengan konsentrasi tertentu pada media



tanam dapat menghambat penyerapan air oleh tanaman padi. Kondisi ini terjadi karena PEG 6000 dapat menurunkan potensial air media. Semakin tinggi konsentrasi PEG semakin banyak subtilen yang mengikat molekul air sehingga air tidak tersedia bagi tanaman dan akhirnya tanaman mengalami cekaman kekeringan. Varietas padi yang toleran cekaman kekeringan akan mengalami proses penyesuaian osmotik, salah satunya penyesuaian fisiologis tanaman. Salah satu indikator perubahan fisiologis tanaman adalah peningkatan aktivitas enzim peroksidase saat tercekam kekeringan. Diameter xilem, diameter stele, Indeks dan kerapatan stomata juga dapat menjadi indikator perubahan anatomi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Hasil analisis pertumbuhan padi lokal Lampung kultivar Lumbung Sewu Cantik 21, 36 dan 60 HST yang diinduksi PEG 6000 dapat dijadikan informasi kajian awal untuk mengetahui karakter fisiologis padi yang toleran terhadap cekaman kekeringan.

#### **1.4. Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Indikator fisiologis aktivitas (enzim peroksidase) akan meningkat pada padi lokal kultivar LSC setelah diinduksi cekaman kekeringan.
2. Indikator anatomi (kerapatan stomata, indeks stomata, diameter xilem dan stele) akan memberikan respon toleran pada LSC.
3. Padi lokal Lampung kultivar Lumbung Sewu Cantik memberikan respon fisiologis, anatomi dan pertumbuhan yang sama dengan kontrol positif (varietas INPAGO 8) setelah diinduksi cekaman kekeringan.
4. Padi lokal Lampung kultivar Lumbung Sewu Cantik memberikan respon fisiologis, anatomi dan pertumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan dengan kontrol negatif (varietas IR 64) setelah diinduksi cekaman kekeringan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Padi

Padi termasuk marga *Oryza* yang meliputi lebih kurang 25 spesies. Sekarang terdapat dua spesies tanaman padi yang dibudidayakan yaitu *Oryza sativa* L. dan *Oryza glaberrima* Steud. *Oryza sativa* berkembang menjadi tiga varietas sesuai dengan ekogeografisnya yaitu indica, japonica, dan javanica (Norsalis, 2011). Padi (*Oryza sativa* L.) termasuk ke dalam suku Poaceae dan merupakan tanaman semusim (Kodir *et al.*, 2016). Berdasarkan distribusi geografis dan karakteristik morfologinya, padi dapat dibedakan menjadi dua sub spesies, yaitu japonica dan indica. Padi indica dibudidayakan di Asia Tenggara dan japonica merupakan tanaman temperate di Asia Timur, dataran tinggi Asia Tenggara, dan Asia Selatan (Kohyama *et al.*, 2016).

Spesies *Oryza sativa* L. dibagi atas 2 golongan yaitu utilisima (beras biasa) dan glukotin (ketan). Golongan utilisima dibagi 2 yaitu communis dan minuta. Golongan yang banyak ditanam di Indonesia adalah golongan communis yang terbagi menjadi sub spesies yaitu indica (padi bulu) dan sinica (padi cere/japonica). Perbedaan mendasar antara padi bulu dan cere mudah terlihat dari ada tidaknya ekor pada gabahnya. Padi cere tidak memiliki ekor sedangkan padi bulu memiliki ekor (Santoso, 2011).

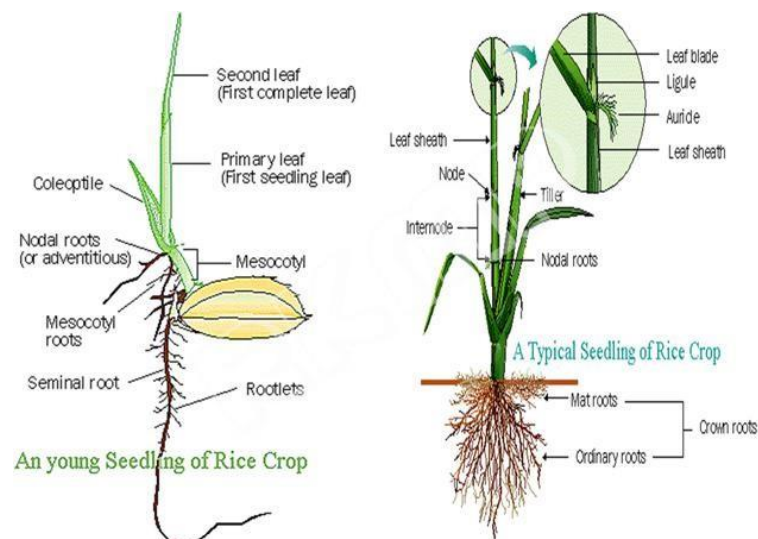
Pertumbuhan padi terdiri atas 3 fase, yaitu fase vegetatif, reproduktif dan pemasakan. Fase vegetatif dimulai dari saat berkecambah sampai dengan primordial malai, fase reproduktif terjadi saat tanaman berbunga dan fase pemasakan dimulai dari pembentukan biji sampai panen yang terdiri atas 4 stadia yaitu stadia masak susu, stadia masak kuning, stadia masak penuh dan stadia masak mati (Hidayati dkk 2017)

## 2.1.1 Morfologi Padi

### 2.1.1.1 Akar

Terdapat dua macam perakaran padi yaitu akar seminal yang tumbuh dari radikula (akar primer) pada saat berkecambah, dan akar adventif (akar sekunder) yang bercabang dan tumbuh dari buku batang muda bagian bawah. Radikula (akar primer) yaitu akar yang tumbuh pada saat benih berkecambah sedangkan akar sekunder tumbuh dari akar buku batang setelah tanaman berumur 5-6 hari (Agronomiunhas, 2015). Bagian akar yang telah dewasa dan telah mengalami perkembangan berwarna coklat, sedangkan akar yang masih muda berwarna putih. Struktur akar padi yang bercabang dan merata membantu tanaman padi menyerap nutrisi dengan efisien dan menjaga kestabilan tanaman di dalam tanah yang lembut (Kano-Nakata, *et al.* 2013). Letak susunan akar tidak dalam, berkisar pada kedalaman 20-30 cm. Akar padi memiliki rambut akar yang terdapat pada ujung-ujung akar, berperan dalam penyerapan air dan nutrisi dengan meningkatkan luas permukaan penyerapan (Suralta, *et al.* 2013).

Sistem perakaran tanaman padi adalah serabut, yang sangat efektif dalam penyerapan hara akan tetapi peka terhadap kondisi tanah yang kering. Akar tanaman padi terdapat jaringan *aerenchym* yang berfungsi untuk menyediakan oksigen di daerah perakaran ketika tanaman padi tergenang air. Saluran *aerenchym* memiliki bentuk menyerupai pipa yang memanjang sampai ujung daun (Purwono dan Purnawati, 2007). Akar seminal mempunyai bagian akar lagi yang disebut akar samping yang keluar dari akar seminal, bentuk dan panjangnya sama dengan akar seminal. (Gambar 1)



Gambar 1. Morfologi tanaman padi (Dinas pertanian Kab. Sampang 2016)

### 2.1.1.2 Batang

Batang tanaman padi tersusun atas rangkaian ruas-ruas. Antara ruas satu dengan ruas lainnya dipisahkan oleh buku. Ruas batang padi memiliki rongga didalamnya yang berbentuk bulat. Ruas batang dari atas ke bawah semakin pendek. Pada tiap-tiap buku terdapat sehelai daun. Di dalam ketiak daun terdapat kuncup yang tumbuh menjadi batang. Pada buku yang terletak paling bawah, mata-mata ketiak yang terdapat antara ruas batang dan daun, tumbuh menjadi batang sekunder yang serupa dengan batang primer. Batang-batang sekunder ini akan menghasilkan batang-batang tersier dan seterusnya, peristiwa ini disebut pertunasan. Tinggi tanaman padi dapat digolongkan dalam kategori rendah 70 cm dan tertinggi 160 cm. Adanya perbedaan tinggi tanaman pada suatu varietas disebabkan oleh pengaruh lingkungan (Wati, 2015).

### **2.1.1.3 Daun**

Daun padi berbentuk pita, terdiri dari pelepah dan helai daun. Perbatasan antara kedua bagian tersebut terdapat lidah dan di sisinya terdapat daun telinga. Daun yang keluar terakhir disebut daun bendera. Tepat di daun bendera berada, timbul ruas yang menjadi malai yang terdiri atas sekumpulan bunga. Daun yang terakhir keluar dari batang membungkus malai atau bunga padi pada saat fase generatif (bunting), dikelompokkan menjadi 4 yaitu ; 1) Tegak (kurang dari 30°). 2) Agak tegak sedang (45°). 3) Mendatar (90°). 4) Terkulai (>90°) (Suharno dkk, 2010).

### **2.1.1.4 Malai**

Malai adalah sekumpulan bunga padi (spikelet) yang keluar dari buku paling atas. Bulir-bulir padi terletak pada cabang pertama dan cabang kedua, sedangkan sumbu utama malai adalah ruas buku yang terakhir pada batang. Panjang malai tergantung pada varietas padi yang ditanam dan cara bercocok tanam. Panjang malai dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu malai pendek kurang dari 20 cm, malai sedang antara 20-30 cm, dan malai panjang lebih dari 30 cm (Rahayu *et al.*, 2018).

### **2.1.1.5 Buah**

Buah tanaman padi disebut dengan gabah, sebenarnya adalah putih lembaganya (endosperm) dari sebutir buah yang erat berbalutkan kulit ari. Lembaga yang kecil itu menjadi bagian yang tidak ada artinya. Beras yang dianggap baik kualitasnya adalah beras yang berbutir besar panjang dan berwarna putih jernih serta mengkilat. Gabah yang kering tidak akan kehilangan viabilitasnya selama 2 tahun apabila disimpan secara kering.

