

**OPTIMASI KONSENTRASI CaCl_2 SEBAGAI SENYAWA
PRIMING BENIH PADI VARIETAS JUNJUANG UNTUK
MITIGASI CEKAMAN KEKERINGAN AWAL MELALUI
SIMULASI PEG 6000**



Oleh:

ANNISA MARDHATILLAH

NIM. 22032051/2022

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

2026

**OPTIMASI KONSENTRASI CaCl_2 SEBAGAI SENYAWA
PRIMING BENIH PADI VARIETAS JUNJUANG UNTUK
MITIGASI CEKAMAN KEKERINGAN AWAL MELALUI
SIMULASI PEG 6000**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

ANNISA MARDHATILLAH

NIM. 22032051/2022

PROGRAM STUDI BIOLOGI

DEPARTEMEN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2026

PERSETUJUAN SKRIPSI

OPTIMASI KONSENTRASI CaCl_2 SEBAGAI SENYAWA PRIMING BENIH PADI VARIETAS JUNJUANG UNTUK MITIGASI CEKAMAN KEKERINGAN AWAL MELALUI SIMULASI PEG 6000

Nama : Annisa Mardhatillah
Nim : 22032051
Program studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 22 April 2026

Mengetahui,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed
NIP. 197508152006042001

Disetujui oleh,
Pembimbing



Dr. Violita, S.Si., M.Si
NIP. 198107042008012022

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Annisa Mardhatillah
NIM/TM : 22032051/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

OPTIMASI KONSENTRASI CaCl_2 SEBAGAI SENYAWA PRIMING BENIH PADI VARIETAS JUNJUANG UNTUK MITIGASI CEKAMAN KEKERINGAN AWAL MELALUI SIMULASI PEG 6000

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

Padang, 07 Mei 2026

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dr. Violita, S.Si., M.Si
Anggota	: Reki Kardiman, Ph.D
Anggota	: Irma Leilani Eka Putri, S.Si., M.Si

Tanda tangan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annisa Mardhatillah
NIM/TM : 22032051/2022
Program Studi : Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul "Optimasi Konsentrasi CaCl_2 sebagai Senyawa Priming Benih Padi Varietas Junjuang untuk Mitigasi Cekaman Kekeringan Awal melalui Simulasi PEG 6000" adalah benar merupakan karya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya yang ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

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

Padang, 07 Mei 2026

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Biologi



Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed
NIP. 197508152006042001

Saya yang menyatakan,



Annisa Mardhatillah
NIM. 22032051

Optimasi Konsentrasi CaCl_2 sebagai Senyawa Priming Benih Padi Varietas Junjuang untuk Mitigasi Cekaman Kekeringan Awal melalui Simulasi PEG 6000

Annisa Mardhatillah

ABSTRAK

Padi merupakan salah satu tanaman pangan utama yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat Indonesia, namun produksi nasionalnya cenderung menurun, sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan masyarakat yang terus meningkat setiap tahunnya. Penurunan produksi ini salah satunya disebabkan oleh perubahan iklim yang memicu cekaman kekeringan, terutama pada fase awal pertumbuhan. Cekaman kekeringan dapat menghambat proses imbibisi dan metabolisme awal benih sehingga menurunkan keberhasilan perkecambahan. Cekaman kekeringan dalam penelitian ini disimulasikan menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000 yang mampu menurunkan potensial air pada media tanpa masuk ke dalam jaringan tanaman. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini adalah melalui teknik priming benih menggunakan kalsium klorida (CaCl_2). CaCl_2 efektif mampu meningkatkan aktivitas metabolisme awal benih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi CaCl_2 sebagai perlakuan priming terhadap perkecambahan benih padi varietas Junjuang pada kondisi cekaman kekeringan awal yang disimulasikan dengan PEG 6000.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan lima taraf konsentrasi CaCl_2 , yaitu 0 mM, 10 mM, 15 mM, 20 mM, dan 25 mM dengan empat ulangan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian, Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Padang, dengan pengamatan yang dilakukan selama 10 hari. Parameter yang diamati meliputi persentase kecambah, panjang akar, panjang plumula, panjang kecambah, indeks vigor benih, berat basah, berat kering, kadar air dan laju kecambah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa priming CaCl_2 berpengaruh nyata terhadap persentase kecambah, panjang akar, panjang kecambah, indeks vigor benih, berat basah, kadar air dan laju kecambah, namun tidak berpengaruh nyata terhadap panjang plumula dan berat kering kecambah. Secara keseluruhan, perlakuan CaCl_2 konsentrasi 10–25 mM berpengaruh dalam mendukung pertumbuhan awal benih padi, meskipun tidak terdapat satu konsentrasi yang terbaik pada seluruh parameter pengamatan.

Kata kunci: Padi, Perkecambahan, PEG 6000, Kalsium klorida.

Optimization of CaCl₂ Concentration as a Seed Priming Agent for Junjuang Rice Varieties to Mitigate Early Drought Stress via PEG 6000 Simulation

Annisa Mardhatillah

ABSTRACT

Rice is one of the primary food crops that plays a vital role in meeting the food needs of the Indonesian population; however, national production has been declining, making it unable to meet the population's needs, which continue to rise each year. One of the causes of this decline in production is climate change, which triggers drought stress, particularly during the early growth stages. Drought stress can inhibit seed imbibition and early metabolism, thereby reducing germination success. Drought stress in this study was simulated using Polyethylene Glycol (PEG) 6000, which reduces the water potential in the growing medium without penetrating the plant tissues. One approach to address this issue is through seed priming using calcium chloride (CaCl₂). CaCl₂ effectively enhances early seed metabolic activity. This study aims to determine the effect of CaCl₂ concentration as a priming treatment on the germination of Junjuang rice seeds under simulated early drought stress conditions using PEG 6000.

