

**PENGARUH LAMA SIMPAN PADA VIABILITAS BENIH SORGUM
VARIETAS SURI YANG DIPANEN DARI PERTANAMAN YANG
DIAPLIKASI $ZnSO_4$ PADA FASE TUMBUH BERBEDA**

(Skripsi)

Oleh

**RIZKY NOVTIANA RHAMANDANI
NPM 2214161069**



**UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**PENGARUH LAMA SIMPAN PADA VIABILITAS BENIH SORGUM
VARIETAS SURI YANG DIPANEN DARI PERTANAMAN YANG
DIAPLIKASI $ZnSO_4$ PADA FASE TUMBUH BERBEDA**

Oleh

RIZKY NOVTIANA RHAMANDANI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH LAMA SIMPAN PADA VIABILITAS BENIH SORGUM VARIETAS SURI YANG DIPANEN DARI PERTANAMAN YANG DIAPLIKASI ZnSO₄ PADA FASE TUMBUH BERBEDA

Oleh

RIZKY NOVTIANA RHAMANDANI

Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) adalah komoditas pangan potensial di lahan marginal. Viabilitas benih cenderung menurun selama penyimpanan. Aplikasi zinc (ZnSO₄) pada fase tertentu diduga meningkatkan kandungan Zn dalam benih, mengaktifkan enzim antioksidan Cu-Zn-SOD, sehingga memperlambat kemunduran benih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi ZnSO₄ pada fase tumbuh berbeda, pengaruh lama simpan, serta interaksinya terhadap viabilitas benih sorgum varietas Suri. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Desember 2024-Desember 2025. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) pola *Split-Plot in Time* dengan 4 ulangan. Faktor pertama adalah fase aplikasi ZnSO₄ (kontrol, fase vegetatif, fase generatif) dan faktor kedua adalah lama simpan (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 bulan) pada suhu ruang 27,9 ±0,5°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ZnSO₄ pada fase generatif memberikan viabilitas terbaik dengan kecepatan perkecambahan tertinggi (20,66%/hari) dan kecambah normal total tertinggi (64,57%). Lama simpan berpengaruh sangat nyata terhadap seluruh variabel, dengan viabilitas tinggi pada 0-6 bulan, menurun drastis pada 8 bulan dan 12 bulan. Terdapat pengaruh interaksi nyata antara aplikasi ZnSO₄ dan lama simpan, di mana p3 menunjukkan kemunduran paling lambat pada periode kritis 6 bulan.

Kata kunci: sorgum, ZnSO₄, lama simpan, viabilitas benih

ABSTRACT

EFFECT OF STORAGE DURATION ON SEED VIABILITY OF SURI SORGHUM VARIETY HARVESTED FROM CROPS APPLIED ZnSO₄ AT DIFFERENT GROWTH STAGES

By

RIZKY NOVTIANA RHAMANDANI

Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) is a potential food crop for marginal lands. Seed viability tends to decline during storage. Zinc (ZnSO₄) application at specific growth stages is hypothesized to increase seed Zn content, activating the antioxidant enzyme Cu-Zn-SOD to protect embryo cell membrane integrity and slow seed deterioration. This study aimed to determine the effect of ZnSO₄ application at different growth stages, storage duration, and their interaction on seed viability of Suri sorghum. The research was conducted at the Seed and Plant Breeding Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung, from December 2024 to December 2025. A Randomized Complete Block Design (RCBD) in a Split-Plot in Time arrangement with 4 replications was used. The first factor was ZnSO₄ application stage (control, vegetative, generative) and the second was storage duration (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 months) at room temperature of 27.9 ±0.5°C. Results showed that ZnSO₄ application at the generative phase yielded the best seed viability, with the highest germination rate (20.66%/day) and total normal germination (64.57%). Storage duration significantly affected all observed variables: viability remained high from 0-6 months, declined sharply at 8 months and 12 months. A significant interaction was found between ZnSO₄ application and storage duration, with p3 showing the slowest deterioration during the critical 6 month period.

Keywords: sorghum, ZnSO₄, storage duration, seed viability

Judul Skripsi : PENGARUH LAMA SIMPAN PADA
VIABILITAS BENIH SORGUM VARIETAS
SURI YANG DIPANEN DARI
PERTANAMAN YANG DIAPLIKASI $ZnSO_4$
PADA FASE TUMBUH BERBEDA

Nama Mahasiswa : Rizky Novtiana Rhamandani

Nomor Pokok Mahasiswa : 2214161069

Program Studi : Agronomi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua



Dr. Ir. Eko Pramono, M.S.
NIP 196108141986091001



Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc.IPU.
NIP 196101011985031003

2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura

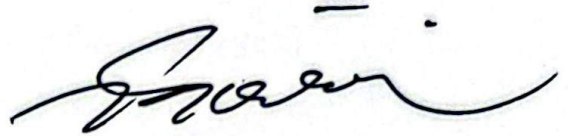


Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D.
NIP 196603041990122001

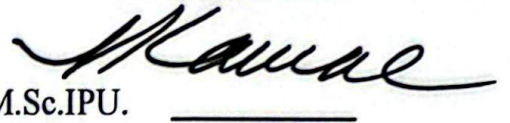
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Eko Pramono, M.S.



Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc.IPU.



Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. M. Syamsuel Hadi, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 22 April 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Lama Simpan pada Viabilitas Benih Sorgum Varietas Suri yang Dipanen dari Pertanaman yang Diaplikasi $ZnSO_4$ pada Fase Tumbuh Berbeda”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 Mei 2026

Penulis,



Rizky Novtiana Rhamandani
2214161069

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di PT ILP KM 43, Kecamatan Gedung Meneng, Kabupaten Tulang Bawang pada tanggal 17 November 2002, sebagai anak ke-dua dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Abadi Perkasa PT ILP KM 43, Kabupaten Tulang Bawang pada tahun 2015, sekolah menengah pertama di SMP Abadi Perkasa PT ILP KM 43, Kabupaten Tulang Bawang pada tahun 2018, dan sekolah menengah atas di SMA N 1 Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2021.

Pada tahun 2022, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis bergabung dalam organisasi HIMAGRHO dengan menjabat sebagai anggota bidang Akademik dan Profesi (Akprof) pada masa kepengurusan 2024, dan sebagai mentor bidang Akprof pada periode kepengurusan 2025. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum pada beberapa mata kuliah, yaitu Penyimpanan Benih dan Teknologi Benih pada semester ganjil 2025/2026. Kemudian semester genap 2025/2026, penulis menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Produksi Tanaman Pangan, Produksi dan Teknologi Benih, serta Pengantar Industri Benih.

Pada tahun 2025, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata di Desa Dharma Agung Mataram, Kecamatan Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah. Kemudian pada bulan Juni-Agustus 2025, penulis melaksanakan Praktik Umum di PT Perkebunan Nusantara IV Regional VII Kebun Rejosari, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan.

MOTTO

Tujuan hidup bukanlah hanya untuk mencapai kebahagiaan, melainkan untuk menjadi orang yang berharga, baik, dan bermakna
(Albert Einstein)

Hidup bukan tentang menemukan dirimu sendiri. Melainkan hidup adalah tentang menciptakan dirimu sendiri
(George Bernard Shaw)

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sampai kaum itu mengubah keadaan diri mereka sendiri
(QS. Ar-Ra'd : 11)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan penuh rasa syukur yang mendalam kepada Allah SWT
karya sederhana ini penulis persembahkan untuk :

Bapak dan Ibu tercinta, atas segala doa yang senantiasa dipanjatkan,
limpahan kasih sayang yang tiada batas, serta dukungan dan motivasi
yang tak pernah surut

Kakakku yang senantiasa menghibur, membantu, menyemangati,
dan menolong dalam suka maupun duka

Almamater kebanggaan
Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan masa studi dan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Lama Simpan pada Viabilitas Benih Sorgum Varietas Suri yang Dipanen dari Pertanaman yang Diaplikasi pada Fase Tumbuh Berbeda”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa perjalanan dalam menyelesaikan karya ini bukanlah hal yang mudah. Banyak tantangan dan hambatan yang penulis lalui, namun berkat doa, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Eko Pramono, M.S., selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, ilmu yang sangat berharga, serta motivasi yang membangun bagi penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc.IPU., selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas segala saran, kritik, dan bimbingan mendalam yang telah diberikan sehingga skripsi ini menjadi lebih baik dan terarah.
4. Bapak Dr. Ir. M. Syamsuel Hadi, M.Sc., selaku Dosen Penguji, atas masukan, koreksi, dan diskusi yang membangun dalam menyempurnakan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

6. Kedua Orang tua dan kakak penulis. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, kasih sayang, dukungan, serta pengorbanan luar biasa yang menjadi energi bagi penulis hingga detik ini.
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, serta staff administrasi dan laboratorium di Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Sahabat penulis Galuh, Lulu, Nadia, Widya, dan Atiyya. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis sejak masa SMP hingga saat ini. Kehadiran, keceriaan, dan dukungan kalian adalah penyemangat yang sangat berarti di setiap proses yang penulis lalui.
9. Teman penulis Hafiza, Ika, Firda, anggota Kitagatit, dan Dharma Geng. Terima kasih atas dukungan, kedekatan, dan setiap cerita yang telah kita lalui bersama semasa perkuliahan ini.
10. Teman penelitian Adel dan Abel yang telah kebersamai penulis. Terima kasih atas bantuan, kebersamaan, dan kerjasamanya dalam penelitian ini.
11. Teman-teman Agronomi 2022, terima kasih telah menjadi kawan bertumbuh yang luar biasa selama kuliah. Tetaplah hebat, kompak, dan sampai jumpa di puncak kesuksesan masing-masing.
12. Dedikasi penuh untuk diri sendiri yang telah menjadi saksi utama dari setiap kerja keras dan doa yang terpanjat. Terima kasih sudah tetap berdiri meski berkali-kali ingin berhenti.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan menjadi amal jariyah bagi kita semua.