Bentuk panjang dan lebar gabah dikelompokkan berdasarkan rasio antara panjang dan lebar gabah. Dapat dikelompokkan menjadi bulat (1,0), agak bulat (1,1-2,0), sedang (2,1-3,0), dan ramping panjang (lebih dari 3,0) (Wibowo, 2010).

#### **2.1.1.6 Anakan Padi**

Anakan pada tanaman padi tumbuh setelah kemunculan daun kelima, tanaman akan membentuk anakan bersamaan dengan berkembangnya tunas baru. Anakan muncul dari tunas aksial (axillary) pada buku batang dan menggantikan tempat daun serta tumbuh dan berkembang. Setelah tumbuh (emerging), anakan pertama memunculkan anakan sekunder, demikian seterusnya hingga anakan tumbuh maksimal. Menurut (Moonmoon and Islam, 2017) pada fase pembentukan anakan dan inisiasi malai tanaman padi lebih rentan terhadap kekeringan.

#### **2.1.2 Klasifikasi Tanaman Padi**

Genus *Oryza* memiliki 20 spesies, tetapi yang dibudidayakan adalah *Oryza sativa* L. di Asia, dan *Oryza glaberrima* Steud di Afrika (Sugiarto., 2018). Klasifikasi padi menurut sistem *Angiosperm Phylogeny Group* (APG) II adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae  
 Divisi : Magnoliophyta  
 Kelas : Liliopsida  
 Bangsa : Poales  
 Suku : Poaceae  
 Marga : *Oryza*  
 Jenis : *Oryza sativa* L.



## **2.1.3 Habitat dan syarat Tumbuh Padi**

### **2.1.3.1 Habitat**

Padi merupakan tanaman yang membutuhkan banyak air, oleh karena itu pengaturan pengairan yang tepat sangat penting dalam budidaya padi. Habitat padi yang kurang ideal harus dilengkapi dengan sistem pengairan yang efektif untuk memastikan tanaman mendapatkan kebutuhan air yang cukup (Supriyadi, 2018). Faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan curah hujan memainkan peranan penting dalam pertumbuhan dan produksi padi. Kondisi lingkungan yang ideal harus dipertahankan selama masa pertumbuhan dan masa panen untuk memastikan kualitas dan kuantitas hasil yang optimal (Purwanto, 2020). Habitat padi yang ideal adalah pada lahan dengan ketinggian 0-1000 meter di atas permukaan laut, suhu rata-rata 25-30°C, curah hujan rata-rata 2000-3000 mm/tahun, dan tanah dengan pH 5,5-7,5 (BKPPP Aceh, 2009).

### **2.1.3.2 Iklim**

Iklim adalah abstraksi dari cuaca, yaitu gabungan pengaruh curah hujan, sinar matahari, kelembaban nisbi dan suhu serta kecepatan angin terhadap pertanaman (tumbuhan). Air yang dikandung dalam bentuk air kapiler, air terikat atau lapis air tanah, kesemuanya berasal dari air hujan, curah hujan yang sesuai untuk tanaman padi yaitu 1500-2000 mm/tahun. Sinar matahari merupakan sumber energi yang memungkinkan berlangsungnya fotosintesis pada daun, kemudian melalui respirasi energi tersebut dilepas kembali. Penyinaran matahari harus penuh sepanjang hari tanpa ada naungan. Kelembaban nisbah mencerminkan defisit uap air di udara. Suhu berpengaruh

terhadap proses fotosintesis, respirasi dan agitasi molekul-molekul air di sekitar stomata daun. Suhu harian rata-rata 25-29°C. Sehingga dapat dikatakan bahwa yang mempengaruhi transpirasi adalah kelembaban nisbi dan suhu, sedangkan yang mempengaruhi laju transpirasi adalah kecepatan angin (BKPPP Aceh. 2009).

### **2.1.3.3 Tanah**

Tekstur yang sesuai untuk pertanaman padi belum dapat ditentukan secara pasti. Pertanaman padi tidak dijumpai di lahan berkerikil lebih dari 35% volume. Pada tanah berpasir, berlempung kasar, dan berdebu kasar sampai kedalaman 50 cm, jarang dijumpai pertanaman padi kecuali bila lapisan bawah bertekstur halus sehingga dapat menahan kehilangan air oleh perkolasi, Ketinggian tempat 0-1500 mdpl. Kelas drainase dari jelek sampai sedang. Tekstur tanah lempung liat berdebu, lempung berdebu, lempung liat berpasir. Kedalaman akar >50 cm. KTK lebih dari sedang dan pH berkisar antara 5,5-7. Kandungan N total lebih dari sedang, P sangat tinggi, K lebih dari sedang, dan kemiringan 0-3% (Ismunadji dkk, 1988)

### **2.1.3.4 Cahaya Matahari**

Cahaya matahari adalah sumber energi utama bagi proses fotosintesis yang terjadi pada tanaman padi. Cahaya matahari memberikan energi yang diperlukan untuk konversi karbon dioksida menjadi glukosa, yang digunakan oleh tanaman sebagai bahan bakar untuk pertumbuhan dan pembentukan jaringan baru. Selain itu, cahaya juga mempengaruhi berbagai proses fisiologis dalam tanaman, seperti pembentukan daun,

pembungaan, pembentukan batang, dan pengaturan pembukaan stomata (Surya *et al.* 2018) .

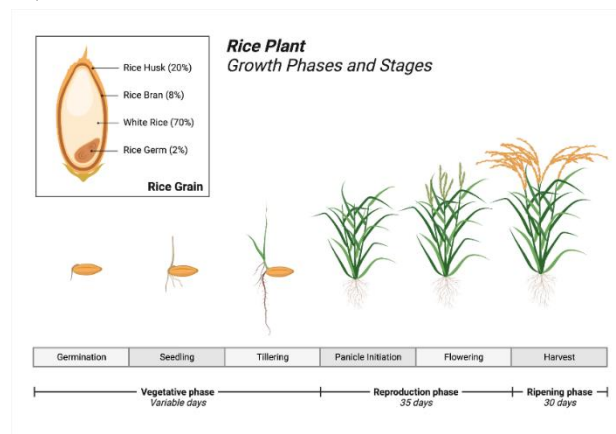
Intensitas cahaya mempengaruhi proses fotosintesis dalam tanaman padi. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa padi memiliki respons positif terhadap intensitas cahaya yang tinggi. Cahaya matahari yang cukup memberikan energi yang dibutuhkan oleh tanaman untuk menghasilkan cukup karbohidrat, yang merupakan sumber utama pertumbuhan dan produksi tanaman padi (Murchie, E.H. dan Hubbart, S. 2019). Selain itu, durasi cahaya juga penting bagi pertumbuhan padi. Padi adalah tanaman fotoperiodik, yang berarti pertumbuhannya dipengaruhi oleh durasi cahaya siang dan malam. Padi umumnya membutuhkan durasi cahaya siang yang cukup panjang untuk mencapai potensi pertumbuhan maksimal. Durasi cahaya yang terlalu pendek atau terlalu panjang dapat mempengaruhi perkembangan fase vegetatif dan generatif tanaman padi (Chen *et al* 2018). Kualitas cahaya juga mempengaruhi pertumbuhan padi. Tanaman padi merespons spektrum cahaya yang berbeda, terutama dalam rentang panjang gelombang biru dan merah. Cahaya biru dan merah memiliki peran khusus dalam mengatur pertumbuhan dan pembungaan padi. Spektrum cahaya yang tepat dapat mempengaruhi perkembangan morfologi tanaman dan produksi hasil (Takahashi *et al.* 2021)

#### **2.1.4 Fase Pertumbuhan Padi**

Pertumbuhan tanaman padi dibagi dalam tiga fase, yaitu fase vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan bakal malai/primordial), fase generatif/reproduktif (primordial sampai pembungaan), dan fase pematangan (pembungaan sampai gabah matang) (Gambar 1). Fase

vegetatif merupakan fase pertumbuhan organ-organ vegetatif, seperti penambahan jumlah anakan, tinggi tanaman, bobot, dan luas daun (Ikhwani dkk 2019). Pembentukan primordia tanaman padi keluarinya pada umur 50 hari setelah tanam. Tahap reproduktif tanaman padi dimulai dari keluarinya primordia sampai berbunga. Tinggi dan berat jerami bertambah dengan cepat. Fase reproduksi tanaman padi dibagi menjadi empat macam fase yaitu fase pertumbuhan primordia, fase pemanjangan tunas, fase munculnya heading, fase munculnya bunga tanaman padi. Booting adalah bagian yang terbentuk setelah munculnya malai kira-kira 16 hari setelah inisiasi malai akan kehilangan pelepah daun yang membengkok (Wibowo dan Puji, 2010).

Fase reproduktif terjadi saat tanaman berbunga, dengan lama fase reproduktif untuk kebanyakan varietas padi di daerah tropis umumnya 35 hari dan fase pematangan sekitar 30 hari. Perbedaan masa pertumbuhan ditentukan oleh lamanya 10 fase vegetatif (Makarim, 2009). Fase pemasakan dimulai dari pembentukan biji sampai panen yang terdiri atas 4 stadia yaitu stadia masak susu, stadia masak kuning, stadia masak penuh dan stadia masak mati (Santoso, 2008). Fase pemasakan tanaman padi ketika terbentuknya bulir padi yang berisi sampai berwarna kuning-kekuningan dan berat malai bertambah dengan cepat sedangkan berat jerami semakin menurun. Fase pemasakan tersebut merupakan tanda tanaman padinya siap dipanen (Wibowo dan Puji, 2010).



Gambar 2. Fase pertumbuhan padi (Gigih 2011)

### **2.1.5 Padi kultivar Lumbung Sewu Cantik**

Varietas padi merupakan salah satu komponen teknologi utama yang mampu meningkatkan produktivitas padi dan pendapatan petani.