This study was an experimental study using a one-factor completely randomized design (RAL) with five levels of CaCl₂ concentration: 0 mM, 10 mM, 15 mM, 20 mM, and 25 mM, and four replicates. The study was conducted at the Research Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Padang State University, with observations made over 10 days. The observed parameters included germination percentage, root length, plumule length, seedling length, seed vigor index, fresh weight, dry weight, moisture content, and germination rate.

The results showed that CaCl₂ priming had a significant effect on germination percentage, root length, seedling length, seed vigor index, fresh weight, moisture content, and germination rate, but had no significant effect on seedling plumule length and dry weight. Overall, treatment with CaCl₂ at concentrations of 10–25 mM was effective in promoting the early growth of rice seeds, although no single concentration proved optimal across all observed parameters.

Keywords: Rice, Germination, PEG 6000, Calcium chloride.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Optimasi Konsentrasi CaCl_2 sebagai Senyawa Priming Benih Padi Varietas Junjuang untuk Mitigasi Cekaman Kekeringan Awal melalui Simulasi PEG 6000”. Sholawat dan salam semoga tetap tercurah untuk Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umat manusia dari zaman kebodohan menuju zaman yang berilmu dan pengetahuan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis banyak mendapat sumbangan ide, bimbingan, semangat dan motivasi. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut.

1. Ibu Dr. Violita, S.Si., M.Si., sebagai dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan kesabaran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam proses pelaksanaan penelitian dan menyelesaikan skripsi, memberikan nasihat serta pelajaran hidup selama perkuliahan.
2. Ibu Irma Leilani Eka Putri, S.Si., M.Si., sebagai dosen penguji dan juga sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberikan masukan, saran, kritik guna kesempurnaan penulisan skripsi ini dan telah memberikan bimbingan, nasihat serta arahan selama masa perkuliahan.
3. Bapak Reki Kardiman, Ph.D., sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan, saran dan kritik guna kesempurnaan penulisan skripsi ini.

4. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, S.Si., M.Biomed., sebagai Kepala Departemen Biologi dan Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah memberikan izin kepada penulis dalam melaksanakan penelitian di Departemen Biologi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen, Laboran dan Karyawan, Biologi FMIPA UNP yang telah menambah wawasan dan ilmu pada penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Biologi FMIPA UNP.
6. Teristimewa untuk kedua orang tua, elok, abang dan unang yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, motivasi dan materi selama perkuliahan, penelitian dan penulisan skripsi ini.
7. Puji, Aki, Yoana, Tia, Muftia, dan Iis yang telah menjadi teman satu bimbingan dan membantu dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
8. Rekan-rekan kelas Sains E dan pihak lainnya yang telah menjadi teman perjalanan selama perkuliahan dan memberikan pengalaman selama perkuliahan.

Semoga segala bantuan yang telah Bapak/Ibu dan rekan-rekan mahasiswa berikan menjadi amal ibadah di sisi Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dalam penulisan; oleh karena itu, kritik dan saran yang mendukung sangat diharapkan. Harapan penulis adalah semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca.

Padang, 22 April 2026

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
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	6
C. Hipotesis Penelitian.....	6
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II. KERANGKA TEORITIS	8
A. Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i> L.).....	8
B. Cekaman Kekeringan	11
C. <i>Polyethylene Glycol</i> (PEG)	13
D. Priming Benih dengan CaCl_2	15
BAB III. METODE PENELITIAN.....	20
A. Jenis Penelitian.....	20
B. Waktu dan Tempat.....	20
C. Alat dan Bahan.....	20
D. Rancangan Penelitian	21
E. Prosedur Penelitian.....	21
F. Analisis Data	26
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Hasil Penelitian	27
B. Pembahasan.....	37
BAB V. KESIMPULAN	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perlakuan CaCl_2 dengan PEG 6000 konsentrasi 20%.	61
2. Data mentah persentase perkecambahan benih padi	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi tanaman padi.....	8
2. Mekanisme penghambatan pertumbuhan dalam kekeringan.	12
3. Diagram Alir CaCl_2	17
4. Rata-rata persentase perkecambahan benih padi varietas Junjuang.....	28
5. Rata-rata panjang akar benih padi varietas Junjuang.	29
6. Rata-rata panjang plumula benih padi varietas Junjuang.....	30
7. Rata-rata panjang kecambah benih padi varietas Junjuang.....	31
8. Rata-rata indeks vigor benih padi varietas Junjuang.....	32
9. Rata-rata berat basah benih padi varietas Junjuang.	33
10. Rata-rata berat kering benih padi varietas Junjuang.	34
11. Rata-rata kadar air benih padi varietas Junjuang.	35
12. Rata-rata laju kecambah benih padi varietas Junjuang.	36
13. Hasil uji normalitas persentase kecambah	63
14. Hasil uji normalitas panjang akar.....	63
15. Hasil uji normalitas panjang plumula	63
16. Hasil uji normalitas panjang kecambah	64
17. Hasil uji normalitas indeks vigor benih	64
18. Hasil uji normalitas berat basah	64
19. Hasil uji normalitas berat kering	65
20. Hasil uji normalitas kadar air	65
21. Hasil uji normalitas laju kecambah	65
22. Hasil statistik deskriptif persentase kecambah.....	66
23. Hasil statistik deskriptif panjang akar	66
24. Hasil statistik deskriptif panjang plumula.....	66
25. Hasil statistik deskriptif panjang kecambah.....	67
26. Hasil statistik deskriptif indeks vigor benih.....	67
27. Hasil statistik deskriptif berat basah	67
28. Hasil statistik deskriptif berat kering	68
29. Hasil statistik deskriptif kadar air	68
30. Hasil statistik deskriptif laju kecambah	68
31. Hasil uji homogenitas persentase kecambah.....	69
32. Hasil uji homogenitas panjang akar	69
33. Hasil uji homogenitas panjang plumula	69
34. Hasil uji homogenitas panjang kecambah.....	70
35. Hasil uji homogenitas indeks vigor benih.....	70
36. Hasil uji homogenitas berat basah.....	70
37. Hasil uji homogenitas berat kering	71
38. Hasil uji homogenitas kadar air.....	71
39. Hasil uji homogenitas laju kecambah	71
40. Hasil ANOVA persentase kecambah.....	72