Bandar Lampung, 21 Mei 2026
Penulis,



Rizky Novtiana Rhamandani

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|------------|
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| I. PENDAHULUAN | 2 |
| 1.1 Latar Belakang | 2 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Kerangka Pemikiran..... | 4 |
| 1.5 Hipotesis | 6 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Tanaman Sorgum | 7 |
| 2.1.1. Pertumbuhan Vegetatif | 8 |
| 2.1.2. Pertumbuhan Generatif | 9 |
| 2.2 Morfologi Sorgum | 10 |
| 2.2.1 Akar..... | 10 |
| 2.2.2 Batang | 10 |
| 2.2.3 Daun | 11 |
| 2.2.4 Bunga dan Biji | 11 |
| 2.3 Penyimpanan Benih | 11 |
| 2.4 Viabilitas Benih | 12 |
| 2.5 Pengaruh Zinc pada Tanaman Sorgum | 13 |

| | |
|---|-----------|
| III. METODOLOGI PENELITIAN | 14 |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 14 |
| 3.2 Bahan dan Alat | 14 |
| 3.3 Rancangan Percobaan | 14 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | 17 |
| 3.4.1 Persiapan Benih | 17 |
| 3.4.2 Penyimpanan Benih | 18 |
| 3.4.3 Uji Viabilitas Benih | 18 |
| 3.4.5 Kadar Air Benih (KA) | 20 |
| 3.4.6 Uji Daya Hantar Listrik (DHL)..... | 21 |
| 3.5 Variabel Pengamatan | 22 |
| 3.5.1 Uji Kecepatan Perkecambahan (UKP)..... | 22 |
| 3.5.2 Uji Keserempakan Perkecambahan (UKsP) | 25 |
| 3.5.3 Kadar Air Benih (%)..... | 28 |
| 3.5.4 Daya Hantar Listrik ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}/\text{ml}$)..... | 29 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 30 |
| 4.1 Hasil | 30 |
| 4.1.1 Analisis Ragam | 30 |
| 4.1.2 Pengaruh Aplikasi ZnSO_4 | 31 |
| 4.1.3 Pengaruh Lama Simpan | 32 |
| 4.1.4 Pengaruh Interaksi Aplikasi ZnSO_4 dan Lama Simpan Benih | 34 |
| 4.2 Pembahasan..... | 43 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 45 |
| 5.1 Kesimpulan | 45 |
| 5.2 Saran | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA | 47 |
| LAMPIRAN..... | 50 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Tanaman sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> L.)..... | 8 |
| 2. Tata letak percobaan <i>Split-Plot in Time</i> | 16 |
| 3. Benih sorgum varietas Suri-3..... | 17 |
| 4. Struktur biji sorgum..... | 17 |
| 5. Uji kertas digulung didirikan dalam pelastik (UKDdp)..... | 19 |
| 6. Pengujian kadar air benih..... | 21 |
| 7. Pengujian daya hantar listrik..... | 22 |
| 8. Kecambah abnormal..... | 24 |
| 9. Benih mati atau benih tidak berkecambah..... | 25 |
| 10. Kecambah normal kuat (a) dan kecambah normal lemah (b) benih sorgum 4 hari setelah pengecambahan..... | 26 |
| 11. Bobot kering kecambah normal..... | 28 |
| 12. Pengaruh interaksi aplikasi ZnSO ₄ dan lama simpan terhadap kecepatan perkecambahan..... | 35 |
| 13. Pengaruh interaksi aplikasi ZnSO ₄ dan lama simpan terhadap kecambah normal total..... | 37 |
| 14. Pengaruh interaksi aplikasi ZnSO ₄ dan lama simpan terhadap benih tidak berkecambah..... | 38 |
| 15. Pengaruh interaksi aplikasi ZnSO ₄ dan lama simpan terhadap panjang tajuk kecambah normal..... | 40 |
| 16. Pengaruh interaksi aplikasi ZnSO ₄ dan lama simpan terhadap panjang akar kecambah normal..... | 41 |

| | |
|--|----|
| 17. Pengaruh interaksi aplikasi ZnSO ₄ dan lama simpan terhadap daya hantar listrik | 42 |
|--|----|

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Nilai Probabilitas (P) dari hasil analisis ragam pengaruh aplikasi ZnSO ₄ dan lama simpan benih (L) terhadap viabilitas dan vigor benih | 30 |
| 2. Pengaruh aplikasi ZnSO ₄ pada benih sorgum varietas Suri-3 | 31 |
| 3. Pengaruh lama simpan terhadap viabilitas benih sorgum varietas Suri-3 | 33 |
| 4. Pengaruh interaksi antara aplikasi ZnSO ₄ (P) dan lama simpan (L) pada kecepatan perkecambahan (KP) | 34 |
| 5. Pengaruh interaksi antara aplikasi ZnSO ₄ (P) dan lama simpan (L) pada kecambah normal total (KNT)..... | 36 |
| 6. Pengaruh interaksi antara aplikasi ZnSO ₄ (P) dan lama simpan (L) pada benih tidak berkeambah (BTB) | 37 |
| 7. Pengaruh interaksi antara aplikasi ZnSO ₄ (P) dan lama simpan (L) pada panjang tajuk kecambah normal (PTKN)..... | 39 |
| 8. Pengaruh interaksi antara aplikasi ZnSO ₄ (P) dan lama simpan (L) pada panjang akar primer kecambah normal (PAPKN)..... | 40 |
| 9. Pengaruh interaksi antara aplikasi ZnSO ₄ (P) dan lama simpan (L) pada daya hantar listrik (DHL) | 42 |
| 10. Ringkasan hasil Uji Bartlett data dari variabel probabilitas yang diukur | 51 |
| 11. Ringkasan hasil Uji Tukey untuk nonaditifitas data setiap variabel yang diamati..... | 51 |
| 12. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap kecepatan perkecambahan (KP)..... | 52 |
| 13. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap kecambah normal total (KNT) | 52 |

| | |
|--|----|
| 14. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap kecambah abnormal (KAN) | 52 |
| 15. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap benih tidak berkecambah (BTB) | 53 |
| 16. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap kecambah normal kuat (KNK) | 53 |
| 17. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap kecambah normal lemah (KNL)..... | 53 |
| 18. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap panjang tajuk kecambah normal (PTKN) | 54 |
| 19. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap panjang akar primer kecambah normal (PAPKN)..... | 54 |
| 20. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap bobot kering kecambah normal (BKKN) | 54 |
| 21. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap kadar air benih (KA) | 55 |
| 22. Analisis ragam pengaruh lama simpan 12 bulan terhadap daya hantar listrik (DHL) | 55 |
| 23. Data transformasi pada variabel kecambah normal kuat | 56 |
| 24. Data transformasi pada variabel kecambah normal lemah | 57 |
| 25. Data transformasi pada variabel daya hantar listrik..... | 58 |
| 26. Data suhu harian ruang simpan pada suhu kamar atau loker | 59 |
| 27. Deskripsi tanaman sorgum varietas Suri-3 | 59 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) menjadi salah satu komoditas pangan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia. Tanaman ini dapat diolah menjadi berbagai produk, seperti beras sorgum, tepung sorgum, sirup, hingga pakan ternak. Pemanfaatan sorgum sebagai alternatif ini sangat penting dalam upaya mendukung diversifikasi pangan nasional, terutama karena sorgum dapat dibudidayakan secara lokal, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan baku dan memperkuat ketahanan pangan dalam negeri. Menurut Farrah *et al.* (2022), sorgum merupakan komoditas yang cukup menjanjikan karena memiliki kandungan gizi yang cukup baik sebagai sumber pangan, yaitu karbohidrat sebanyak 73 gram per 100 gram biji-bijian, lemak sebanyak 3,3 gram, protein sebanyak 11 gram, kalsium sebanyak 28 mg, fosfor sebanyak 287 mg, zat besi sebanyak 4,4 mg, dan vitamin B sebanyak 0,38 mg.