Dengan tersedianya varietas padi yang telah teruji, para petani dapat memilih varietas padi yang sesuai dengan teknik budidaya dan kondisi lingkungan setempat, Penggunaan varietas unggul pada suatu daerah juga sangat menentukan faktor keberhasilan peningkatan produksi padi (Ahmad *et al.*, 2022). Jenis varietas unggul kadang- kadang tidak cocok ditanam pada suatu daerah, diantaranya rendah produksi dari suatu varietas tersebut disebabkan faktor lingkungan yang tidak cocok dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, contohnya : suhu, struktur tanah, jenis tanah, pH tanah.

Tanaman padi kultivar Lumbung Sewu Cantik merupakan kultivar lokal padi ladang dan menjadi kekayaan hayati wilayah Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Padi lokal ini memiliki karakteristik pertumbuhan vegetatif antara lain tinggi tanaman  $\pm 156,3$  cm, dengan jumlah anakan  $\pm 10,3$  anakan per rumpun. Panjang batang  $\pm 117,9$  cm dengan ketebalan batang  $\pm 0,78$  mm. Panjang helai daun  $\pm 66$  cm, lebar helai daun  $\pm 1,5$  cm, perilaku helai daun agak tegak, telinga daun tidak berwarna, dan lidah daun tidak berwarna (Andriyani dkk, 2019).

## **2.2 Cekaman Kekeringan**

Cekaman kekeringan merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, baik dari segi morfologi, anatomi, maupun fisiologi. Kondisi kekeringan akan menurunkan aktivitas fotosintesis tanaman sehingga akan menurunkan produktivitas tanaman (Moonmoon dan Islam 2017). Cekaman kekeringan juga menyebabkan penurunan tinggi tanaman, berat kering tanaman, rasio tajuk akar, kadar air relatif daun juga meningkatkan skor penggulungan dan pengeringan daun (Syamyuni dkk.,

2015). Cekaman kekeringan umumnya memperpendek siklus hidup, menurunkan fotosintesis dan mempercepat proses penuaan pada tanaman (Simova-Stoilova *et.al.*, 2009).

### **2.3 Polyethylen Glycol (PEG) 6000**

Di antara banyak bahan kimia yang dapat menurunkan potensial air, PEG sering digunakan dalam uji skala laboratorium untuk cekaman kekeringan. PEG memiliki sifat cepat larut dalam air dan dapat menurunkan potensial air sehingga dimanfaatkan sebagai media simulasi penurunan potensial air (Nurmalasari, 2018). Cekaman osmotik yang disebabkan oleh PEG mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang mengakibatkan berkurangnya biomassa segar tanaman. PEG dengan berat molekul 6000 telah banyak digunakan dalam penelitian untuk mengukur efek tekanan terkait air pada pertumbuhan tanaman, termasuk tanaman padi (Ahmad *et.al.*, 2018) . PEG 6000 pada tingkat konsentrasi tertentu dapat menginduksi kondisi kekurangan air yang serupa dengan induksi yang dilakukan di lahan kering (Mirbahar *et.al.*, 2013). Cara kerja PEG adalah menarik air tidak hanya dari sel tetapi juga dari dinding sel dan juga mempengaruhi ketersediaan air dalam media tanam (Gharoobi dkk.,2012). Diantara osmotik molekul rendah, PEG meniru cara yang serupa dengan tanah di bawah situasi stres kelembaban dan karenanya, telah digunakan untuk memilih genotipe toleran kekeringan di bawah kondisi laboratorium (Manonmani *et.al.*, 2020)

### **2.4 Efek Kekeringan pada Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Padi**

Kekeringan pada tanaman padi dapat menyebabkan efek merugikan bagi pertumbuhan sehingga menghambat perkembangannya. Cekaman kekeringan memberikan pengaruh daya pertumbuhan dan hasil tanaman padi, semakin tinggi tingkat kekeringan maka semakin tinggi tingkat menurun hasil dan daya pertumbuhan tanaman padi (Mawardi *et al.*, 2016). Tanaman padi yang mengalami cekaman kekeringan difase vegetatif dapat menghambat



pertumbuhan jumlah anakan, tinggi tanaman, dan jumlah daun (Sulistyo dkk. 2016),. Selain itu, kekeringan yang terjadi pada fase vegetatif dapat menunda pembungaan sekitar 2-5 minggu (Hariyono, 2014; Ichsan *et al.*, 2020a). Kekeringan pada fase generatif berdampak serius terhadap hasil panen tanaman padi. Hal ini dikarenakan hasil fotosintat yang didistribusikan kebagian bunga dan gabah berubah sehingga terjadi perubahan pada indeks panen (Nazirah, 2018). Tanaman padi yang mengalami kekeringan pada fase generatif menyebabkan terjadinya penurunan hasil (Sujinah dan Jamil, 2016). Sejalan dengan pendapat Hariyono (2014), kekeringan pada fase pembungaan dan pengisian biji dapat menurunkan hasil padi mencapai 50% dan 21%. Diperkuat oleh Wening *et al.* (2019), fase generatif merupakan fase kritis tanaman padi terhadap cekaman kekeringan yang dapat menurunkan hasil hingga 13-35% pada musim hujan dan 34-59% pada musim kering.

## 2.5 Adaptasi Kekeringan Tanaman Padi

Mekanisme resistensi/ketahanan tanaman terhadap dampak kekeringan (drought resistant species) dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu "*escape*", "*avoidance*" dan "*tolerance*". Varietas tanaman yang tahan terhadap kekeringan akan menggunakan lebih dari satu mekanisme (strategi) di atas untuk mempertahankan diri pada kondisi cekaman kekeringan (Mitra, 2001). "Escape" didefinisikan sebagai kemampuan tanaman untuk menyelesaikan siklus hidupnya sebelum berkembangnya defisit air tanah yang serius. Mekanisme ini pada dasarnya terdiri dari dua mekanisme, yaitu perkembangan fenologis yang cepat dan plastisitas pertumbuhan/perkembangan. Dalam perkembangan fenologis yang cepat, tumbuhan mampu menghasilkan bunga dengan pertumbuhan vegetatif yang minimal sehingga memungkinkan untuk menghasilkan biji dengan persediaan air yang terbatas. Dalam plastisitas perkembangan, tanaman mampu menghasilkan pertumbuhan vegetatif, bunga dan biji yang melimpah di musim hujan yang melimpah. Genotipe padi yang mampu meloloskan dari kekeringan karena memiliki umur berbunga yang pendek, Mekanisme morfo- fisiologis tanaman

untuk menghindari dari cekaman kekeringan adalah dengan memanjangkan akarnya untuk mencari sumber air yang relatif jauh dari permukaan tanah pada saat terjadi cekaman kekeringan (Abdullah *et al.* 2010).

"*Avoidance* (Penghindaran kekeringan)" didefinisikan sebagai kemampuan tanaman untuk mempertahankan potensial air didalam jaringan tetap tinggi. Jaringan tanaman memiliki dua pilihan untuk mempertahankan air selama periode penguapan yang tinggi dan defisit air tanah yaitu dengan cara meningkatkan penyerapan air atau menekan kehilangan air. Tanaman memiliki kemampuan untuk meningkatkan sistem perakaran dan menurunkan hantaran epidermis dengan regulasi stomata, pembentukan lapisan lilin, bulu yang tebal, dan penurunan permukaan evapotranspirasi melalui penyempitan daun dan pengguguran daun tua (Xiong *et al.* 2006). Genotipe padi yang dapat mempertahankan air melalui biosintesis ABA dan biokimia lainnya, atau sistem perakaran yang beradaptasi termasuk kategori mekanisme penghindaran kekeringan. Genotipe ini mampu meminimalkan kehilangan air akibat kekeringan (Singh *et al.*, 2012).

"*Tolerance*" meliputi kemampuan suatu spesies/ varietas tumbuhan untuk tetap hidup dan tetap melakukan fungsi meskipun mengalami cekaman kekeringan (Mitra, 2001). Secara genetik, toleransi kekeringan pada padi merupakan sifat kompleks yang dikendalikan oleh efek poligenik dan melibatkan mekanisme morfo-fisiologis yang kompleks (Li and Xu, 2007), seperti pengaturan turgor melalui penyesuaian osmotik, peningkatan elastisitas sel, penurunan ukuran sel dan pengeringan. Respon tanaman terhadap potensi air jaringan menentukan tingkat toleransi kekeringannya (Mitra, 2001), dan sifat-sifat yang terkait dengan fenomena tersebut dianggap sebagai sifat sekunder. Sifat sekunder seperti penyesuaian osmotik, pengguguran daun dan konduktivitas stomata telah digunakan untuk seleksi tanaman (Nguyen *et al.*, 1997; Babu *et al.*, 2001; Kato *et al.*, 2006).

## 2.6 Indikator Pengamatan

### 2.6.1 Aktivitas Enzim Peroksidase

Peroksidase adalah kelompok enzim oksidoreduktase yang memanfaatkan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) sebagai molekul akseptor elektron yang mampu mengoksidasi beberapa substrat (Polle *et al.*, 1994). Aktivitas peroksidase sangat penting untuk mengatur proses pertumbuhan tanaman (Rama-Rao *et al.*, 1982) dan proses ketahanan tanaman (Yanti, 2011). Tanaman yang tahan terhadap cekaman lingkungan akan mengalami peningkatan aktivitas enzim peroksidase, sedangkan tanaman yang peka terhadap cekaman akan mengalami penurunan aktivitas enzim peroksidase (Agrios, 2005). Enzim peroksidase terlibat dalam beberapa proses fisiologis dan biokimia tanaman diantaranya proses pertumbuhan sel, ekspansi sel, diferensiasi sel, dan respon tanaman terhadap cekaman abiotik dan biotik (Medina *et al.*, 1999). Selain itu, enzim peroksidase dapat menyebabkan lignifikasi pada tumbuhan tingkat tinggi (Tobimatsu and Schuetz, 2019). Menurut Faizah dkk. (2012) aktivitas enzim peroksidase juga merupakan indikator respon pertahanan tanaman terhadap infeksi virus.