41. Hasil ANOVA panjang akar	72
42. Hasil ANOVA panjang plumula	72
43. Hasil ANOVA panjang kecambah	73
44. Hasil ANOVA indeks vigor benih	73
45. Hasil ANOVA berat basah	73
46. Hasil ANOVA berat kering	74
47. Hasil ANOVA kadar air	74
48. Hasil ANOVA laju kecambah	74
49. Hasil uji lanjut Duncan persentase kecambah	75
50. Hasil uji lanjut Duncan panjang akar	75
51. Hasil uji lanjut Duncan panjang plumula	75
52. Hasil uji lanjut Duncan panjang kecambah	76
53. Hasil uji lanjut Duncan indeks vigor benih	76
54. Hasil uji lanjut Duncan berat basah	76
55. Hasil uji lanjut Duncan berat kering	77
56. Hasil uji lanjut Duncan kadar air	77
57. Hasil uji lanjut Duncan laju kecambah	77
58. Morfologi Benih Padi dengan Priming CaCl_2	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan Dosis Larutan NaClO 2,5%	57
2. Pembuatan Dosis Larutan CaCl ₂	58
3. Pembuatan Larutan PEG 6000 20%	60
4. Tata Letak Unit Penelitian	61
5. Data Mentah Persentase Perkecambahan Benih Padi	62
6. Hasil Uji Normalitas menggunakan Aplikasi SPSS	63
7. Statistik Deskriptif menggunakan Aplikasi SPSS	66
8. Hasil Uji Homogenitas menggunakan Aplikasi SPSS	69
9. Hasil One Way ANOVA menggunakan SPSS	72
10. Hasil Uji Lanjut Duncan menggunakan SPSS	75
11. Morfologi Benih Padi Setiap Perlakuan CaCl ₂	78
12. Dokumentasi Penelitian	79

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Padi merupakan salah satu komoditas pangan terpenting di dunia yang menyediakan sumber energi utama bagi manusia. Padi menyediakan sekitar 20% energi per kapita dunia dan menjadi makanan pokok bagi lebih dari setengah populasi global (Junaid *et al.*, 2022). Padi berkontribusi besar dalam memenuhi kebutuhan kalori harian, yaitu sekitar 50–80% bagi sebagian besar populasi di Asia (Naomi & Lewis, 2019). Padi tidak hanya menjadi sumber karbohidrat, tetapi juga mengandung protein, vitamin, dan mineral penting sehingga berperan strategis dalam ketahanan pangan dan gizi global (Junaid *et al.*, 2022).

Peningkatan populasi manusia tidak sejalan dengan peningkatan produksi padi yang memadai. Wilayah Asia adalah pusat utama penghasil padi global, dengan total luas mencapai sekitar 140 juta hektare atau lebih dari 90% dari total area padi di seluruh dunia (Ginting *et al.*, 2024). Di Indonesia, luas panen padi pada tahun 2023 tercatat mencapai 10,21 juta hektare, dengan produksi sebesar 53,98 juta ton gabah kering giling (GKG). Pada tahun 2024, luas panen mengalami penurunan menjadi 10,05 juta hektare, dengan produksi sebesar 53,14 juta ton GKG (Badan Pusat Statistik (BPS), 2025).

Penurunan luas panen dan produksi padi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara peningkatan kebutuhan pangan akibat pertumbuhan populasi dengan kapasitas produksi yang cenderung menurun. Penyebab utamanya adalah perubahan iklim seperti fenomena pemanasan global (Yang *et*

al., 2022), peningkatan intensitas cekaman abiotik, terutama cekaman kekeringan, yang berpotensi menurunkan produktivitas secara signifikan dan pada akhirnya berdampak langsung terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi (Sinaga *et al.*, 2025). Di sisi lain, alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan nonpertanian juga mempersempit luas lahan produktif sehingga menurunkan produksi padi secara keseluruhan (Rahman *et al.*, 2020). Kondisi ini mengindikasikan bahwa persoalan jangka panjang yang meluas di wilayah Asia berakibat langsung pada penurunan produksi dan ancaman terhadap ketahanan pangan.