Tanaman sorgum memiliki keunggulan yang signifikan dalam hal pertanian. Hal ini terletak pada kemampuannya untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi lahan yang kurang ideal, termasuk tanah yang asam dan lahan yang kering. Sorgum juga menunjukkan toleransi yang baik terhadap genangan air, dapat tumbuh dengan baik di lahan marginal, dan relatif tahan terhadap serangan hama serta penyakit. Toleransi sorgum terhadap kekeringan dipengaruhi oleh adanya endapan silika pada bagian endodermis akarnya, yang berfungsi melindungi akar agar tidak rusak saat air terbatas atau kekeringan. Selain itu, sorgum juga dapat menghemat air karena memiliki sistem perakaran yang halus dan tumbuh cukup dalam, sehingga

mampu menyerap air tanah secara maksimal (Aryani *et al.*, 2022). Tanaman sorgum tidak memerlukan teknologi canggih atau perawatan khusus seperti halnya beberapa jenis tanaman lainnya. Dengan hal ini, potensi pengembangan dan penanaman sorgum di Indonesia sangat besar, terutama dalam upaya meningkatkan hasil dari lahan marginal serta lahan kering (Siregar *et al.*, 2016).

Hara mikro memiliki peran penting dalam mendukung berbagai proses metabolisme di dalam tubuh tanaman. Salah satu unsur hara mikro yang penting adalah seng (Zn). Meskipun dibutuhkan dalam jumlah yang relatif kecil, Zn memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur ini berperan dalam sintesis hormon pertumbuhan, seperti auksin, yang berfungsi untuk merangsang pembelahan dan pemanjangan sel (Nursida *et al.*, 2019). Pupuk $ZnSO_4$ juga dapat menciptakan biji yang lebih baik dan meningkatkan total hasil panen sorgum. Penambahan unsur Zn dapat meningkatkan kadar protein dalam biji antara 10,9% hingga 11,01%. Selain itu, peningkatan kadar protein dan Zn dalam biji, terutama pada gandum juga dapat diperoleh dengan menambah unsur Zn ke dalam tanah. Hal ini terjadi karena komponen Zn memiliki peran penting dalam proses pembentukan protein (Silahturrohmah, 2018).

Kekurangan Zn dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman yang terhambat, mengurangi ketahanan terhadap tekanan lingkungan, serta mengurangi pembentukan klorofil. Tanda-tanda kekurangan Zn pada tanaman terlihat dalam pertumbuhan dan perkembangan yang abnormal, terutama jika kondisi ini sudah sangat parah. Ciri-ciri yang muncul antara lain pertumbuhan tanaman yang terhambat, daun menjadi kuning (klorosis), dan bunga, terutama spikelet pada tanaman dari keluarga poaceae menjadi steril atau tidak dapat menghasilkan biji. Selain itu, tanaman yang kekurangan Zn juga menjadi lebih rentan terhadap kerusakan akibat terlalu banyak paparan sinar matahari serta infeksi jamur. Di sisi lain, kelebihan Zn juga bisa menyebabkan keracunan, yang terlihat dari terganggunya pertumbuhan dan menurunnya hasil panen (Sion *et al.*, 2024).

Berdasarkan penelitian Mostafa *et al.* (2019), peningkatan kadar Zn dalam benih padi secara efektif dicapai melalui perendaman dan aplikasi daun. Perendaman memungkinkan penyerapan langsung Zn, sementara aplikasi daun memfasilitasi translokasi melalui floem. Pengaruh kedua metode ini terhadap perkecambahan terlihat dari hasil penelitian yang menunjukkan kecepatan perkecambahan tertinggi (95%) pada aplikasi daun ZnSO₄ 60 mg/L di musim kedua, dan yang terendah (78,33%) tanpa perlakuan Zn. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi ZnSO₄ berperan penting dalam meningkatkan perkecambahan padi, khususnya dalam kondisi yang kurang ideal.

Kualitas benih merupakan faktor penting yang dapat menentukan keberhasilan dalam produksi tanaman, karena hal ini sangat berkaitan dengan viabilitas dan vigor benih. Menurut Noerdin *et al.* (2025), apabila vigor awal benih tidak terjaga, maka kualitas benih akan menurun selama masa penyimpanan. Penurunan ini dapat dilihat dari segi fisiologis dan biokimia. Secara fisiologis, penurunan kualitas benih ditunjukkan dengan menurunnya daya berkecambah dan indeks vigor suatu benih, sedangkan dari segi biokimia, ditandai dengan berkurangnya aktivitas enzim, menipisnya cadangan makanan dalam benih, serta meningkatnya nilai konduktivitas.

Penurunan kualitas benih tidak dapat dicegah atau dipulihkan sepenuhnya, namun kerusakan tersebut masih bisa diminimalkan melalui penanganan dan penyimpanan yang tepat, terutama dengan menjaga kadar air benih serta kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Sebelum benih tumbuh menjadi tanaman, benih harus melalui tahap perkecambahan terlebih dahulu. Namun, proses ini sering menghadapi hambatan dari tekanan lingkungan abiotik seperti kekeringan, salinitas, dan suhu ekstrem (Tefa, 2017).

Salah satu varietas sorgum yang saat ini sedang dikembangkan di Indonesia adalah varietas Suri. Varietas ini merupakan jenis sorgum unggul yang dapat tumbuh secara optimal di lahan kering, yaitu lahan yang kurang mendukung bagi pertumbuhan tanaman pangan lainnya. Dengan kemampuan tersebut, sorgum

varietas suri ini memiliki prospek yang baik untuk dibudidayakan di daerah beriklim tropis seperti Indonesia. Selain itu, sorgum varietas Suri juga memiliki keunggulan dalam hal umur panen yang singkat serta fase berbunga yang lebih cepat (Andayani, 2021).

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah aplikasi $ZnSO_4$ pertanaman sorgum dapat berpengaruh pada viabilitas benihnya selama penyimpanan?
2. Apakah lama simpan akan berpengaruh pada viabilitas benih sorgum?
3. Apakah pengaruh aplikasi $ZnSO_4$ pada fase pertumbuhan berbeda pada viabilitas benih sorgum tergantung pada lama simpan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh aplikasi $ZnSO_4$ pada pertanaman sorgum terhadap viabilitas benihnya selama penyimpanan.
2. Mengetahui pengaruh lama simpan terhadap viabilitas benih sorgum.
3. Mengetahui pengaruh cara pemberian $ZnSO_4$ pada fase pertumbuhan dan lama simpan terhadap viabilitas benih.

1.4 Kerangka Pemikiran

Kemunduran benih selama penyimpanan merupakan masalah utama yang berdampak pada penurunan viabilitas benih. Kemunduran benih ditandai dengan penurunan viabilitas dan vigor benih secara progresif, yang pada akhirnya berdampak pada rendahnya persentase perkecambahan dan pertumbuhan tanaman di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang tepat untuk memperlambat

proses kemunduran tersebut agar kualitas benih dapat dipertahankan dalam jangka waktu penyimpanan yang lebih lama.

Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketahanan benih selama penyimpanan adalah melalui peningkatan kandungan unsur hara mikro zinc (Zn) pada benih. Aplikasi Zn dalam bentuk larutan $ZnSO_4$ dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu perendaman benih (*seed priming*) dan penyemprotan pada daun (*foliar spray*). Kedua metode aplikasi tersebut efektif dalam memasukkan Zn ke dalam jaringan tanaman dan mengakumulasinya di dalam biji. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kadar Zn pada benih yang mendapat perlakuan $ZnSO_4$ dibandingkan dengan benih tanpa perlakuan Zn (kontrol). Dengan demikian, kedua metode aplikasi tersebut dapat dijadikan sebagai strategi untuk memperkaya kandungan Zn pada benih secara efektif.

Peningkatan kadar Zn pada benih memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas benih, khususnya melalui perannya dalam sistem pertahanan antioksidan. Zn diketahui berperan sebagai komponen penting dalam pembentukan dan aktivasi enzim Cu-Zn-SOD (*Copper Zinc Superoxide Dismutase*), yakni salah satu enzim antioksidan utama yang terdapat di dalam sel tanaman. Enzim Cu-Zn-SOD bekerja dengan cara mengkatalisis reaksi dismutasi radikal superoksida (O_2^-) menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) yang lebih tidak reaktif, sehingga kerusakan oksidatif pada komponen sel akibat akumulasi *reactive oxygen species* (ROS) dapat diminimalkan. Membran sel embrio benih merupakan salah satu komponen yang paling rentan terhadap serangan ROS, sehingga perlindungan yang diberikan oleh enzim Cu-Zn-SOD menjadi sangat penting dalam mempertahankan integritas dan fungsi membran sel tersebut. Semakin tinggi kadar Zn pada benih, semakin aktif pula enzim Cu-Zn-SOD bekerja, sehingga perlindungan terhadap membran sel embrio semakin optimal. Kondisi ini menyebabkan proses kemunduran benih berjalan lebih lambat, dan viabilitas benih dapat dipertahankan pada tingkat yang lebih tinggi selama periode penyimpanan yang lebih panjang.

Selain metode aplikasi, efektivitas peningkatan kadar Zn pada benih juga sangat ditentukan oleh fase pertumbuhan tanaman pada saat aplikasi $ZnSO_4$ dilakukan.