### 2.6.2 Stomata

Stomata merupakan celah kecil yang memiliki sel khusus (sel penutup) yang terdapat pada bagian epidermis organ tumbuhan. Sel penutup ini dikelilingi oleh sel tetangga yang disebut dengan stomata apparatus atau stomata kompleks. Stomata dapat ditemukan pada bagian atas (adaxial) maupun permukaan bawah (abaxial) daun. Stomata juga dapat ditemukan hampir seluruh bagian tumbuhan terutama pada daun, batang dan rimpang serta tidak ditemukan pada akar dan tumbuhan yang tidak mengandung klorofil tetapi pada marga *Orobanch*e dapat ditemukan

stomata pada batang meski marga tersebut tidak memiliki klorofil (Papuangan dkk., 2014).

Proses membuka dan menutupnya stomata terjadi karena adanya perubahan turgor dari sel penutup. Di dalam sel penutup terdapat kandungan amilum yang tinggi pada malam hari, sedangkan pada siang hari amilum berubah menjadi glukosa. Glukosa dihasilkan karena cahaya matahari merangsang klorofil untuk berfotosintesis, akibatnya kadar karbondioksida di dalam sel menurun untuk direduksi menjadi  $\text{CH}_2\text{O}$ . Kondisi tersebut mengakibatkan ion H berkurang dan berpengaruh pada pH dalam sel menjadi basa. Kenaikan pH inilah yang membantu enzim fosforilase untuk mengubah amilum menjadi glukosa. Air yang masuk menyebabkan turgor, sehingga dinding-dinding sel penutup mengembang dan stoma terbuka. Sebaliknya, apabila sel penutup tidak terkena sinar matahari maka terjadi reaksi dimana glukosa menjadi amilum. Terjadilah perubahan pH akibat pengenceran dalam sel. pH menjadi asam, nilai osmosis sel penutup turun. sehingga turgor berkurang dan stoma menutup (Advinda, 2018).

### **2.6.3 Diameter Xilem dan Stele**

Xilem merupakan jaringan pengangkut air dan mineral dari akar ke bagian atas tanaman. Xilem terdiri dari serangkaian pembuluh berdinding keras yang membawa air dan nutrisi yang diambil dari tanah menuju bagian atas tanaman. Fungsi utama xilem adalah mempertahankan struktur tanaman dan mengangkut air serta nutrisi esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan metabolisme tanaman. Dalam kondisi kekeringan, produksi xilem berkurang secara signifikan dan tingkat pengendapan selulosa di dinding xilem meningkat. Hal ini mengakibatkan ukuran xilem yang lebih kecil dengan diameter lumen yang lebih kecil, sehingga mengurangi kemampuan tanaman untuk mengangkut air dan nutrisi (Salleh *et al.*, 2019). Xilem akar yang

terkena cekaman kekeringan mengalami penurunan konduktivitas hidraulik dan menunjukkan tanda-tanda penyumbatan air pada pembuluh xilem (McDowell *et al.*, 2008).

Stele merupakan pusat vaskular akar yang terdiri dari xilem, floem, serta jaringan pendukung seperti parenkima dan sklerenkim. Stele berperan dalam transportasi zat-zat penting ke atas dan ke bawah tanaman. Selain itu, stele juga memberikan dukungan mekanis untuk menjaga stabilitas akar. Ye *et al* (2016) menyatakan bahwa cekaman kekeringan dapat mengurangi diameter stele akar padi. Hal ini disebabkan karena kurangnya air menyebabkan pengurangan tekanan hidrostatik dalam xilem, sehingga diameter pembuluh darah mengecil dan jumlah air yang dapat ditransportasi juga menurun. Kondisi ini kemudian menyebabkan penurunan ketersediaan air dan nutrisi pada tanaman padi, sehingga dapat mengurangi produksi dan kualitas hasil panen.

#### **2.6.4 Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun**

Tinggi tanaman memainkan peran penting dalam meningkatkan toleransi tanaman terhadap kekeringan. Tanaman yang lebih tinggi memiliki sistem perakaran yang lebih dalam dan luas yang memungkinkan mereka menjangkau sumber air yang lebih dalam dan juga menyerap nutrisi dengan lebih baik (Kholová *et al.*, 2013). Tanaman yang lebih tinggi mungkin juga memiliki luas daun yang lebih besar, yang dapat membantu mereka menangkap lebih banyak sinar matahari dan menghasilkan lebih banyak karbohidrat untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup dalam kondisi kekeringan (O'Toole and Cruz, 1980). Kultivar padi yang toleran terhadap kekeringan telah terbukti mampu mempertahankan tinggi tanaman yang lebih tinggi di bawah kondisi kekeringan, yang dapat berkontribusi pada peningkatan efisiensi penggunaan air. (Cattivelli *et al.*, 2008).

Studi terbaru menunjukkan bahwa kekeringan menyebabkan penurunan jumlah daun pada tanaman. Tanaman yang mengalami kekeringan seringkali mengalami penurunan laju pertumbuhan, sehingga pertumbuhan daun terhambat. Selain itu, kekeringan juga dapat mempengaruhi proses fotosintesis, sehingga jumlah daun yang tumbuh pada tanaman tercukupi oleh kebutuhan fotosintesis yang lebih rendah (Saragih, 2021). Tanaman yang tahan kekeringan cenderung memiliki jumlah daun yang lebih banyak dan mampu mempertahankan jumlah daun tersebut dalam kondisi kekeringan, dibandingkan dengan tanaman yang tidak tahan kekeringan (Chaves, *et al.*, 2003). Jumlah daun pada tanaman merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan produktivitas tanaman (Pinheiro and Chaves, 2011). Peningkatan jumlah daun pada tanaman dapat menjadi salah satu strategi adaptasi terhadap cekaman kekeringan, karena hal ini dapat meningkatkan luas permukaan daun yang terlibat dalam proses fotosintesis dan transpirasi pada tanaman (Cui, *et al.*, 2019).

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan tempat**

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Januari-April 2023, bertempat di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tabung reaksi, gelas beaker, gelas ukur, Erlenmeyer, pipet tetes, batang pengaduk, corong, sentrifuse, spektrofotometri, pinset, gunting, Mikroskop, silet, timbangan analitik, nampan dan penggaris.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah , kertas tisu, label, kertas saring Whatman No.1, akuades, aluminium foil, etanol 96%, kalium fosfat pH 7, larutan perogol, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1%, *Poly Vinyl Polypirolidone* (PVP), benih padi kultivar Lumbung Sewu Cantik yang berasal dari Kabupaten Pringsewu, benih padi INPAGO 8 yang berasal dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Subang Jawa Barat, benih padi IR64.

#### **3.3 Rancangan Percobaan**

Penelitian dilakukan secara faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah A yaitu kultivar padi yang terdiri dari padi gogo kultivar INPAGO 8 (A1) sebagai kontrol positif, padi sawah kultivar IR 64 (A2) sebagai kontrol negatif, dan padi lokal Lampung kultivar Lumbung Sewu Cantik (A3). Faktor kedua adalah B yaitu perlakuan cekaman

yang terdiri dari perlakuan cekaman PEG 0% (B1), perlakuan cekaman tidak disiram (B2) dan perlakuan cekaman PEG 6000 konsentrasi 20% (B3). Sehingga diperoleh kombinasi perlakuan seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Taraf Masing-masing Faktor perlakuan

<b>Faktor</b>	<b>Faktor A</b>			
	<b>Taraf</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
<b>Faktor B</b>	<b>B1</b>	A1B1	A2B1	A3B1
	<b>B2</b>	A1B2	A2B2	A3B2
	<b>B3</b>	A1B3	A2B3	A3B3

Keterangan :

Faktor A : kultivar padi ; Kultivar INPAGO 8 (A1); Kultivar IR 64 (A2); padi lokal Lampung kultivar Lumbang Sewu Cantik (A3).

Faktor B : Perlakuan; PEG 0% (B1), perlakuan cekaman tidak disiram (B2); Perlakuan cekaman PEG 6000 20% (B3).