Kekeringan terjadi ketika ketersediaan air di lingkungan tidak mencukupi kebutuhan fisiologis tanaman, sehingga mengganggu proses pembelahan, pemanjangan sel, fotosintesis, dan penurunan produksi (Margaret *et al.*, 2024). Padi adalah tanaman yang sensitif terhadap cekaman kekeringan karena padi memiliki kebutuhan air yang tinggi dibandingkan dengan tanaman pangan lain. Hal ini diperkuat oleh fakta bahwa padi merupakan tanaman C3 yang memiliki efisiensi fotosintesis yang relatif rendah (Karanjit *et al.*, 2024). Sifat fisiologis ini menjadikan padi sangat rentan terhadap cekaman abiotik, salah satunya cekaman kekeringan, yang menyebabkan penurunan produksi padi secara signifikan (Violita & Azhari, 2021).

Perkecambahan merupakan tahapan paling penting pertumbuhan tanaman. Proses ini berlangsung optimal apabila tersedia air yang cukup untuk mengaktifkan fisiologis benih (Karanjit *et al.*, 2024). Fase pertumbuhan awal menjadi fase yang sangat krusial karena pada tahap ini tanaman padi relatif lebih sensitif terhadap cekaman kekeringan. Dalam fase ini, ketersediaan dan aliran

air ke dalam benih sangat menentukan keberhasilan imbibisi, aktivasi enzim, pertumbuhan akar muda, dan perpanjangan tunas (Pope *et al.*, 2024). Oleh karena itu, upaya strategi mitigasi cekaman kekeringan perlu difokuskan sejak tahap awal pertumbuhan padi untuk meningkatkan ketahanan tanaman.

Di Sumatera Barat terdapat kekayaan padi varietas lokal yang masih dibudidayakan oleh masyarakat sebagai sumber pangan sehari-hari. Menurut penelitian (Suliansyah & Yasin, 2024), terdapat 21 jenis varietas lokal yang masih dibudidayakan oleh masyarakat. Salah satu varietas lokal yang dibudidayakan di Sumatera Barat adalah varietas Junjuang. Meskipun banyak dibudidayakan di berbagai wilayah Sumatera Barat, benih Junjuang secara spesifik berasal dari kota Payakumbuh, kemudian masuk ke Nagari Pakan Raba'a, Kabupaten Solok Selatan, dan menyebar ke kota lainnya (Paramida *et al.*, 2020), melalui bantuan pemerintah kepada kelompok tani pada tahun 2009, dan diakui memiliki kualitas beras yang memuaskan dari segi rasanya (Elita *et al.*, 2023). Padi varietas Junjuang memiliki beberapa karakteristik, yaitu struktur nasinya pera, bentuk gabah ramping, kondisi gabah bersih, dan rasa enak sesuai selera masyarakat lokal Sumatera Barat (Kalistiani, 2023). Produksi padi varietas Junjuang di Nagari Pakan Raba'a selama periode 2010-2019 mengalami penurunan. Produksi varietas Junjuang hanya mencapai 4 ton jika dibandingkan dengan produksi varietas unggul nasional lainnya yang umumnya mencapai 6 ton. Hal ini disebabkan oleh faktor morfologis Junjuang yang memiliki rumput yang sedikit sehingga hasil produksi padi rendah, tingginya persentase gabah hampa pada musim hujan, rentan terhadap serangan hama, dan kemampuan adaptasi yang rendah pada kondisi kekeringan, terutama pada fase

awal perkecambahan (Paramida *et al.*, 2020). Hal ini didukung oleh penelitian (Azhari, 2019) yang menyatakan bahwa padi varietas Junjuang bersifat sensitif terhadap cekaman kekeringan, sehingga perlu dievaluasi varietas lokal yang rentan terhadap kondisi cekaman.

Kondisi dampak kekeringan pada fase awal perkecambahan dapat dilakukan dengan simulasi kekeringan menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG). PEG adalah senyawa yang tidak aktif secara metabolik yang sering digunakan untuk menginduksi stres kekeringan pada tahap perkecambahan awal (Pope *et al.*, 2024). Salah satu PEG yang banyak digunakan untuk simulasi kekeringan adalah PEG 6000. PEG 6000 adalah polimer osmotik yang aman dan tidak beracun yang menurunkan potensi air di media tanam tanpa merusak jaringan tanaman, sehingga dapat mensimulasikan kondisi kekeringan di laboratorium (Guo *et al.*, 2022; Violita & Azhari, 2021). PEG 6000 konsentrasi 20% mampu menghasilkan tekanan osmotik yang tinggi sehingga mensimulasikan kondisi kekeringan yang menyerupai kondisi di lapangan secara stabil (Hellal *et al.*, 2018). Dengan pendekatan ini, dapat dianalisis reaksi fisiologis, anatomi, maupun morfologis benih terhadap kondisi kekeringan (Dwi *et al.*, 2019).

Usaha untuk meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap cekaman kekeringan sudah dimulai dengan pendekatan molekuler genomik dan transkriptomik untuk menjelaskan mekanisme respons tanaman padi terhadap cekaman kekeringan (Wang *et al.*, 2022b). Namun, metode tersebut terhambat oleh biaya penelitian yang cukup tinggi, keperluan peralatan canggih, dan keterampilan teknis tertentu yang membuat penerapannya di lapangan menjadi terbatas. Salah satu pendekatan yang efektif dan efisien untuk mengatasi

cekaman kekeringan adalah teknik priming benih (*seed priming*). Teknik ini dianggap cepat, mudah, tidak menimbulkan polusi, dan mudah diterapkan, serta meningkatkan toleransi tanaman terhadap salinitas (Hmissi *et al.*, 2023). Berbagai pendekatan priming seperti *hydro-priming*, *osmo-priming*, *halo-priming*, *hormo-priming*, hingga *bio-priming* telah dikembangkan dan terbukti efektif dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih pada berbagai jenis tanaman pertanian (Monajjem *et al.*, 2023).