Penyerapan Zn oleh tanaman tidak berlangsung secara seragam di sepanjang siklus hidupnya, melainkan bervariasi tergantung pada fase pertumbuhan yang sedang berlangsung. Tanaman pada fase generatif, yaitu fase yang berkaitan dengan pembentukan dan pengisian biji, berpotensi menyerap dan mengakumulasi Zn dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan pada fase vegetatif. Hal ini disebabkan oleh tingginya kebutuhan Zn untuk mendukung proses metabolisme yang terlibat dalam pembentukan biji, termasuk sintesis protein, pembentukan klorofil, dan aktivasi berbagai enzim. Dengan demikian, aplikasi $ZnSO_4$ yang dilakukan pada fase generatif akan menghasilkan benih dengan kandungan Zn yang lebih besar dibandingkan aplikasi pada fase vegetatif. Kandungan Zn yang lebih tinggi tersebut akan memberikan perlindungan antioksidan yang lebih kuat melalui aktivasi enzim Cu-Zn-SOD, sehingga integritas membran sel embrio benih lebih terjaga, proses kemunduran benih lebih terhambat, dan viabilitas benih dapat dipertahankan lebih baik selama masa penyimpanan.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan uraian dari kerangka pemikiran tersebut, maka dapat disusun hipotesis sebagai berikut:

1. Aplikasi $ZnSO_4$ pada pertanaman sorgum berpengaruh terhadap viabilitas benih sorgum selama penyimpanan.
2. Viabilitas benih sorgum yang dihasilkan oleh tanaman yang dipupuk $ZnSO_4$ selama penyimpanan akan dipengaruhi oleh lama simpan.
3. Pengaruh aplikasi $ZnSO_4$ pada fase pertumbuhan tanaman sorgum terhadap viabilitas benih akan dipengaruhi oleh lama simpan benih.

II. TINJAUAN PUSTAKA

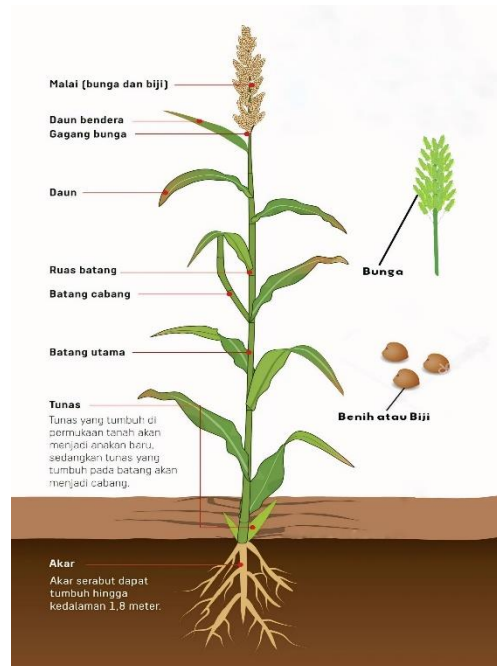
2.1 Tanaman Sorgum

Menurut Lestari *et al.* (2019), tanaman sorgum dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Cyperales
Famili : Poaceae
Subfamili : Panicoideae
Tribe : Andropogoneae
Genus : Sorghum
Spesies : *Sorghum bicolor* (L.) Moench

Menurut Ilwati *et al.* (2024), tanaman sorgum dikenal memiliki efisiensi penggunaan air yang lebih baik dibandingkan tanaman C4 lainnya seperti jagung. Sorgum tumbuh optimal pada suhu antara 23 °C hingga 30 °C, dengan kelembaban relatif yaitu berkisar antara 20% hingga 40%. Namun, jika suhu turun di bawah 20 °C, terutama di daerah dengan ketinggian sekitar 800 meter di atas permukaan laut, pertumbuhannya bisa terganggu. Selama fase pertumbuhan, sorgum memerlukan curah hujan antara 375 hingga 425 mm. Sorgum juga memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi tanah. Tanaman ini mampu tumbuh di tanah berat yang rawan tergenang air maupun di tanah berpasir. Selain itu, sorgum dapat bertoleransi terhadap tingkat keasaman tanah dengan pH antara 5,0 hingga 6,0, dan memiliki ketahanan terhadap salinitas tanah yang lebih

baik dibandingkan jagung. Bahkan, sorgum juga tetap dapat tumbuh di lahan yang umumnya tidak cocok untuk tanaman lain (Siregar, 2021). Tanaman sorgum dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 1. Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.).
 Sumber: Sorghum sebagai alternatif bahan pangan – Kompas.id.

Tanaman sorgum memiliki cara pertumbuhan yang mirip dengan jagung, namun durasi atau waktu antar fase pertumbuhannya serta jumlah daun yang dihasilkan bisa berbeda. Secara umum, pertumbuhan sorgum terbagi ke dalam tiga tahapan utama, yaitu fase vegetatif, fase reproduktif, dan fase pembentukan serta pematangan fisiologis biji (Andriani dan Isnaini, 2013).

2.1.1. Pertumbuhan Vegetatif

Pertumbuhan vegetatif merupakan tahap peningkatan ukuran dan jumlah organ-organ tumbuhan seperti akar, batang, dan daun. Tahap ini dimulai sejak daun pertama muncul setelah perkecambahan hingga terbentuknya organ reproduktif.

Pada tanaman sorgum, pertumbuhan vegetatif sangat dipengaruhi oleh kesuburan tanah dan kandungan unsur hara di dalamnya. Berdasarkan penelitian Sarif *et al.* (2015), menyatakan bahwa unsur nitrogen memiliki peran penting dalam merangsang pertumbuhan seluruh bagian tanaman, terutama batang, cabang, dan daun. Selain itu, nitrogen juga berkontribusi dalam pembentukan daun berwarna hijau yang sangat diperlukan dalam proses fotosintesis.

2.1.2. Pertumbuhan Generatif

Pertumbuhan generatif adalah tahap perkembangan organ reproduksi tanaman yang dimulai dengan pembentukan bakal bunga (primordia) dan berlanjut hingga buah mencapai kematangan penuh. Proses ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan kondisi lingkungan, sehingga waktu dan tahapan pertumbuhan dapat bervariasi antar spesies, varietas, maupun lokasi tumbuh. Faktor genetik menjadi dasar yang dapat menentukan pola perkembangan generatif, misalnya pada varietas sorgum yang dihasilkan melalui peuliaan tanaman seringkali memiliki waktu fase generatif yang dioptimalkan untuk mencapai produktivitas tinggi pada kondisi lingkungan tertentu. Pada umumnya, fase generatif pada tanaman sorgum berlangsung saat tanaman berusia antara 30 hingga 60 hari setelah tanam (HST) (Aryani *et al.*, 2022).

Suhu lingkungan juga berperan penting dalam mempengaruhi proses ini. Suhu tinggi cenderung mempercepat pembungaan, sedangkan suhu rendah dapat memperlambatnya (Aryani *et al.*, 2022). Awal munculnya bunga menandai berakhirnya fase vegetatif dan dimulainya fase reproduktif atau generatif. Pada fase ini, struktur malai (panicle) mulai terbentuk, dan jumlah biji dalam satu malai akan ditentukan. Tahap ini sangat penting dalam produksi biji, karena sekitar 70% dari total calon biji berkembang selama periode ini. Jika perkembangan malai terganggu, maka jumlah biji yang terbentuk akan berkurang secara signifikan (Andriani dan Isnaini, 2013).

2.2 Morfologi Sorgum

2.2.1 Akar

Tanaman sorgum memiliki sistem akar serabut, dimana bagian pangkal batang yang berada tepat di atas permukaan tanah biasanya akan menumbuhkan akar tambahan yang disebut akar adventif. Setelah akar primer mati, akar sekunder akan berkembang lebih luas. Akar sekunder ini berperan penting dalam penyerapan air dan unsur hara, sekaligus membantu dalam menopang batang agar tetap kokoh. Kemampuan sorgum untuk bertahan dalam kondisi kering disebabkan oleh adanya lapisan silika pada endodermis akarnya, yang berfungsi sebagai pelindung saat tanah kekurangan air. Selain itu, sorgum dikenal sangat efisien dalam menggunakan air berkat sistem akarnya yang halus dan mampu tumbuh cukup dalam, sehingga dapat menyerap air secara optimal (Lestari *et al.*, 2019).

2.2.2 Batang

Batang tanaman sorgum tersusun atas ruas-ruas (internodus) dan buku-buku (nodus), dengan bentuk silinder dan diameter bagian dasarnya berkisar antara 0,5 hingga 5,0 cm. Tinggi batang sorgum bervariasi, tergantung jenisnya, dan dapat mencapai antara 0,5 hingga 4,0 meter. Pada varietas sorgum manis, batang berbentuk silindris, beruas-ruas, serta mengandung gula, yaitu sekitar 55% sukrosa dan 3,2% glukosa berdasarkan dari berat keringnya. Selain itu, batangnya juga mengandung 12,4% selulosa dan 10,2% hemiselulosa. Kandungan sukrosa, glukosa, dan fruktosa dalam batang akan meningkat setelah fase pembungaan.

Pemanenan batang dilakukan saat mencapai tingkat kematangan optimal, yang biasanya terjadi pada umur 16 hingga 18 minggu (sekitar 112–126 hari). Biji sorgum umumnya sudah matang lebih awal, yaitu pada umur 90 hingga 100 hari,

sehingga proses panen biji dilakukan terlebih dahulu sebelum batang dipanen (Siregar, 2021).