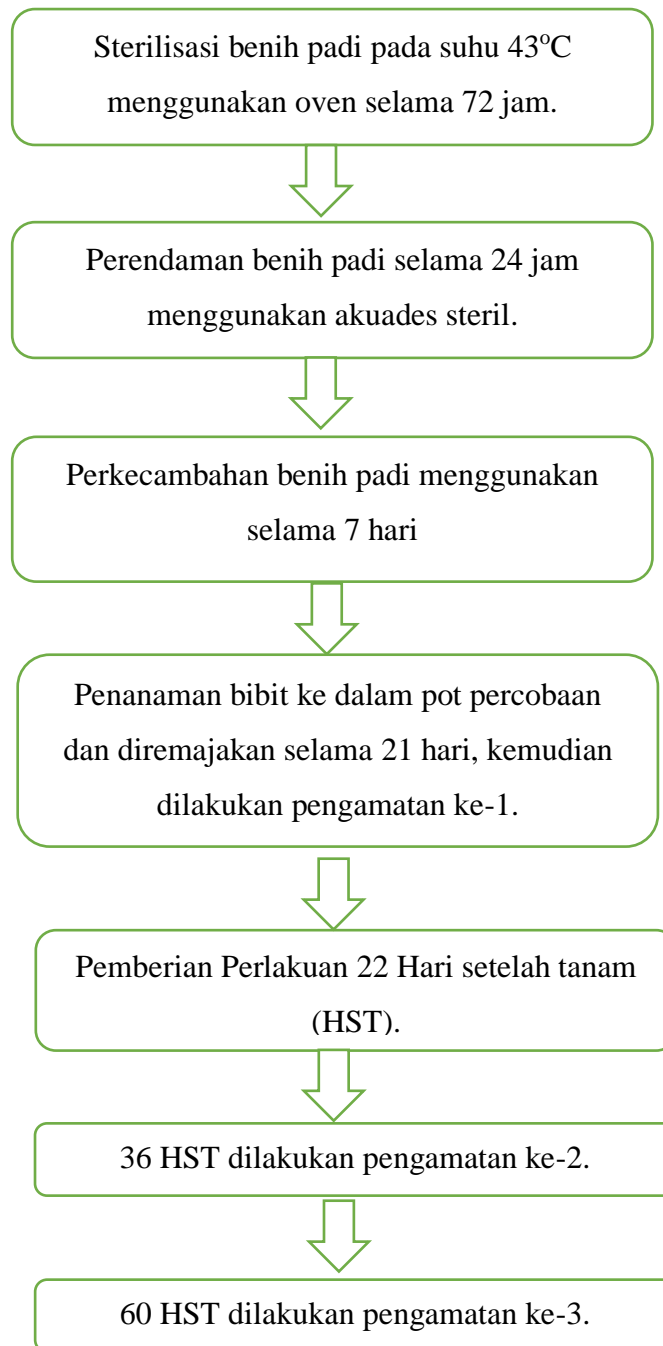
Penelitian ini terdiri dari 9 kombinasi perlakuan dan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Tata letak rancangan acak lengkap penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rancangan acak lengkap

<b>A1B1U1</b>	<b>A1B2U2</b>	<b>A3B3U3</b>	<b>A1B3U3</b>	<b>A2B1U3</b>	<b>A2B3U3</b>	<b>A2B1U2</b>	<b>A2B2U2</b>	<b>A1B2U1</b>
<b>A3B1U2</b>	<b>A3B2U1</b>	<b>A2B3U2</b>	<b>A3B1U3</b>	<b>A3B3U1</b>	<b>A3B3U2</b>	<b>A1B3U1</b>	<b>A3B2U2</b>	<b>A2B3U1</b>
<b>A2B1U1</b>	<b>A3B1U1</b>	<b>A1B1U3</b>	<b>A2B2U1</b>	<b>A1B1U2</b>	<b>A1B2U3</b>	<b>A3B2U3</b>	<b>A1B3U2</b>	<b>A2B2U3</b>



### 3.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan alir penelitian

### **3.5 Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.5.1 Sterilisasi Benih Padi**

Sterilisasi benih padi dilakukan dengan cara memilih benih padi yang mempunyai ukuran seragam, kemudian dioven selama 72 jam pada suhu 43°C. Benih yang telah dioven akan dimasukkan ke dalam desikator selama  $\pm$  30 menit (Chrisnawati *et al.*, 2021).

#### **3.5.2 Perendaman dan Seleksi Benih Padi**

Benih direndam menggunakan akuades steril selama 24 jam. Perendaman benih di akuades selama 24 jam dapat dilakukan untuk menyeleksi benih padi dengan kondisi baik (Chrisnawati *et al.*, 2021). Setelah benih direndam maka akan dilakukan pemilahan benih yang baik. Benih yang baik yaitu benih yang tenggelam, utuh dan tidak rusak. Kemudian benih langsung disemaikan pada tempat persemaian yang telah disediakan (Chrisnawati *et al.*, 2021).

#### **3.5.3 Tahap Perkecambahan Benih**

Perkecambahan benih dilakukan menggunakan media tissue (Sumardi dkk. 2022). Benih yang telah diseleksi kemudian ditaburkan secara merata ke dalam box dengan ukuran 27 x 35 cm, alas box tersebut dilapisi tisu yang dibasahi dengan akuades steril. Kemudian benih padi ditumbuhkan selama 7 hari di dalam media.

#### **3.5.4. Penanaman**

Bibit padi dari tempat persemaian dipindahkan ke dalam pot yang berisi media tanam tanah organik. Dalam satu pot berisi 5 tanaman padi.

Selama 1 HST – 21 HST tanaman padi akan disiram air setiap 2 hari sekali, kemudian pada 15 HST akan diberi perlakuan (Patmi *et al.*, 2020).

### **3.5.5. Pemberian Perlakuan**

Perlakuan diberikan pada 22 HST, adapun perlakuan akan berlangsung selama 14 hari. Konsentrasi perlakuan cekaman sebagai berikut :

- 1) Tanaman akan diberi perlakuan dengan air (PEG 0%) (B1),
- 2) Tanaman akan diberi cekaman dengan tidak menyiram (B2) tanaman selama 14 hari ke depan,
- 3) Tanaman akan diberi cekaman kekeringan dengan menggunakan PEG 6000 20% (B3).

## **3.6 Pengamatan Parameter**

Pengambilan data dilakukan dengan 3 kali pengamatan. Pengamatan ke-1 dilakukan pada saat tanaman padi berusia 21 hari setelah tanam. Pengamatan ke-2 dilakukan pada saat tanaman berusia 36 HST atau 14 hari setelah perlakuan cekaman. Pengamatan terakhir dilakukan pada 60 HST atau 14 hari setelah pemulihan.

### **3.6.1 Parameter Pertumbuhan**

Parameter pertumbuhan dan perkembangan yang diukur adalah tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengamatan tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris dari ujung pangkal batang sampai ujung daun, kemudian tinggi tanaman dan jumlah daun dihitung secara langsung pada waktu pengamatan. Pengamatan dilakukan pada 22 HST, 36 HST dan 60 HST.

### 3.6.2 Enzim Peroksidase

Pengukuran aktivitas enzim peroksidase dilakukan berdasarkan metode Saunders and McClure dalam Suswati *et al.* (2015). Sebanyak 0,1 gram sampel daun digerus hingga halus. Kemudian ditambahkan 2,5 ml kalium fosfat pH 7 dan 0,1 g *Polyvinylpolypyrrolidone* (PVP). Campuran disaring menggunakan 2 lapis kain kasa, lalu disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm pada suhu 4°C selama 15 menit. Supernatant yang diperoleh merupakan ekstrak enzim yang akan digunakan untuk mengukur aktivitas enzim peroksidase. Sebanyak 0,2 ml ekstrak enzim (supernatant) dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 5 ml larutan *pyrogallol* dan 0,5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1%. Nilai absorbansi kemudian diukur menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang maksimum 420 nm .

### 3.6.3 Pengamatan Anatomi Daun dan Akar Padi

Anatomi daun dan akar padi yang diamati pada penelitian adalah kerapatan stomata, indeks stomata, diameter xilem dan diameter stele. Pengamatan stomata dilakukan dengan cara mengambil sampel daun dari tanaman padi dan difiksasi dengan etanol 70%. Kemudian membuat preparat irisan horizontal pada daun, setelah itu dilakukan pewarnaan dengan safranin 1%. Pengamatan dilakukan dengan mikroskop dengan perbesaran 400 kali dan dipotret dengan *opticlub*. Indeks stomata dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Tambaru, 2015) ;

$$\text{Indeks Stomata} = \frac{S}{(S+E)} \times 100\%$$

S = Jumlah stomata

E = Jumlah epidermis

Kemudian kerapatan stomata dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Sumadji 2018). Luas bidang pandang yang diukur adalah  $49726 \mu\text{m}^2$  atau  $49,726 \text{ mm}^2$ .

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Jumlah Stomata}}{\text{Luas Bidang Pandang}}$$

Pengamatan diameter xilem dan stele akar dilakukan pada pengamatan ke-3, sampel akar diambil dan dibersihkan menggunakan air, kemudian difiksasi menggunakan etanol 70%. Kemudian membuat preparat irisan melintang akar padi, preparat diberi pewarnaan dengan safranin 1% untuk memudahkan pengamatan, pengamatan dilakukan dengan mikroskop cahaya pada perbesaran 100 kali dan dipotret dengan *opticlub*. Pengukuran diameter xilem dan stele akar dilakukan menggunakan software *image raster 3* yang telah terkalibrasi dengan perbesaran mikroskop yang digunakan.

### 3.7 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (MANOVA) pada taraf  $\alpha = 0,05$ . Apabila diperoleh hasil yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Pengolahan data menggunakan program Microsoft Office Excel 2019 dan IBM SPSS Statistics 25.

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Simpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa :

1. LSC menunjukkan respon adaptasi yang toleran terhadap cekaman kekeringan yang diberikan berdasarkan parameter pengamatan enzim peroksidase, diameter xilem, diameter stele, tinggi tanaman, indeks stomata, dan kerapatan stomata. Namun belum menunjukkan respon toleran yang nyata pada parameter jumlah daun.
2. Respon adaptasi padi LSC menunjukkan respon adaptasi yang dapat mengimbangi kontrol positif yaitu padi gogo INPAGO 8.
3. Respon adaptasi padi LSC menunjukkan respon adaptasi yang lebih baik dibandingkan kontrol negatif yaitu IR64.