Salah satu jenis priming yang digunakan yaitu *osmo-priming* dengan menggunakan kalsium klorida (CaCl_2). *Osmo-priming* melibatkan perendaman benih dalam larutan aerasi dengan potensi osmotik rendah untuk mengendalikan penyerapan air (Farooq *et al.*, 2019). CaCl_2 merupakan garam ionik yang mengandung ion Ca^{2+} dan Cl^- , larutan garam yang mudah didapat, sehingga cocok untuk aplikasi yang luas atau terbatas sumber dayanya (Tolrà *et al.*, 2025). Ion Ca^{2+} berperan dalam mengaktifkan sistem pertahanan antioksidan tanaman seperti superoksida dismutase (SOD), peroksidase (POD), katalase (CAT), dan askorbat peroksidase (APX) untuk menetralkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) saat kondisi cekaman kekeringan (El-Beltagi *et al.*, 2020). Ion Cl^- berperan aktif dalam respons fisiologis tanaman padi terhadap cekaman kekeringan melalui regulasi, transpor ion dan peningkatan fungsi akar (Zhang *et al.*, 2024).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Roy *et al.* (2019) menunjukkan bahwa CaCl_2 dengan konsentrasi 10 mM dan 15 mM pada padi efektif sebagai agen priming non-biologis dalam meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas. Namun, belum terdapat penelitian yang secara khusus menelaah

pengaruh konsentrasi CaCl_2 pada benih padi varietas Junjuang terhadap cekaman kekeringan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai “Optimasi Konsentrasi CaCl_2 sebagai Senyawa Priming Benih Padi Varietas Junjuang untuk Mitigasi Cekaman Kekeringan Awal melalui Simulasi PEG 6000”.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh konsentrasi CaCl_2 sebagai perlakuan priming terhadap perkecambahan benih padi varietas Junjuang pada kondisi cekaman kekeringan awal yang disimulasikan dengan PEG 6000?

C. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah perlakuan priming menggunakan CaCl_2 pada konsentrasi tertentu berpengaruh terhadap perkecambahan benih padi varietas Junjuang pada kondisi cekaman kekeringan awal yang disimulasikan dengan PEG 6000.

D. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi CaCl_2 sebagai perlakuan priming terhadap perkecambahan benih padi varietas Junjuang pada kondisi cekaman kekeringan awal yang disimulasikan dengan PEG 6000.

E. Manfaat Penelitian

1. Menambah data dan informasi ilmiah mengenai peran CaCl_2 dalam meningkatkan toleransi benih padi terhadap cekaman kekeringan awal melalui simulasi PEG 6000.
2. Menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam menentukan konsentrasi CaCl_2 yang optimal untuk meningkatkan toleransi benih padi terhadap kekeringan sejak fase awal pertumbuhan.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang fisiologi tumbuhan.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan priming menggunakan CaCl_2 berpengaruh terhadap perkecambahan benih padi varietas Junjuang pada kondisi cekaman kekeringan yang disimulasikan dengan PEG 6000. Perlakuan CaCl_2 konsentrasi 10–25 mM ini berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter, seperti persentase kecambah, panjang akar, panjang kecambah, indeks vigor benih, kadar air dan laju kecambah, yang secara umum memberikan respons yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Namun, parameter panjang plumula dan berat kering tidak berbeda nyata dengan kontrol. Secara keseluruhan, perlakuan CaCl_2 konsentrasi 10–25 mM berpengaruh dalam mendukung pertumbuhan awal benih padi, meskipun tidak terdapat satu konsentrasi yang terbaik pada seluruh parameter pengamatan.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada skala lapangan serta dengan penambahan parameter fisiologis seperti kandungan klorofil dan peroksidasi lipid guna memahami mekanisme kerja secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Baki, A. A. (1973). Vigor Determination in Soybean Seed by Multiple Criteria 1. *Crop Science*, 13(6), 630-633.
- Abo-El-Kheer, E.-S. A. M., Gad, S. B., & Abido, W. A. E. (2019). The Integrated Effect of Seed Soaking in Aqueous Plant Extracts and Ascorbic Acid on Germination and Seedling Characters of Rice Grains under Salinity Stress. *Journal of Plant Production*, 10(7), 511–514.
- Ali, L. G., Nulit, R., Ibrahim, M. H., Yong, C., & Yien, S. (2021). Efficacy of KNO₃, SiO₂, and SA Priming for Improving Emergence, Seedling Growth, and Antioxidant Enzymes of Rice (*Oryza Sativa* L.), Under Drought. *Scientific Reports*, 11(1), 3864.
- Azhari, S. (2019). *Respons Perkecambahan Beberapa Varietas Padi (Oryza sativa L.) di Sumatera Barat terhadap PEG 8000*. Universitas Negeri Padang.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2025). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023–2024*. <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2025/02/03/2414/pada-2024--luas-panen-padi>. Diakses pada 30 Oktober 2025.
- Chen, X., Zhang, R., Li, B., Cui, T., Liu, C., Liu, C., Chen, B., & Zhou, Y. (2022). Alleviation of Oxidative Damage Induced by CaCl₂ Priming Is Related to Osmotic and Ion Stress Reduction Rather Than Enhanced Antioxidant Capacity During Germination Under Salt Stress in Sorghum. *Frontiers in Plant Science*, 13(1), 1–13.
- Das, K., & Nayak, A. (2023). Rice Caryopsis - Its Nutritive Value and Medicinal Properties. *Structure of Rice Caryopsis*. 10(2), 1-15.
- Dwi, A., Zagoto, P., & Violita, V. (2019). Leaf Anatomical Modification in Drought of Rice Varieties (*Oryza sativa* L.). *Eksakta: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 20(2), 42–52.
- El-Beltagi, H. S., Mohamed, H. I., & Sofy, M. R. (2020). Role of Ascorbic Acid, Glutathione, and Proline Applied Singly or In Sequence Combination In Improving Chickpea Plant Through Physiological Change and Antioxidant Defense Under Different Levels of Irrigation Intervals. *Molecules*, 25(7), 1702.
- Elita, N., Susila, E., Sari, D. A., & Illahi, A. K. (2023). Uji Peningkatan Perkecambahan dan Vigor Benih Padi Varietas Junjuang dengan Isolat *Trichoderma* spp. Indigenous. *Agrikultura*, 34(3), 358.
- Elizabeth, N., Tampubolon, K., Basyuni, M., Al-taey, D. K. A., Jawad, H., Al, K., & Mehdizadeh, M. (2023). Heliyon Drought Stress Induced by