2.2.3 Daun

Menurut Lestari *et al.* (2019), daun sorgum memiliki penampilan yang serupa dengan daun jagung, namun yang membedakannya adalah permukaan daun sorgum dilapisi oleh lapisan lilin berwarna putih yang cukup tebal. Lapisan lilin ini berfungsi untuk mengurangi penguapan, sehingga membantu tanaman mempertahankan air dalam tubuhnya dan meningkatkan ketahanannya terhadap kondisi kekeringan. Selama fase awal pertumbuhan, ukuran daun akan semakin besar hingga mencapai daun ketiga atau keempat. Setelah itu, ukuran daun cenderung mengecil hingga terbentuknya daun bendera.

2.2.4 Bunga dan Biji

Malai sorgum memiliki bunga jantan dan betina, dengan penyerbukan yang umumnya terjadi sendiri tanpa bantuan serangga yaitu sekitar 95% buah berasal dari penyerbukan sendiri. Biji sorgum berbentuk bulat dengan tiga bagian utama yaitu kulit luar (8%), lembaga (10%), dan endosperma (82%), berukuran sekitar 4,0 x 2,5 x 3,5 mm. Berat 100 biji berkisar 8–50 mg, rata-rata 28 mg. Berdasarkan ukuran, biji dibedakan menjadi kecil (8–10 mg), sedang (12–24 mg), dan besar (25–35 mg), dengan warna kulit biji putih, merah, atau coklat muda (Siregar, 2021).

2.3 Penyimpanan Benih

Penyimpanan benih adalah suatu upaya yang dilakukan untuk menjaga kualitas benih, khususnya daya hidup atau viabilitasnya selama masa penyimpanan tertentu. Tujuan dari penyimpanan benih ini adalah agar benih tetap dalam kondisi yang baik dan siap untuk berkecambah saat akan ditanam. Proses ini tidak hanya

menyimpan benih, tetapi juga melibatkan perlakuan khusus seperti pengendalian suhu, kelembaban, dan penggunaan tempat penyimpanan yang tepat agar benih tidak rusak akibat kondisi lingkungan yang tidak sesuai. Dengan perlakuan yang tepat selama penyimpanan, benih akan tetap memiliki kemampuan tumbuh yang maksimal ketika digunakan, sehingga mendukung keberhasilan budidaya tanaman (Indriana, 2016).

2.4 Viabilitas Benih

Benih dikatakan berkecambah apabila mampu menghasilkan kecambah yang memiliki bagian-bagian yang normal atau hampir normal. Benih yang berkualitas tinggi ditandai dengan tingkat viabilitas dan vigor benih yang tinggi. Viabilitas menunjukkan kemampuan benih untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman muda yang sehat. Sementara itu, vigor benih menunjukkan kemampuan benih untuk berkecambah secara seragam dan normal, bahkan saat menghadapi kondisi lingkungan yang kurang mendukung (Ridha *et al.*, 2017). Viabilitas benih dapat diketahui melalui serangkaian pengujian khusus. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menilai viabilitas adalah uji daya berkecambah. Uji ini berfungsi untuk melihat sejauh mana potensi benih dapat tumbuh dengan baik dalam kondisi lingkungan yang ideal.

Pengujian secara langsung di lapangan sering kali kurang akurat dan sulit diulang dengan hasil yang konsisten. Oleh karena itu, pengujian di laboratorium lebih disarankan karena memungkinkan dalam pengendalian kondisi lingkungan secara optimal sesuai dengan kebutuhan jenis tanaman tertentu, sehingga hasilnya lebih dapat diandalkan. Uji daya berkecambah juga menjadi salah satu syarat dalam proses sertifikasi benih, selain uji kemurnian dan kadar air, yang hasilnya wajib dicantumkan pada label kemasan. Secara umum, prinsip dari uji ini adalah menanam sejumlah benih pada media tertentu, seperti kertas atau pasir, lalu menghitung persentase benih yang berkecambah normal dalam waktu yang telah ditentukan (Elviani dan Jakoni, 2015).

2.5 Pengaruh Zinc pada Tanaman Sorgum

Seng (Zn) merupakan unsur hara mikro yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, meskipun dalam jumlah yang sedikit. Menurut Saidi (2019), peran penting Zn tidak hanya di bidang pertanian, tetapi juga dalam kesehatan manusia, dimana Zn ini berfungsi sebagai pengatur utama proses metabolisme tubuh. Sementara itu, keberadaan Zn bagi tanaman sangat penting karena berperan sebagai aktivator bagi berbagai enzim, membantu pembentukan klorofil (zat hijau daun), serta mendukung kelancaran proses fotosintesis yang menjadi sumber energi tanaman. Akan tetapi, ketersediaan Zn di dalam tanah seringkali berada di bawah tingkat yang ideal untuk menunjang pertumbuhan tanaman yang sehat.

Kekurangan unsur hara seng (Zn) dapat menurunkan hasil tanaman karena perannya dalam pembentukan hormon pertumbuhan dan pengisian biji. Menurut Nursida *et al.* (2019), kekurangan Zn menghambat pertumbuhan vegetatif dan perkembangan biji, yang berdampak pada rendahnya produktivitas. Gejala kekurangan Zn meliputi tanaman kerdil, ruas pendek, daun menguning, menyempit, menebal, rontok, serta gagalnya pembentukan buah. Sebaliknya, kelebihan Zn dapat menyebabkan daun menguning atau coklat, menggulung, dan munculnya nekrosis atau kematian jaringan pada bagian tertentu tanaman.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Desember 2024 hingga Desember 2025.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih sorgum varietas Suri-3 yang dipanen pada bulan September 2024 dan aplikasi $ZnSO_4$ yang berlokasi di kebun percobaan BRIN, Desa Sulusuban, Kecamatan Seputih Agung, Kabupaten Lampung Tengah, serta telah disimpan selama 3 bulan dalam ruang simpan dengan suhu $\pm 16^\circ C$, aquades, kertas buram atau kertas cd berukuran 21,5 x 33 cm, plastik polietilen (PE), plastik klip, kertas label, karet gelang, *tissue*, dan air biasa.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *seed counter*, timbangan elektrik, gelas ukur, *conductivity meter* tipe *Eutech Con 150*, oven tipe *memmert*, germinator tipe IPB 73-2A/B, data logger, gelas plastik, drigen, alat pengempa kertas, *hand sprayer*, cawan, penggaris, dan alat tulis.

3.3. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dalam bentuk petak terbagi (*Split-Plot in Time*) dengan 4 blok sebagai ulangan.

Perlakuan disusun secara faktorial dengan 2 faktor, yaitu faktor pertama adalah fase pemberian pupuk $ZnSO_4$ (P) yang terdiri atas 3 taraf, yaitu kontrol 0 kg/ha atau pertanaman sorgum tidak diaplikasi dengan $ZnSO_4$ (p_1), pertanaman sorgum yang benihnya diaplikasi dengan cara priming + *foliar spray* 2000 g $ZnSO_4$ /ha pada fase vegetatif (p_2), dan pertanaman sorgum yang benihnya diaplikasi dengan cara dengan cara priming + *foliar spray* 2000 g $ZnSO_4$ /ha pada fase generatif (p_3). Faktor kedua adalah lama simpan benih (L) yang terdiri dari 7 taraf, yaitu 0 bulan (l_1), 2 bulan (l_2), 4 bulan (l_3), 6 bulan (l_4), 8 bulan (l_5), 10 bulan (l_6), 12 bulan (l_7). Dengan kombinasi 3 taraf petak utama dan 7 taraf anak petak, serta 4 kali ulangan, maka satuan percobaan yang diperoleh adalah 84 unit.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab17 dan Microsoft Excel. Kemudian, homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett, dan aditivitas data dievaluasi dengan uji Tukey. Jika data homogen dan tidak ada interaksi signifikan (aditif), analisis dilanjutkan dengan analisis ragam (ANOVA). Jika ANOVA menunjukkan interaksi (P x L) dan faktor anak petak signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji regresi. Jika faktor petak utama signifikan, uji lanjut dilakukan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Model linear untuk percobaan *Split-Plot in Time* sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + P_i + BP_{ik} + \beta L_j + BL_{\gamma jk} + (PL)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} : Nilai pengamatan pada blok ke-k, petak utama ke-i, dan anak petak ke-j