### **5.2. Saran**

Pengujian cekaman kekeringan kultivar LSC menggunakan PEG 6000 dengan media tanah di dalam pot perlu perlakuan khusus, kondisi yang ideal harus tetap diperhatikan sebelum diberi perlakuan. Hal ini untuk meminimalisir kesalahan. Penelitian lebih lanjut pada fase pertumbuhan berikutnya perlu dilakukan. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui respon LSC terhadap cekaman kekeringan yang diberikan pada fase generatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. A., M. H. Ammar, and A. T. Badawi. 2010. Screening rice genotypes for drought resistance in Egypt. *Journal of Plant Breeding and Crop Science* 2(7):205-215.
- Advinda, L. 2018. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Deepublish. Yogyakarta. P : 108.
- Afrianingsih, S., Susanto, U dan Andriani, N. R. 2018. Toleransi genotipe padi (*Oryza sativa* L.) pada fase generatif terhadap cekaman kekeringan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(3), pp.355 – 363.
- Anggraini, N, E Faridah, dan S Indrioko. 2016. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap perilaku fisiologis dan pertumbuhan bibit Black Locust (*Robinia pseudoacacia*). *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 9: 40–56
- Agronomiunhas, 2015. *Morfologi Tanaman Padi*.  
<http://agronomiunhas.blogspot.com/2015/01/morfologi-tanaman-padi.html>. Diakses pada 20 November 2022
- Ahmad, A., Sija, P., and Melati, R.,. 2020. The Evaluation of Gorontalo Local Upland Rice Against Drought Stress During Germination Phase. 194 (*FANRes* 2019), 53–58. <https://doi.org/10.2991/aer.k.200325.011>
- Ahmad, H., Zafar, S. A., Naeem, M. K., Shokat, S., Inam, S., Rehman, M. A. ur, Naveed, S. A., Xu, J., Li, Z., Ali, G. M., and Khan, M. R., 2022. Impact of Pre-Anthesis Drought Stress on Physiology, Yield-Related Traits, and Drought-Responsive Genes in Green Super Rice. *Frontiers in Genetics*, 13(March), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.832542>
- Ahmad,A. Soetopo, L., Guritno, B., and Maghfoer, M.D. 2018. Response of Gorontalo Local Upland Rice Toward Drought Stress and Low Intensity of Light During Germination. *Bioscience Research*, 15(4): 3942-3951
- Andriyani, F.yulia., Kiswanto, dan Rr. Ernawati. 2019. *Lumbung Sewu Cantik: Varietas Lokal Padi Ladang Potensial Dari Pringsewu*.  
<http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/59566/LUMBUNG-SEWU-CANTIK-VARIETAS-LOKAL-PADI-LADANG-POTENSIAL-DARI-PRINGSEWU/> . diakses pada 14 November 2022.

- Babu, R. C., Shashidhar, H. E., Lilley, J. M., Thanh, N. D., Ray, J. D., Sadasivam, S., Sarkarung, S., O'Toole, J. C. and Nguyen, H. T. (2001), Variation in root penetration ability, osmotic adjustment and dehydration tolerance among accessions of rice adapted to rainfed lowland and upland ecosystems. *Plant Breed.* 120: 233–8.
- Bashir, M. A., Wang, X., Naveed, M., Mustafa, A., Ashraf, S., Samreen, T., Nadeem, S. M., and Jamil, M. 2021. Biochar Mediated-Alleviation of Chromium Stress and Growth Improvement of Different Maize Cultivars in Tannery Polluted Soils. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 4461. <https://doi.org/10.3390/ijerph1809446>.
- Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., and Palutikof, J. P. 2018. Climate Change and Water. *Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- BKPPP Aceh. 2009. *Budidaya Tanaman Padi. Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluh Pertanian Aceh Bekerja Sama Dengan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NAD*. Aceh. 21 hlm.
- BPS. 2021. *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia tahun 2021 Hasil Pendataan Statistik Terintegrasi Dengan Metode Kerangka Sampel Area Pertanian Tanaman Pangan* . BPS, Jakarta
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A. M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A., and Stanca, A. M. 2008. Drought Tolerance Improvement in Crop Plants : An Integrated View From Breeding to Genomics. *Field Crops Research* 105, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.07.004>.
- Chaniago, N., Rammadhan, H.F., dan Gunawan, I. 2022. Respon Padi Gogo Lokal Deli Serdang Sumatera Utara Terhadap Kondisi Cekaman Air. *Jurnal Sains Agro*. Volume 7, Nomor 2, 2022
- Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, J., Rodrigues, M. L., Ricardo, C. P. P., Osorio, M. L., and Silva, J. S. 2003. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. *Annals of Botany*, 89(7), 907-916.
- Chen, X., Xu, Z., and Xu, Q. 2018. Effects of Light Intensity On Growth, Photosynthesis, and Quality of Greenhouse-Grown Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Under Short-Term Continuous Blue and Red Light-Emitting Diodes. *HortScience*, 53(6), 854-859.
- Choudhary, S., Kumar, S., and Kumar, A. (2019). Breeding Strategies for Improving Drought Tolerance in Crops. *In Plant Biology and Biotechnology* (pp. 103-115). Springer.



- Chrisnawati, L., Yulianty, Y., Ernawiati, E., Fitriyani, U. and Putri, A. E.. 2021. Screening of Lampung Local Rice Drought Tolerance in Germination Phase. *Jurnal Biologi Udayana*, 25(1), 1–6.  
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/BIO/article/view/64429>.
- Chrisnawati, L., Ernawiati, E., Yulianty., and Hariri, M,R. 2022. Polymorphism analysis of drought tolerance gene OsDREB2A in Indonesian local rice from Lampung, Indonesia. *Biodiversitas*. Vol.23, No 12, P 6352-6357.
- Cui, X., Hao, X., Xi, X., and Liu, X. 2019. Effects of Drought Stress On The Growth and Physiological Characteristics of Maize (*Zea mays* L.) seedlings. *Agricultural Water Management*, 212, 361-369.
- Daksa, W, R., Ete, A., dan Andrianton. 2014. Identifikasi Toleransi Kekeringan Padi Gogo Lokal Tanangge Pada Berbagai Larutan Peg. *Agrotekbis*, vol. 2, no. 2.
- Faizah, R., S. Sujiprihati, M. Syukur, dan S. H. Hidayat. 2012. Ketahanan Biokimia Tanaman Cabai terhadap Begomovirus Penyebab Penyakit Daun 47 Keriting Kuning. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 8(5): 138–144.  
<https://doi.org/10.14692/jfi.8.5.138>
- Fukuda, T., Yamauchi, Y., and Minamiyama, M. 2018. Drought Tolerance and Water-Use Efficiency of Rice Under Reduced Irrigation. *Plants*, 7(2), 33.
- Gharoobi, B., M. Ghorbani, and M. Ghasemi Nezhad. 2012. Effects of different levels of osmotic potential on germination percentage and germination rate of barley, corn and canola Iranian. *Journal of Plant Physiology* 2 (2), 413-417
- Guo, R., Shi, L., Jiao, Y., Li, M., Zhong, X., Gu, F., and Liu, Q. 2018. Metabolic Responses to Drought Stress in the Tissues of Drought-Tolerant and Drought-Sensitive Wheat Genotype Seedlings. *AoB PLANTS*, 1–13.  
<https://doi.org/10.1093/aobpla/ply016>
- Hariyono. 2014. Keragaan Vegetatif dan Generatif Beberapa Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Cekaman Kekeringanpada Fase Pertumbuhan Yang Berbeda. *Journal of Agro Science*, 2(1), pp. 20 – 27.
- Hidayati, N., Hendrati, R. L., and Triani, A. 2017. Pengaruh Kekeringan Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Nyamplung (*Callophyllum inophyllum* L.) Dan Johar (*Cassia florida* Vahl.) Dari Provenan Yang Berbeda. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. Vol. 11 No. 2.
- Hossain, MA., Bhattacharjee, S., Armin, S-M., Qian, P., Xin, W., Li, H-Y., Burritt, DJ., Fujita, M., and Tran, L-SP. 2015. Hydrogen peroxide priming modulates abiotic oxidative stress tolerance: insights from ROS detoxification and scavenging. *Front. Plant Sci*. 6:420. doi: 10.3389/fpls.2015.00420

- Huang, J., Huang, Y., Wang, Y., Chen, Y., Wang, F., and Chen, Y. 2018. Effects of Drought Stress on Xilem Anatomy and Root Hydraulic Properties in Rice. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 204(2), 111-122.
- Hussain, M., Ahmad, S., Hussain, S., Lal, R., Ul-allah, S., and Nawaz, A. 2018. Rice in Saline Soils : Physiology , Biochemistry , Genetics , and Management. *In Advances in Agronomy* (1st ed., Vol. 148). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.11.002>
- Ichsan, C. N. 2021a. *Perubahan karakter morfo-agronomis dan fisiologis tanaman padi (Oryza sativa L.) Pada kondisi stres air*. Disertasi. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh, Indonesia
- Ichsan, C. N. 2021b. Morpho-agronomic traits and balance of sink and source of rice planted on upland rainfed. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 667, No. 1, p. 012108). IOP Publishing.
- Ikhwanil., PratiwiG. R., and Makarima. K. 2019. Respon Varietas Padi Ir64 Dan Ir64-Sub 1 Terhadap Perendaman Dan Pemupukan N. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 11(1), 1-7. <https://doi.org/10.29244/jitl.11.1.1-7>
- Islam, M. M., Kayesh, E., Zaman, E., Urmi, T. A., and Haque, M. M. 2017. Evaluation of Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes for Drought Tolerance at Germination and Early Seedling Stage. *The Agriculturists*, 16(1), 44–54. <https://doi.org/10.3329/agric.v16i1.37533>.
- Ismunadji. M, Partohardjono. S, Syam. M, dan Widjono. A, 1988. *Padi Buku 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan*. Bogor.
- Jati, W. A. 2020. *Pengaruh Cekaman Kekeringan Fase Vegetatif terhadap Kualitas Benih Padi (Oryza sativa L.)*. Skripsi. Program Studi Agronomi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Juairiah, L., 2014 Studi karakteristik stomata beberapa jenis tanaman revegetasi di lahan pasca penambangan timah di Bangka, *Widyariset* 17 (2) : 213-218, .
- Kano-Nakata, M., Gowda, V, R.P., Henry, A., Serraj, R., Inukai, Y., Fujita D., Kobayashi, N., Roel, R., Suralta, f., and Yamauchi, A. 2013. Functional roles of the plasticity of root system development in biomass production and water uptake under rainfed lowland conditions. *Field Crops Research* Volume 144, 20 March 2013, Pages 288-296. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.01.024>.
- Kato, Y., Abe, J., Kamoshita, A. and Yamagishi, J. 2006. Genotypic variation in root growth angle in rice (*Oryza sativa* L.) and its association with deep root development in upland fields with different water regimes. *Plant and Soil* 287: 117–29.