Polyethylene Glycol (PEG) in Local Maize at The Early Seedling Stage. *HLV*, 9(9), 20209.

- Farooq, M., A.Wahid, Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. (2009). Plant Drought Stress : Effects, Mechanisms, and Management. *Agron.* 29(1), 185–212.
- Farooq, M., Usman, M., Nadeem, F., Rehman, H., Wahid, A., Basra, S. M. A., & Siddique, K. H. M. (2019). Seed Priming in Field Crops : Potential Benefits, Adoption, and Challenges. *Crop & Pasture Science*, 70(9), 731–771.
- Gaballa, Sherif, Naguib, Y., Mady, F., & Khaled, K. (2023). Polyethylene Glycol: Properties, Applications, and Challenges. *Journal of Advanced Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 7(1), 26–36.
- Ghiyasi, M., Amirnia, R., Fazelimanesh, M., & Tajbakhsh, M. (2016). The Effect of Seed Priming with Different Concentrations of Ascorbic Acid on Germination and Vigor of Cumine (Cumin). *Thai Journal of Agricultural Science* 2015, 48(4), 179–185.
- Ghosh, S., Shahed, A., Hasan, A., & Robin, K. (2020). Polyethylene Glycol-Induced Osmotic Stress Affects Germination and Seedling Establishment of Wheat Genotypes. *Plant Breeding and Biotechnology*, 8(2), 174–185.
- Ginting, F. I., Shah, R. M., Soh, N. C., Goh, S., Giap, E., Fiantis, D., Setiawan, B. I., Schiller, S., & Davitt, A. (2024). SEA-Rice-Ci10: High-resolution Mapping of Rice Cropping Intensity and Harvested Area Across Southeast Asia using the Integration of Sentinel-1 and Sentinel-2 Data. *Earth System Science Data Discussions*, 90(1), 1–49.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (2025). Morfologi tanaman padi. <https://www.gbif.org>. Diakses 22 April 2026.
- Guo, Y., Li, D., Liu, L., Sun, H., Zhu, L., Zhang, K., Zhao, H., Zhang, Y., Li, A., Bai, Z., Tian, L., Dong, H., & Li, C. (2022). Seed Priming with Melatonin Seed Germination and Seedling Growth of *Triticale hexaploid* L. Under PEG-6000 Induced Drought Stress. *Frontiers in Plant Science*, 13(1), 1–17.
- Hamim, H., Banon, S., & Dorly, D. (2016). Comparison of Physiological and Anatomical Changes of C3 (*Oryza Sativa* [L.]) and C4 (*Echinochloa Crusgalli* [L.]) Leaves in Response to Drought Stress. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 31(1), 012040.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Zulfiqar, F., Raza, A., & Fotopoulos, V. (2020). Reactive Oxygen Species and Antioxidant Defense in Plants under Abiotic Stress : Revisiting the Crucial Role of a Universal Defense Regulator. *Antioxidants*, 9(8), 681–733.