μ : Nilai tengah umum

B_k : Pengaruh blok ke-k

P_i : Pengaruh aplikasi $ZnSO_4$ sebagai petak utama ke-i

BP_{ik} : Galat aplikasi Zn antar blok ke-k dan perlakuan petak utama ke-i

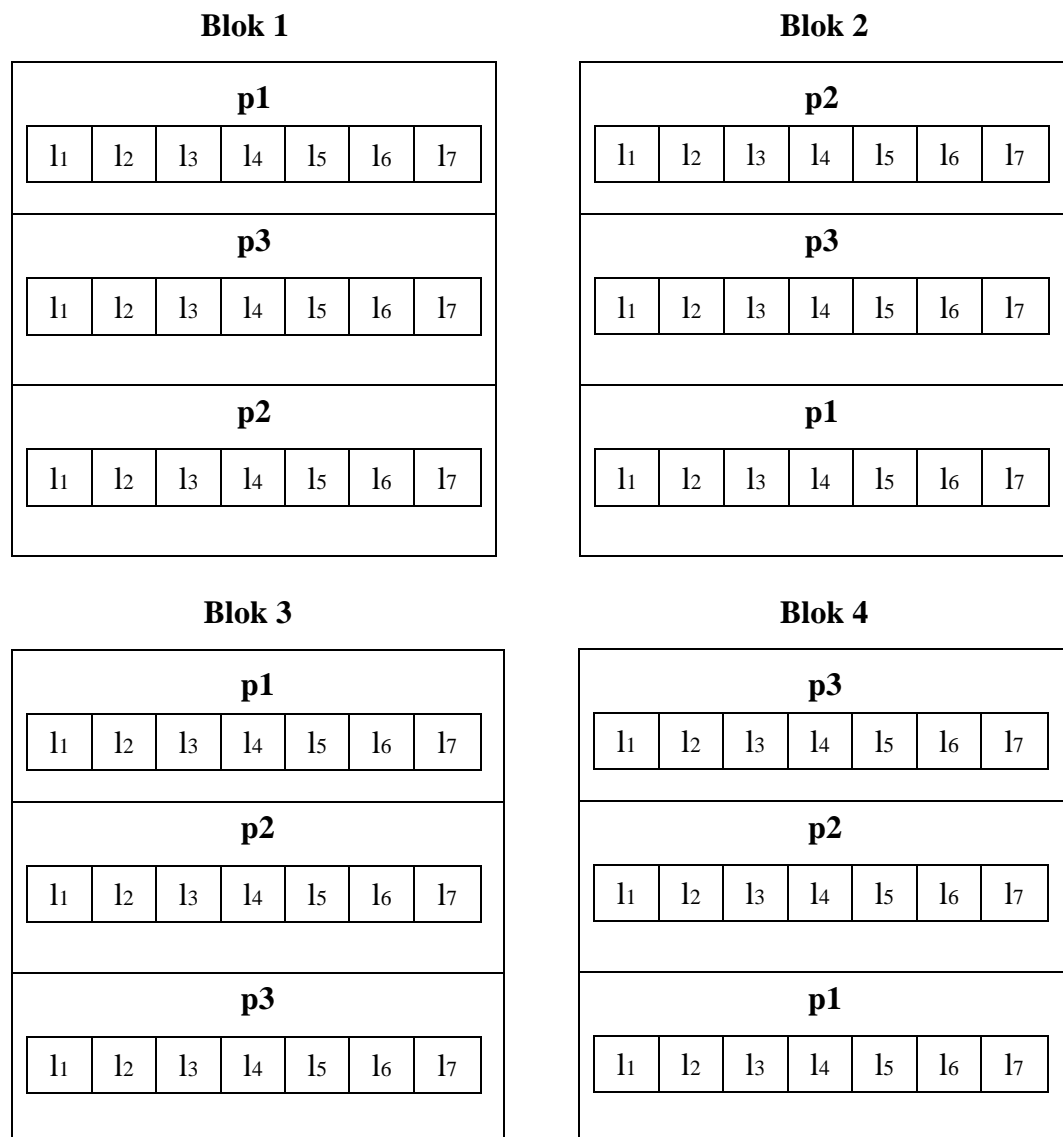
βL_j : Pengaruh lama simpan sebagai anak petak ke-j

$BL_{\gamma jk}$: Galat anak petak pada blok ke-k dan perlakuan anak petak ke-j

$(PL)_{ij}$: Pengaruh interaksi antara aplikasi $ZnSO_4$ ke-i dan lama simpan ke-j

ϵ_{ijk} : Galat umum percobaan pada blok ke-k, petak utama ke-i, dan anak petak ke-j.

Berikut tata letak yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2. Tata letak percobaan *Split-Plot in Time*.

Keterangan:

p1 : Kontrol

p2 : *Priming + foliar spray* 2000 g ZnSO₄/ha diaplikasikan pada fase vegetatif

p3 : *Priming + foliar spray* 2000 g ZnSO₄/ha diaplikasikan pada fase generatif

l1 : Lama simpan benih 0 bulan

l2 : Lama simpan benih 2 bulan

l3 : Lama simpan benih 4 bulan

l4 : Lama simpan benih 6 bulan

- l5 : Lama simpan benih 8 bulan
- l6 : Lama simpan benih 10 bulan
- l7 : Lama simpan benih 12 bulan

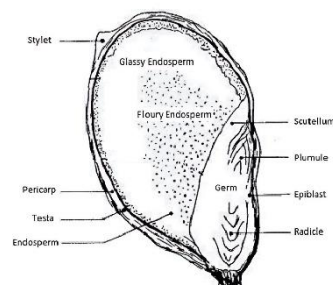
3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Benih

Penelitian ini menggunakan benih sorgum varietas Suri-3 hasil panen pada bulan September 2024, yang telah diperlakukan dengan 3 metode aplikasi yaitu kontrol (p1), pertanaman sorgum yang diaplikasi dengan cara *priming + foliar spray* 2000 g ZnSO₄/ha pada fase vegetatif (p2), dan pertanaman sorgum yang diaplikasi dengan cara *priming + foliar spray* 2000 g ZnSO₄/ha pada fase generatif (p3). Setelah itu, benih disimpan selama 3 bulan di dalam ruang penyimpanan bersuhu $\pm 16^{\circ}\text{C}$. Benih dihitung menggunakan alat penghitung benih (*seed counter*) kemudian dikemas dalam plastik klip, masing-masing berisi 200 butir benih per kemasan. Jumlah benih tersebut kemudian digunakan untuk berbagai pengujian, yaitu sebanyak 50 butir untuk uji kecepatan perkecambahan (UKP), 50 butir untuk uji keserempakan perkecambahan (UKsP), 20 butir untuk pengujian kadar air (KA), dan 50 butir untuk uji daya hantar listrik (DHL). Sisa sebanyak 30 butir disimpan sebagai cadangan apabila diperlukan dalam pengujian tambahan.



Gambar 3. Benih sorgum varietas Suri-3.



Gambar 4. Struktur biji sorgum.
Sumber: (Firmansyah, 2023).

3.4.2 Penyimpanan Benih

Dalam penelitian ini, benih yang telah dikemas menggunakan plastik klip kemudian ditempatkan di loker penyimpanan tanpa AC dengan suhu rata-rata $27,9 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Dalam proses penyimpanan, benih tersebut dikelompokkan berdasarkan ulangan dan diberi label sebagai identitas, misalnya p1u1 yang menunjukkan perlakuan dan ulangan pertama dengan lama penyimpanan 0 bulan. Sampel benih pada awal penyimpanan (0 bulan) digunakan sebagai sampel kontrol yang langsung diuji untuk menentukan kualitas awal benih tersebut, sementara sampel lainnya disimpan sesuai periode waktu yang telah ditentukan dan diuji secara berkala setiap 2 bulan untuk memantau perubahan kualitas selama masa penyimpanan.

Menurut Taini *et al.* (2019), benih yang disimpan dalam jangka waktu tertentu akan mengalami penurunan mutu atau deteriorasi, yang ditandai dengan menurunnya viabilitas (kemampuan berkecambah) dan vigor (daya tumbuh), sehingga menghasilkan tanaman dengan pertumbuhan kurang optimal dan hasil panen yang menurun. Oleh karena itu, pemantauan kualitas benih secara rutin sangat penting untuk memastikan benih tetap memenuhi standar dan dapat memberikan hasil yang maksimal.

3.4.3 Uji Viabilitas Benih

3.4.3.1 Uji Kecepatan Perkecambahan (UKP)

Uji kecepatan perkecambahan (UKP) bertujuan untuk mengukur kemampuan benih dalam berkecambah secara normal. Pelaksanaan UKP ini menggunakan benih sorgum varietas Suri-3 sebanyak 50 butir benih yang diuji menggunakan metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp). Metode ini diawali dengan menyiapkan kertas buram berukuran 21,5 x 33 cm, lalu kertas buram tersebut dibasahi dan dikempa agar tetap lembab. Kertas diletakkan di atas lembar plastik polietilen (PE) sebagai alas dan di atas kertas tersebut disusun sebanyak 50

benih secara zig-zag dalam 5 baris secara vertikal dan 10 baris secara horizontal. Kemudian bagian atas ditutup menggunakan 2 lembar kertas buram yang lembab, lalu digulung dan diberi label. Gulungan ini kemudian ditempatkan dalam germinator tipe IPB 73-2A/B untuk menciptakan kondisi optimal bagi proses perkecambahan. Selama masa pengujian, pengamatan dilakukan pada hari ke- 2, 3, 4, dan 5 untuk memantau perkembangan perkecambahan. Kecambah yang sudah dinyatakan normal diambil dan dikeluarkan dari media perkecambahan untuk dihitung dan tidak dikembalikan lagi ke media perkecambahan. Sementara itu, untuk benih yang masih belum normal tetap dibiarkan berada pada media perkecambahan untuk dimati pada hari berikutnya. Untuk pengamatan kecambah abnormal dan benih tidak berkecambah dilakukan pada 5 HSP. Uji kecepatan perkecambahan dilakukan untuk mengukur kecepatan perkecambahan (KP), persentase kecambah normal total (KNT), persentase kecambah abnormal (KAN), serta persentase benih yang tidak berkecambah (BTB) (Pramono *et al.*, 2025).