- Kholova, J., Hash, C. T., Kakkera, A., Koc, M., and Vadez, V. 2010. Constitutive Water-Conserving Mechanisms Are Correlated With The Terminal Drought Tolerance of Pearl Millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.], *Journal of Experimental Botany*, Volume 61, Issue 2, January 2010, Pages 369–377, <https://doi.org/10.1093/jxb/erp314>
- Kholová, J., Mclean, G., Vadez, V., Craufurd, P., and Hammer, G. L. 2013. Field Crops Research Drought Stress Characterization Of Post-Rainy Season ( Rabi ) Sorghum In India. *Field Crops Research*, 141, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.10.020>
- Kim, Y., Moon, H., and Park, C. 2019. CRISPR / Cas9-targeted mutagenesis of Os8N3 in rice to confer resistance to *Xanthomonas oryzae* P.v. *oryzae*. *Rice* 12, 71. <https://doi.org/10.1186/s12284-019-0331-9>.
- Klem, K., Gargallo-Garriga, A., Rattanapichai, W., Oravec, M., Holub, P., Veselá, B., Sardans, J., Peñuelas, J., and Urban, O. 2019. Distinct Morphological, Physiological, and Biochemical Responses to Light Quality in Barley Leaves and Roots. *Front. Plant Sci.* 10:1026. doi: 10.3389/fpls.2019.01026
- Koda E, Miszkowska A, and Sieczka A. 2017. Levels of Organic Pollution Indicators in Groundwater at the Old Landfill and Waste Management Site. *Applied Sciences.*; 7(6):638. <https://doi.org/10.3390/app7060638>.
- Kodir, K, A. 2016. *Pengaruh Penggunaan Pestisida Nabati Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah Inpari 14 (Studi Kasus Pada Demplot SLPTT Padi Sawah Di Kabupaten OKU Selatan)*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Selatan Jalan Kol. H. Barlian, KM 6. No. 83 Palembang.
- Kubiś, J., Floryszak-Wieczorek, J., and Arasimowicz-Jelonek, M. 2014. Polyamines Induce Adaptive Responses in Water Deficit Stressed Cucumber Roots. *Journal of Plant Research*, 127(1), 151–158. <https://doi.org/10.1007/s10265-013-0585-z>
- Kumar, A., Basu, S., Ramegowda, V., and Pereira, A. 2017. Mechanisms of drought tolerance in rice. *Burleigh Dodds Science Publishing Limited*. Chapter May 2017 DOI: 10.19103/AS.2016.0003.08.
- Lestari1, F, W., Suminar, E., Nuraini, A., Ezura, H., dan Mubarok, S. 2018. Perubahan Viabilitas Pollen dan Anatomi Stomata pada Dua Mutan Tomat, *iaa9-3* dan *iaa9-5*, akibat Cekaman Suhu Tinggi. *Jurnal Agrikultura*, 31 (1): 25-31
- Li, Z. K. and Xu, J. L. 2007, Breeding for drought and salt tolerant rice (*Oryza sativa* L.): progress and perspective. In M. A. Jenks, P. M. Hasegawa and S. M. Jain (eds), *Advances in Molecular Breeding Towards Salinity and Drought Tolerance*. Springer, Netherland, pp. 531–64.

- Maisura., M A Chozin, Lubis, I., Junaidi, A., dan Ehara, H. 2017. Studi Karakter Morfologi dan Fisiologi Varietas Padi Toleran Terhadap Cekaman Kekeringan Pada Sistem Sawah. *Jurnal Agrium*. 14(1), Maret 2017 Hlm. 8-16
- Manoli, G., Ivanov, V. Y., and Fatichi, S. 2018. Dry-Season Greening and Water Stress in Amazonia: The role of modeling leaf phenology. *Journal of Geophysical Research*, 123, 1909–1926.  
<https://doi.org/10.1029/2017JG004282> .
- Manonmani, K., Jeyaprakash, P., Manonmani, S.,M. R. and, Jeyakumar, P. 2020. Assessment of Drought Tolerance in Nagina 22 Rice Using Poly Ethylene Glycol ( PEG ) Mutants of Rice Using Poly Ethylene Glycol (PEG). *EJPB*. 11(2), 479–486.
- Mawardi, C.N. Ichsan dan Syamsuddin. 2016. Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Tingkat Kondisi Kekeringan. *J. Ilmiah*. 1(1) : 176 – 187.
- Medina, M. I., M. A. Quesada, F. Pliego, M. A. Botella, and V. Valpuesta. 1999. Expression of the tomato peroxidase gene TPX1 in NaCl-adapted and unadapted suspension cells. *Plant Cell Reports*, 18(7–8): 680–683.  
<https://doi.org/10.1007/s002990050642>
- McDowell, N. G., Pockman, W. T., Allen, C. D., Breshears, D. D., Cobb, N., Kolb, T., and Williams, D. G. 2008. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought?. *New Phytologist*, 178(4), 719-739.
- Mirbahar, A.A., R. Saeed, G.S. Markhand. 2013. Effect of polyethylene glycol-6000 on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination . *Int. J. Biol. Biotech*. 10:401-405.
- Mitra J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop. *Plants Current Science* 80 (6), 758-763.
- Moonmoon S and Islam M T. 2017. Effect of Drought Stress at Different Growth Stages on Yield and Yield Components of Six Rice ( *Oryza sativa* L. ) Genotypes Fundam. *Appl Agric*. 2(3) p : 285-289
- Mudhor, M. A., Dewanti, P., Handoyo, T., and Ratnasari, T. 2022. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi Hitam Varietas Jeliteng. *Agrikultura*, 33(3), 247.  
<https://doi.org/10.24198/agrikultura.v33i3.40361>
- Murchie, E.H. and Hubbart, S. 2019. Plant Photobiology and Photosynthesis – Where To Next? *Journal of Experimental Botany*, 70(16), 3931-3936.

- Naqibullah K , Salah H. Jumaa , Saroj, K, Sah, , Edilberto D. Redoña, M. L. W. and K. R. R.. 2022. Genetic Variability Assessment of Tropical Indica Rice (*Oryza sativa* L.) Seedlings for Drought Stress Tolerance. *MDPI Plant*. 11(2332) p : 1-15
- Nardini, A., Pedà, G., and Rocca, N. L. 2013. Changes in xilem sap pH and root Pressure in Response to Changing Climatic Conditions. *Plant, Cell and Environment*, 36(2), 377-386.
- Nazirah, L. 2018. *Teknologi Budidaya Padi Toleran Kekeringan*. Aceh: Sefa Bumi Persada.
- Nguyen, H. T., Babu, R. C. and Blum, A. (1997), Breeding for drought tolerance in rice: physiology and molecular genetics considerations. *Crop Sci*. 37: 1426–34.
- Nikmah, K. dan Musni, M. 2019. Peningkatan kemampuan serapan nitrogen (N) tanaman padi (*Oryza sativa* L.) melalui mutasi gen secara kimiawi. *Agritrop*, 17(1), pp. 1 – 20.
- Norsalis, E. 2011. Padi gogo dan sawah. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1 (2) : 1- 14.
- Nurmalasari, I. R.. 2018. Kandungan Asam Amino Prolin Dua Varietas Padi Hitam Pada Kondisi Cekaman Kekeringan. *Gontor Agrotech Science Journal* 4(1) p : 29–44.
- Papuangan, N. N., Nurhasanah, Mudmainah D..2014. Jumlah dan Distribusi Stomata pada Tanaman Penghijauan. *Jurnal SSIOèduKASI*. 3(1) p : 287–292
- Patmi, Y. S., Pitoyo, A., Solichatun, and Sutarno. 2020. Effect of drought stress on morphological, anatomical, and physiological characteristics of Cempo Ireng Cultivar Mutant Rice (*Oryza sativa* l.) strain 51 irradiated by gamma-ray. *Journal of Physics: Conference Series*, 1436(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1436/1/012015>.
- Pinheiro, C., and Chaves, M. M. (2011). Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data?. *Journal of Experimental Botany*, 62(3), 869-882.
- Polle, A., T. Otter, and F. Seifert. 1994. Apoplastic peroxidases and lignification in needles of Norway spruce (*Picea abies* L.). *Plant Physiology*, 106(1): 53–60. <https://doi.org/10.1104/pp.106.1.53>.
- Pugnaire, F.I., and J. Pardos. 1999. *Constrains by water stress on plant growth*. In *Passarakli, M. (ed.) Hand Book of Plant and Crop Stress*. New York: John Wiley and Sons.