- Hellal, F. A., El-Shabrawi, H. M., Abdelly, C., & El-Sayed, S. A. (2018). Influence of PEG-Induced Drought Stress on Molecular and Biochemical Constituents and Seedling Growth of Egyptian Barley Cultivars. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16(1), 203–212.
- Hmissi, M., Chaieb, M., & Krouma, A. (2023). Differences in the Physiological Indicators of Seed Germination and Seedling Establishment of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Cultivars Subjected to Salinity Stress. *Agronomy*, 13(7), 1718.
- Ibrahim, E. A. (2015). Seed Priming to Alleviate Salinity Stress in Germinating Seeds. *Journal of Plant Physiology*, 192(1), 38–46.
- Jarin, A. S., Islam, M., Rahat, A., Ahmed, S., Ghosh, P., & Murata, Y. (2024). Drought Stress Tolerance in Rice : Physiological and Biochemical Insights. *International Journal of Plant Biology*, 15(3), 692–718.
- Junaid, S., Farhan, M., Chughtai, J., Khaliq, A., Liaqat, A., & Pasha, I. (2022). Rice : a Potential Vehicle for Micronutrient Fortification. *Clinical Phytoscience*, 8(1), 1–14.
- Kader, M. A. (2005, December). A Comparison of Seed Germination Calculation Formulae and The Associated Interpretation of Resulting Data. In *Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales*, 138(3-4), 65-75.
- Kalistiani, K., Ibnušina, F., & Silfia, S. (2023). Analysis of Farmers' Satisfaction with the Decision. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 7(1), 405–417.
- Karanjit, R., Khakural, A., & Kandel, B. P. (2024). In Vitro Screening of Rice Landraces for Increased Drought Tolerance at Early Growth Stages Using Polyethylene Glycol (PEG 6000). *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 7(1), 92–105.
- Karki, S., Rizal, G., & Quick, W. P. (2013). Improvement of Photosynthesis in Rice (*Oryza sativa* L.). *Rice*, 6(28), 2–8.
- Kylyshbayeva, G., Bishimbayeva, N., Jatayev, S., Eliby, S., & Shavrukov, Y. (2025). Polyethylene Glycol (PEG) Application Triggers Plant Dehydration but Does Not Accurately Simulate Drought. *Plants*, 14(1), 1–9.
- Li, Q., Zhu, P., Yu, X., Xu, J., & Liu, G. (2024). Physiological and Molecular Mechanisms of Rice Tolerance to Salt and Drought Stress : Advances and Future Directions. *Journal of Molecular Sciences*, 25(17), 9404.
- Lynch, J. P. (2019). Root Phenotypes for Improved Nutrient Capture: an Underexploited Opportunity for Global Agriculture. *New Phytologist*, 223(2), 548–564.

- Mardita, S., & Violita, V. (2019). Morphological Indices of Drought Tolerance of Some Paddy Varieties (*Oryza sativa* L.) in West Sumatra Using Standard Evaluation System (SES) for Rice. *Bioscience*, 3(1), 60.
- Margaret, S., Rumanti, I. A., & Yunani, N. (2024). Effect of Drought Periods on Rice Lines Growth and Yield. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)* 13(1), 49–59.
- Marthandan, V., Geetha, R., & Kumutha, K. (2020). Seed Priming : A Feasible Strategy to Enhance Drought Tolerance in Crop Plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(21), 1–23.
- Monajjem, S., Soltani, E., Zainali, E., Esfahani, M., Ghaderi-Far, F., Chaleshtori, M. H., & Rezaei, A. (2023). Seed Priming Improves Enzymatic and Biochemical Performances of Rice During Seed Germination under Low and High Temperatures. *Rice Science*, 30(4), 335–347.
- Muscolo, A., Sidari, M., Anastasi, U., Santonoceto, C., & Maggio, A. (2014). Effect of PEG-Induced Drought Stress on Seed Germination of Four Lentil Genotypes. *Journal of Plant Interactions*, 9(1), 354–363.
- Naomi, K. F., & Lewis, H. Z. (2019). Rice: Importance for Global Nutrition. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 65(1), 3–4.
- Paramida, C., Hardi, E., & Sejarah, P. (2020). Revolusi Hijau dan Menyusutnya Benih Padi Junjuang di Nagari Pakan Raba'a (1998-2019). *Jurnal Kronologi: Universitas Negeri Padang*, 2(4), 206–213.
- Pasut, G., & Veronese, F. M. (2007). Polymer-Drug Conjugation, Recent Achievements, and General Strategies. *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 32(8–9), 933–961.
- Plant of the World Online (POWO). (2025). *Oryza sativa* L. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:316812-2>. [Diakses pada 30 Oktober 2025].
- Pope, E. M., Opile, W., Ngode, L., & Chepkoech, E. (2024). Evaluation of Upland Rice Response to Water Stress Using Polyethylene Glycol (PEG-6000) at Germination and Early Seedling Stage. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 9(1), 37–49.
- Purnama, G. W., Permana, A. A. J., Ananda, K. N., Purnami, N. L. I., Nugraha, G. N. A., & Yogi, I. B. S. M. (2024). Implementasi Sistem Pakar untuk Klasifikasi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 13(2), 171–185.