Gambar 5. Uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp).

3.4.3.2 Uji Keserempakan Perkecambahan (UKsP)

Metode uji keserempakan perkecambahan (UKsP) bertujuan untuk mengevaluasi keseragaman pertumbuhan benih pada tahap awal. Prosedur pada uji ini sama seperti uji kecepatan perkecambahan dengan menggunakan metode UKDdp yang dimulai dengan menyiapkan 50 butir benih yang disusun di atas kertas buram yang telah dibasahi, kemudian diletakkan di atas alas plastik polietilen (PE).

Selanjutnya, benih ditutup kembali dengan kertas buram yang lembab dan digulung, lalu diletakkan dalam alat germinator tipe IPB 73-2A/B. Pengamatan UKsP dilakukan pada hari ke-4 setelah pengecambahan. Namun sebelum gulungan dibuka untuk pengamatan kecambah, diambil 10 kecambah sampel secara acak. Apabila pada saat gulungan dibuka dan kecambah dengan nomor yang dipilih tidak normal maka diganti dengan kecambah nomor sebelumnya atau setelahnya. Kecambah normal, abnormal, dan benih tidak berkecambah dihitung, kemudian dipersentasekan terhadap 50 butir benih yang dikecambahkan, selanjutnya kecambah normal dipilah menjadi dua kelompok yaitu kecambah normal kuat dan kecambah normal lemah (Pramono *et al.*, 2025). Melalui metode ini, beberapa parameter penting dapat diukur, seperti persentase kecambah normal kuat (KNK), persentase kecambah normal lemah (KNL), panjang akar primer kecambah normal (PAPKN), panjang tajuk kecambah normal (PTKN), serta bobot kering kecambah normal (BKKN).

3.4.5 Kadar Air Benih (KA)

Pengujian kadar air benih dilakukan dengan metode langsung menggunakan oven tipe Memmert. Sebanyak 20 butir benih per ulangan dan perlakuan ditimbang dan dicatat bobot basahnya, kemudian dibungkus dengan kertas CD dan diberi label identitas. Benih dalam kemasan kertas CD lalu dimasukkan ke dalam oven bersuhu 80°C selama 3x24 jam (3 hari), setelah itu dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian ditimbang kembali dengan timbangan analitik untuk mendapatkan bobot kering benih (Pramono *et al.*, 2025). Nilai kadar air (KA) dihitung dengan cara mengurangi bobot awal dengan bobot akhir, lalu hasilnya dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap bobot awal.



Gambar 6. Pengujian kadar air benih.

3.4.6 Uji Daya Hantar Listrik (DHL)

Uji daya hantar listrik merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menilai tingkat viabilitas dan vigor benih berdasarkan integritas membran selnya. Pengukuran Daya Hantar Listrik (DHL) dilakukan dengan menyiapkan 50 butir benih sorgum per perlakuan dan ulangan yang dimasukkan ke dalam gelas plastik, lalu ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mendapatkan bobot awalnya. Selanjutnya, benih diberi aquades sebanyak 50 ml, ditutup dengan kertas dan direndam selama 24 jam. Setelah 24 jam, air perendam diaduk secara searah dengan jumlah putaran yang sama, kemudian diukur nilai DHLnya menggunakan alat *conductivity meter*. Aquades tanpa benih juga diukur sebagai blanko. Nilai DHL benih dihitung dari DHL air perendam benih dikurangi rerata DHL blanko, lalu dibagi dengan bobot awal benih (Pramono *et al.*, 2025). Kerusakan pada membran sel benih dapat menyebabkan terjadinya kebocoran zat-zat penting seperti gula dan elektrolit. Hal ini berdampak pada menurunnya efisiensi proses metabolisme serta kemampuan benih dalam mentransportasikan nutrisi secara optimal. Semakin tinggi nilai daya hantar listrik (DHL) yang terukur, semakin besar pula tingkat kebocoran membran sel yang terjadi. Kondisi ini menandakan bahwa integritas struktur membran telah terganggu, sehingga benih kehilangan kemampuannya untuk mempertahankan kestabilan internal. Akibatnya, viabilitas

dan vigor benih dapat menurun, yang pada akhirnya mempengaruhi kemampuan benih untuk tumbuh dan berkembang secara normal (Shari *et al.*, 2013).



Gambar 7. Pengujian daya hantar listrik.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Uji Kecepatan Perkecambahan (UKP)

3.5.1.1 Persentase Kecambah Normal Total (%)

Persentase total kecambah normal merupakan jumlah keseluruhan benih yang berhasil berkecambah secara normal dari 50 butir benih yang diamati selama proses perkecambahan. Secara umum, persentase kecambah normal yang tinggi (>80-90%). Menurut Pramono (2013), kecambah normal adalah kecambah yang menunjukkan pertumbuhan yang lengkap dan sempurna dari seluruh bagian poros embrionya. Bagian-bagian tersebut meliputi akar utama, hipokotil, epikotil, kotiledon yang masih utuh, serta plumula. Persentase kecambah normal dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{PKNT (\%)} = \frac{\sum \text{KN}_i}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

PKNT = Persentase kecambah normal total (%)

KN = Jumlah kecambah normal

n = Jumlah benih yang ditanam atau diuji

i = Hari pengamatan pada hari ke-2, 3, 4, dan 5

3.5.1.2 Kecepatan Perkecambahan (%KN/etmal)

Pengamatan terhadap kecepatan tumbuh dilakukan setiap hari dengan menghitung persentase kecambah normal dalam satuan waktu tertentu, yaitu setiap 24 jam (etmal). Kecepatan tumbuh ini dihitung sebagai hasil penjumlahan kecepatan tumbuh harian, yang dinyatakan dalam satuan persentase per hari. Benih yang memiliki vigor tinggi umumnya menunjukkan nilai kecepatan tumbuh yang besar, karena mampu berkecambah dengan cepat dalam waktu singkat. Sebaliknya, benih dengan vigor rendah akan membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai kondisi kecambah normal secara keseluruhan. Menurut Widajati *et.al.* (2013), perhitungan kecepatan tumbuh benih dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\sum_{i=0}^{tn} \% \text{KN} / \text{etmal}$$

Keterangan:

Kct = Kecepatan tumbuh (%KN/etmal)

KN = Persentase kecambah normal (%KN)

Etmal = 24 jam

0-tn = Waktu pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-n

3.5.1.3 Kecambah Abnormal (%)

Kecambah abnormal merupakan kecambah yang mengalami gangguan dalam pertumbuhannya, ditandai dengan tidak terbentuknya salah satu atau lebih bagian penting seperti tajuk (plumula) atau akar primer secara sempurna. Kondisi ini menunjukkan bahwa perkembangan embrio tidak berjalan dengan baik, sehingga kecambah tersebut tidak memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi tanaman yang sehat (Pramono, 2013). Jumlah kecambah abnormal diperoleh dengan menghitung seluruh kecambah yang menunjukkan pertumbuhan tidak normal pada hari ke-5 setelah proses perkecambahan dimulai. Persentase kecambah abnormal ini kemudian dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{KAN (\%)} = \frac{\text{Jumlah kecambah abnormal}}{\text{jumlah benih yang diuji}} \times 100\%$$



Gambar 8. Kecambah abnormal.

3.5.1.4 Benih Mati (%)

Menurut Aruan *et al.* (2018), benih mati adalah benih yang hingga akhir masa pengujiannya tidak menunjukkan tanda-tanda kehidupan, seperti tidak keras, tidak segar, dan sama sekali tidak mengalami proses pertumbuhan. Ciri khas dari benih mati biasanya berupa tekstur yang lunak, perubahan warna yang mencolok, serta

sering ditumbuhi cendawan akibat kondisi yang lembab. Jumlah kecambah yang mati ditentukan dengan cara menghitung seluruh kecambah yang tidak tumbuh pada hari ke-5 setelah proses perkecambahan dimulai. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase benih mati sebagai berikut:

$$\text{BM (\%)} = \frac{\text{Jumlah benih mati}}{\text{jumlah benih yang diuji}} \times 100\%$$



Gambar 9. Benih mati atau benih tidak berkecambah.