- Purwono, L. dan Purnamawati. 2007. *Budidaya Tanaman Pangan*. Penerbit Agromedia. Jakarta.
- Putri, A. E., Ernawati, E., Priyambodo, P., Agustrina, R., dan Chrisnawati, L.. 2022. Klorofil Sebagai Indikator Tingkat Toleransi Kekeringan Kecambah Padi Gogo Varietas Lokal Lampung, Lumbung Sewu Cantik. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 7(April), 142–150.  
<https://doi.org/10.24002/biota.v7i2.5150>.
- .Rahman, M. A., Juraimi, A. S., Anwar, M. P., Uddin, M. K., and Ismail, M. R. 2020. Rice genotypes differing in drought tolerance display ample variation in leaf growth and photosynthetic responses under drought stress. *Agronomy*, 10(8), 1168
- Rahayu , S., Ghulamahdi, M., Suwarno, W. B., dan Aswidinnoor, H.. 2018. Morfologi Malai Padi ( *Oryza sativa* L .) pada Beragam Aplikasi Pupuk Nitrogen. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 46(2) p : 145–152.
- Rauf, S., Al-Khaishany, M. Y., Al-Qurainy, F., Ali, H. M., dan Alyemeni, M. N. 2020. Role of proline, glycinebetaine and antioxidant enzymes in response to drought stress of plants. *In Plant, Soil and Microbes* (pp. 143-164). Springer, Singapore
- Ristic, Z., Bukovnik, U., Momcilovic, I., Fu, J., and Huang, B. 2009. Dehydrin expression patterns and correlation with drought tolerance in barley cultivars. *Journal of Plant Physiology*, 166(4), 1871-1881.
- Sahrawat, K. L. 2015. Soil and Plant Testing for Iron: an Appraisal, Communications in Soil. *Science and Plant Analysis*, 47(3); 280–283. DOI: 10.1080/00103624.2015.1122805
- Saini, P., Gani, M., Jot Kaur, J., Godara, L. C., Singh, C., Chauhan, S. S., and Ghosh, M. K. 2018. Reactive oxygen species (ROS): A way to stress survival in plants. In *Abiotic Stress-Mediated Sensing and Signaling in Plants: An Omics Perspective* (pp. 127–153). *Springer Singapore*.  
[https://doi.org/10.1007/978-981-10-7479-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-10-7479-0_4)
- Salleh, F. M., Boyce, A. N., and Nagappan, T. 2019. Understanding the Anatomy and Morphology of Plant Roots and Shoots in Relation to Abiotic Stress Tolerance. *In Plant, soil and microbes* (pp. 47-68). Springer, Singapore.
- Samyuni E, Purwanto dan Supriyadi. 2015. Toleransi Varietas Padi Hitam (*Oryza sativa* L. *Indica*) Pada Berbagai Tingkat Cekaman Kekeringan EL-VIVO. *Jurnal Pascasarjana UNS* 3(2) p54 – 63.

- Sánchez-Guerrero, A.; Nadal, M.; Florez-Sarasa, I.; Ribas-Carbó, M.; Vallarino, J.G.; Brasi-Velasco, S.D.; Fernie, A.R.; Flexas, J.; Jiménez, A.; and Sevilla, F. 2021. Decreased Levels of Thioredoxin o1 Influences Stomatal Development and Aperture but Not Photosynthesis under Non-Stress and Saline Conditions. *Int. J. Mol. Sci*, 22, 1063.  
<https://doi.org/10.3390/ijms22031063>
- Saragih, B. (2021). Respon Kacang Tanah Terhadap Cekaman Kekeringan. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 49(1), 1-9.
- Simova-Stoilova, L., K. Demirevska, T. Petrova, N. Tsenov and U. Feller. 2009. Antioxidative Protection and Proteolytic Activity In Tolerant and Sensitive Wheat Varieties Subjected To Long- Term Field Drought. *Plant Growth Regul.*, 58: 107-117.
- Singh A, Shamim M dan Singh KN. 2013. Variasi Genotip Anatomi Akar, Akumulasi Pati, dan Induksi Protein pada Padi Gogo (*Oryza sativa* L) Varietas Di Bawah Tekanan Air Pertanian. *Res Springer* 2(1)hal24 – 30.
- Singh, N., Ladha, J. K., and Castillo, E. G. (2012). Anatomy, morphology, and growth of rice root and shoot in aerobic soil systems. *Plant and Soil*, 359(1-2), 25-37.
- Sitairesmi T, Wening, R.H., Ami T. Rakhmi, Yunani, N, dan Susanto, U. 2013. Pemanfaatan Plasma Nutfah Padi Varietas Lokal dalam Perakitan Varietas Unggul. *IPTEK TANAMAN PANGAN*. Vol. 8 No. 1.  
<https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/4195>
- Sugiarto, R., Kristanto, B. A. dan Lukiwati, D. R. 2018. Respon Pertumbuhan Dan Produksi Padi Beras Merah (*Oryza nivara*) Terhadap Cekaman Kekeringan pada Fase Pertumbuhan Berbeda dan Pemupukan Nanosilika. *Jurnal Agro Complex*. 2(2): 169 – 179.
- Sugiarto, R.,. 2018. *Pertumbuhan Dan Produksi Beberapa Varietas Padi ( Oryza sativa L.) Pada Berbagai Sistem Tanam . S K R I P S I*.
- Sujinah dan Jamil, A. 2016. Mekanisme Respon Tanaman Padi Terhadap Cekaman Kekeringan dan Varietas Toleran. *Iptek Tanaman Pangan*. 11(1): 1 – 8.
- Sulistyo, R., Yunus, A., dan Nandariyah. 2016. Keragaman Padi Ciherang M2 Hasil Radiasi Gamma pada Stres Kekeringan. *Agrotech Res J*, 5(1), pp. 19-23.
- Sumadji, A. R. dan Karlina Purbasari. 2018. Kerapatan Stomata dan Kaitannya Terhadap Kekeringan Pada Tanaman Padi Varietas IR64 dan Cihereng. *Prosiding Seminar Nasional SIMBIOSIS III*, Madiun, 15 September 2018 p-ISSN : 9772599121008 e-ISSN : 9772613950003.

- Sumardi, S., Agustrina, R., Irawan, B., and Mardiana, S. 2022. Pengaruh Bakteri Fotosintetik Anoksigenik terhadap Pertumbuhan Padi (*Oryza sativa* L.) Inpari 34 pada Media Salin. *AGROVITAL : Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 55. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v7i1.2020>
- Suralta, R. R., *et al.* 2013. Rice Root Morphology and Physiology: Research Gaps and Perspectives For Genetic Improvement. *Plant Science*, 201-202, 11-22. doi: 10.1016/j.plantsci.2012.10.011
- Surya, S., Santoso, A.T., dan Fatchiya, A. 2018. Photosynthetic Characteristics of Different Types Of Indonesian Rice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 130(1), 012067.
- Suryanarayana, K., Hema, M., Venkateswarlu, B., Reddy, K. R., and Reddy, V. R. 2018. Interactive Effects of Elevated CO<sub>2</sub> and Drought Stress on Leaf Photosynthesis, Soluble Sugars And Antioxidant Metabolism Of Two Tobacco Cultivars. *Photosynthetica*, 56(2), 720-733.
- Takahashi, K., Nakamura, A., and Watanabe, A. 2021. Effect of Shade Treatments on Photosynthetic Activity and Yield of Direct-Seeded Rice Cultivars in Early Season. *Plant Production Science*, 24(1), 101-112.
- Tambaru, E., 2015. Identifikasi Karakteristik Morfologi dan Anatomi Flacourtia inermis Roxb. di Kawasan Kampus Unhas Tamalanrea Makassar. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, Volume 6, No. 11, Maret 2015: 37-41. ISSN: 2086-4604.
- Tang Y, Bao X, Zhi Y, Wu Q, Guo Y, Yin X, Zeng L, Li J, Zhang J, He W, Liu W, Wang Q, Jia C, Li Z and Liu K. 2019. Overexpression of a MYB Family Gene, OsMYB6, Increases Drought and Salinity Stress Tolerance in Transgenic Rice. *Front. Plant Sci.* 10:168. doi: 10.3389/fpls.2019.00168.
- Tobimatsu, Y., and M. Schuetz, M. 2019. Lignin polymerization: how do plants manage the chemistry so well? *Current Opinion in Biotechnology*, 56: 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2018.10.001>
- Wang, X., Mao, Z., Zhang, J., Hemat, M., Huang, M., Cai, J., and Zhou, Q. 2019. Osmolyte Accumulation Plays Important Roles In The Drought Priming Induced Tolerance To Post-Anthesis Drought Stress In Winter Wheat ( *Triticum aestivum* L .). *Environmental and Experimental Botany*, 166(June), 103804. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.103804>
- Wening, R. H., Purwoko, B. S., Suwarno, W. B., Rumanti, I. A. and Khumaida, N. 2019. Seleksi Simultan Karakter Daun Mengering dan Produktivitas Pada Galur-Galur Padi. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 47(3), pp. 232 – 239.



- Wibowo, P. 2010. *Pertumbuhan dan produktivitas galur harapan padi (Oryza sativa L.) hibrida di desa Ketaon kecamatan Banyudono Boyolali*. Skripsi. UNS-F. Pertanian Agronomi-H.1105009-2010
- Xiong, L., R. G. Wang, G. Mao, and J. M. Koczan. 2006. Identification of drought tolerance determinant by genetic analysis of root response to drought stress and abscisic acid. *Plant Physiol* 142:1065-1074.
- Yanti, Y. 2011. Aktivitas Peroksidase Mutan Pisang Kepok dengan Ethyl Methane Sulphonate (EMS) secara In Vitro 1. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1): 32–36. <https://doi.org/10.31258/jnat.14.1.32-36>
- Y S Patmi , A Pitoyo, Solichatun, and Sutarno. 2020. Effect Of Drought Stress On Morphological, Anatomical, And Physiological Characteristics Of Cempo Ireng Cultivar Mutant Rice (*Oryza sativa L.*) Strain 51 Irradiated by Gamma-Ray. IOP Conf. Series: *Journal of Physics: Conf. Series* 1436 (2020) 012015. doi:10.1088/1742-6596/1436/1/012015
- Ye, J., Wang, S., Deng, X., Yin, L., and Xiong, B. 2016. Melatonin Increased Maize (*Zea mays L.*) Seedling Drought Tolerance by Alleviating Drought-Induced Photosynthetic Inhibition And Oxidative Damage. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(2), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s11738-015-2045-y>
- Zhao, G., Zhao, Y. Y., Yu, X. L., Kiprotich, F., Han, H., and Guan, R. Z. 2019. Nitric Oxide Is Required For Melatonin-Enhanced Tolerance Against Salinity Stress In Rapeseed (*Brassica napus L.*) Seedlings. *Int. J. Mol. Sci.* 19:e1912. doi: 10.3390/ijms19071912