- Rahman, H., Syaukat, Y., Hutagaol, M. P., & Firdaus, M. (2020). Perkembangan Konversi Lahan Pertanian Beririgasi dan Dampaknya terhadap Penguasaan Lahan Petani di Daerah Irigasi Jatiluhur, Jawa Barat. *Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 4(2), 384–399.
- Reed, R. C., & Bradford, K. J. (2022). Seed Germination and Vigor : Ensuring Crop Sustainability in A Changing Climate. *Heredity*, 128(6), 450–459.
- Rhaman, M. S. (2025). Seed Priming Before the Sprout: Revisiting an Established Technique for Stress-Resilient Germination. *Seeds*, 4(3), 29.
- Roy, P. R., Tahjib-Ul-Arif, M., Polash, M. A. S., Hossen, M. Z., & Hossain, M. A. (2019). Physiological Mechanisms of Exogenous Calcium on Alleviating Salinity-Induced Stress in Rice (*Oryza sativa* L.). *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 25(3), 611–624.
- Saddiq, M. S., Iqbal, S., Afzal, I., Ibrahim, A. H., Bakhtavar, M. A., Hafeez, M. B., Bakhtavar, M. A., & Maqbool, M. M. (2019). Mitigation of Salinity Stress in Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Seedlings Through Physiological Seed Enhancements. *Journal of Plant Nutrition*, 42(10), 1192–1204.
- Salgotra, R. K. (2023). Ecophysiological Responses of Rice (*Oryza sativa* L.) to Drought and High Temperature. *Agronomy*, 13(7), 1–20.
- Sarkar, R. K., Mukherjee, A. K., & Chakraborty, K. (2019). Seed Priming Alleviates Stress Tolerance in Rice (*Oryza sativa* L.). In *Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings: Implications in Plant Stress Tolerance and Enhancing Productivity in Crop Plants*. Singapore: Springer Singapore.
- Sheteiwy, M. S., Abd Elgawad, H., Xiong, Y. C., Macovei, A., Brestic, M., Skalicky, M., Shaghaleh, H., Alhaj Hamoud, Y., & El-Sawah, A. M. (2021). Inoculation with *Bacillus Amyloliquefaciens* and Mycorrhiza Confer Drought Tolerance and Improve Seed Yield and Quality in Soybean. *Physiologia Plantarum*, 172(4), 2153–2169.
- Shivakrishna, P., Reddy, K. A., & Rao, D. M. (2017). Effect of PEG-6000 Imposed Drought Stress on RNA Content, Relative Water Content (RWC), and Chlorophyll Content in Peanut Leaves and Roots. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(4), 691–696.
- Sinaga, H., Silpiyana, S., & Harun, R. B. (2025). Kajian Perbandingan Komoditas Padi di antara Indonesia dan Malaysia. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 13(1), 1–12.
- Singh, J., Rajput, R. S., Singh, P., Ray, S., Vaishnav, A., Singh, S. M., & Singh, H. B. (2021). Screening, Isolation, and Characterization of Heat-Stress-Tolerant *Trichoderma* Isolates: A Sustainable Alternative to Climate Change. *Plant Archives*, 21(1), 1717–1734.

- Suliansyah, I., & Yasin, S. (2024). Eksplorasi dan Identifikasi Morfologi Benih Padi Lokal dari Beberapa Wilayah Sumatra Barat. *AGROLOGIA: Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, 13(1), 74-88.
- Summart, J., Thanonkeo, P., Panichajakul, S., Prathepha, P., & McManus, M. T. (2010). Effect of Salt Stress on Growth, Inorganic Ions, and Proline Accumulation in Thai Aromatic Rice, Khao Dawk Mali 105, Callus Culture. *African Journal of Biotechnology*, 9(2), 145–152.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed Editora.
- Tolrà, R., González-Cobo, C., Corrales, I., Padilla, R., & Llugany, M. (2025). Seed Halopriming as an Effective Strategy to Enhance Salt Tolerance in *Cakile maritima*: Antioxidant and Genetic Responses. *Antioxidants*, 14(3), 353.
- Violita, V., & Azhari, S. (2021). Effect of PEG-8000-Imposed Drought Stress on Rice Varieties Germination. *Journal of Physics: Conference Series*, 1940(1), 1–7.
- Wang, Y., Shen, C., Jiang, Q., Wang, Z., Gao, C., & Wang, W. (2022a). Plant Science Seed Priming with Calcium Chloride Enhances Stress Tolerance in Rice Seedlings. *Plant Science*, 323, 111381.
- Wang, Y., Shen, C., Jiang, Q., Wang, Z., Gao, C., & Wang, W. (2022b). Seed Priming with Calcium Chloride Enhances Stress Tolerance in Rice Seedlings. *Plant Science*, 323(1), 111381.
- Weinzettel, J. (2025). Global Rice Land Suitability and Adaptation Strategies Under Climate Change. *Journal of Environmental Management*, 394(1), 127630.
- Wibowo, N. I. (2020). Efektivitas Daya Berkecambah Benih Padi Pandanwangi dengan Menggunakan Metode Kertas. *Agroscience (Agsci)*, 10(1), 38–47.
- Yang, Y., & Guo, Y. (2018). Elucidating The Molecular Mechanisms Mediating Plant Salt-Stress Responses. *New Phytologist*, 217(2), 523–539.
- Yang, Y., Yu, J., Qian, Q., & Shang, L. (2022). Enhancement of Heat and Drought Stress Tolerance in Rice by Genetic Manipulation : A Systematic Review. *Rice*. 15(1), 67.
- Yousefi, A. R., Rashidi, S., & Moradi, P. (2020). Germination and Seedling Growth Responses of *Zygophyllum fabago*, *Salsola kali* L, and *Atriplex canescens* to PEG-Induced Drought Stress. *Environments*, 7(12), 107.

- Zhang, K., Khan, M. N., & Khan, Z. (2024). Seed Priming with Ascorbic Acid and Spermidine Regulated Auxin Biosynthesis to Promote Root Growth of Rice Under Drought Stress. *Frontiers in Plant Science*, *15*(1), 1–16.
- Zhang, W., Shi, H., Cai, S., Guo, Q., Dai, Y., Wang, H., & Wan, S. (2024). Rice Growth and Leaf Physiology in Response to Four Levels of Continuous Drought Stress in Southern China. *Agronomy*, *14*(7), 1–17.