3.5.2 Uji Keserempakan Perkecambahan (UKsP)

3.5.2.1 Kecambah Normal Kuat (%)

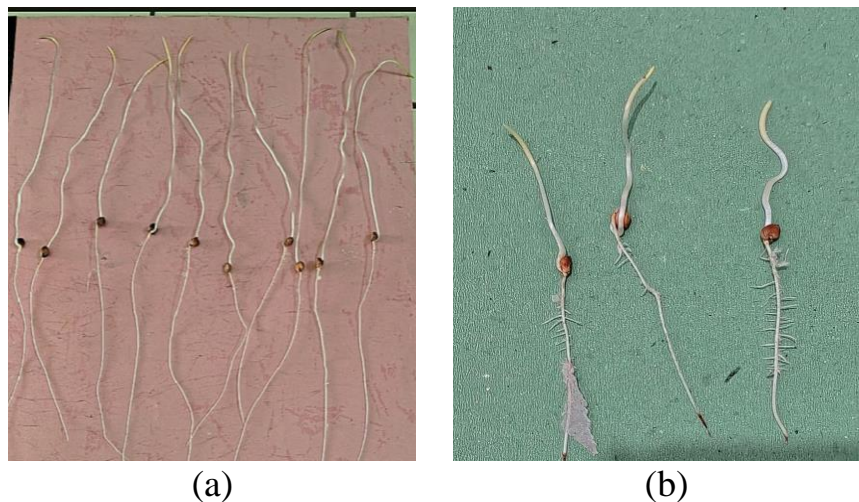
Kecambah normal kuat adalah benih yang telah melalui proses perkecambahan dengan baik dan menunjukkan tingkat kekuatan atau viabilitas yang tinggi selama masa pertumbuhannya. Kecambah kuat ini ditandai dengan pertumbuhan akar primer dan tajuk yang baik, di mana panjang kedua bagian tersebut mencapai atau lebih dari 5 cm ketika diukur. Persentase kecambah normal kuat ini dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{KNK (\%)} = \frac{\text{Jumlah kecambah normal yang kuat}}{\text{jumlah benih yang diuji}} \times 100\%$$

3.5.2.2 Kecambah Normal Lemah (%)

Kecambah normal lemah diidentifikasi melalui uji keserempakan perkecambahan benih (UksP) dengan menghitung persentase kecambah yang tumbuh normal namun menunjukkan pertumbuhan yang kurang optimal pada hari ke-4 setelah penanaman. Ciri khas kecambah normal lemah ini adalah akar primer dan tajuknya yang panjangnya kurang dari 5 cm saat diukur. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase kecambah normal lemah sebagai berikut:

$$\text{KNL (\%)} = \frac{\text{Jumlah kecambah normal lemah}}{\text{jumlah benih yang diuji}} \times 100\%$$



Gambar 10. Kecambah normal kuat (a) dan kecambah normal lemah (b) benih sorgum 4 hari setelah penecambahan.

3.5.2.3 Panjang Akar Primer Kecambah Normal (cm)

Pengukuran panjang akar primer dilakukan dengan menggunakan penggaris, dimulai dari pangkal akar yang terhubung langsung dengan benih hingga ke ujung akar. Pengamatan dilakukan pada hari keempat setelah benih ditanam, dengan memilih secara acak 10 kecambah normal dari total 50 benih yang telah berhasil berkecambah. Setiap kecambah yang terpilih dijadikan sampel dan diukur panjang

akar primernya secara satu per satu. Selanjutnya, hasil pengukuran tersebut dicatat dan dihitung nilai rata-ratanya. Perhitungan rata-rata ini bertujuan untuk memperoleh data yang representatif dan menggambarkan kondisi pertumbuhan akar primer secara umum pada kecambah normal.

3.5.2.4 Panjang Tajuk Kecambah Normal (cm)

Pengukuran panjang tajuk pada kecambah normal dilakukan dengan cara mengukur jarak dari titik pangkal kecambah yang terhubung langsung dengan benih hingga ke ujung tertinggi tajuk menggunakan alat ukur seperti penggaris. Pengamatan terhadap parameter panjang tajuk ini dilakukan pada 10 sampel kecambah normal yang sama, yaitu sampel yang juga digunakan untuk mengukur panjang akar primer kecambah normal (PAPKN). Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk memperoleh data pertumbuhan bagian atas kecambah sebagai indikator awal vigor tanaman dalam fase perkecambahan.

3.5.2.5 Bobot Kering Kecambah Normal (mg)

Pengukuran bobot kering kecambah normal dilakukan dengan cara mengambil 10 contoh kecambah yang menunjukkan pertumbuhan normal, yang diamati pada hari keempat setelah penanaman dalam uji keserempakan benih (UKsP). Setiap kecambah dipisahkan dari kotiledonnya, lalu ditimbang dalam kondisi basah menggunakan timbangan elektrik untuk mendapatkan bobot awal. Selanjutnya, kecambah-kecambah tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 72 jam (3×24 jam) untuk menghilangkan seluruh kandungan air. Setelah proses pengeringan selesai, kecambah ditimbang kembali untuk memperoleh bobot keringnya. Hasil penimbangan akhir ini dinyatakan dalam satuan gram, kemudian dikonversi ke dalam satuan miligram (mg) untuk keperluan analisis lebih lanjut.



Gambar 11. Bobot kering kecambah normal.

3.5.3 Kadar Air Benih (%)

Pengujian kadar air pada benih bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan air yang ada di dalam benih, karena kadar air ini sangat berpengaruh terhadap viabilitas (kemampuan benih untuk tumbuh) serta daya simpan benih tersebut. Pengukuran kadar air benih dilakukan dengan metode langsung menggunakan oven yang dioperasikan pada suhu 80°C selama waktu pengeringan 3 hari. Dari proses pengujian ini, untuk menghitung persentase kadar air benih dilakukan dengan rumus berikut:

$$KA (\%) = \frac{(M1-M2)}{(M1-M0)} \times 100\%$$

Keterangan:

KA = Persentase kadar air benih (%)

M0 = Bobot cawan (g)

M1 = Bobot cawan + bobot basah benih

M2 = Bobot cawan + bobot kering benih

3.5.4 Daya Hantar Listrik ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}/\text{ml}$)

Daya hantar listrik (DHL) merupakan salah satu metode untuk menguji vigor benih dengan cara mengukur jumlah elektrolit yang keluar dari benih selama proses imbibisi. Pengukuran ini dinyatakan dalam satuan mikroSiemens per sentimeter per gram per mili liter ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}/\text{ml}$). Prosedur pengujian dilakukan dengan menimbang 50 butir benih, kemudian merendamnya dalam 50 ml aquades selama 24 jam di suhu ruang. Setelah perendaman, larutan tersebut diukur menggunakan alat *conductivity meter* untuk menentukan nilai DHL yang menunjukkan tingkat kebocoran sel pada benih tersebut. Rumus yang digunakan untuk pengujian ini adalah sebagai berikut:

$$\text{DHL} = \frac{\text{Konduktivitas sampel} - \text{Blanko}}{\text{Bobot awal benih}}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, kesimpulan yang diperoleh yaitu:

1. Aplikasi $ZnSO_4$ pada fase generatif (p3) dengan dosis 2000 g/ha (*priming + foliar spray*) terbukti lebih efektif dalam mempertahankan viabilitas benih sorgum dibandingkan aplikasi pada fase vegetatif (p2) maupun tanpa aplikasi (p1), dengan kecepatan perkecambahan (20,66%/hari) dan kecambah normal total (64,57%) yang lebih tinggi, serta benih tidak berkecambah yang lebih rendah (31,07%).
2. Lama simpan berpengaruh sangat nyata terhadap viabilitas benih sorgum. Viabilitas benih tetap tinggi pada lama simpan 0-6 bulan, namun menurun secara signifikan pada 8 bulan, dan mencapai 0% pada 12 bulan, sehingga masa simpan optimal benih adalah hingga 6 bulan.
3. Pengaruh interaksi antara aplikasi $ZnSO_4$ dosis 2000 g/ha fase generatif (p3) dengan lama simpan 6 bulan mampu mempertahankan viabilitas dan vigor benih yang tinggi dibandingkan p1 (kontrol) dan p2 (2000 g/ha fase vegetatif). Hal ini ditandai pada variabel kecepatan perkecambahan (31,95%/hari), kecambah normal total (98,0%), dan benih tidak berkecambah (0,0%).

5.2 Saran

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilaksanakan, disarankan untuk melakukan aplikasi pupuk $ZnSO_4$ pada fase generatif pertumbuhan tanaman sorgum agar diperoleh benih dengan viabilitas tinggi dan daya simpan yang lebih baik, serta benih varietas Suri sebaiknya hanya disimpan dan dimanfaatkan maksimal selama 6 bulan pasca panen guna menjamin mutu dan daya tumbuhnya tetap optimal. Selain itu, perlu menentukan penggunaan jenis kemasan yang tepat untuk mengetahui potensi perpanjangan masa simpan benih melebihi 6 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M., Salamba, H. N., dan Asnawi. 2022. Pengelolaan hara mikro Zn dalam tanah untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas tanaman. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 41(1): 32-43.
- Andayani R. D. 2021. Uji adaptasi sorgum (*Sorghum bicolor*) berdaya hasil tinggi di wilayah kediri. *Jurnal Agroekoteknologi*. 14(1):30-34.
- Andriani, A., dan Isnaini, M. 2013. *Morfologi dan fase pertumbuhan sorgum inovasi dan pengembangan*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Jakarta.
- Aruan, R. B., Nyana, I. D. N., Siadi, I. K., dan Raka, I. G. N. 2018. Toleransi penundaan prosesing terhadap mutu fisik dan mutu fisiologis benih kedelai (*Glycine max* L. Merril). *E-Jurnal Agroekoteknologi Trop*. 7(2): 264–274.
- Aryani, N. F., Khatimah, K., Tajuddin, F. N., Khairunnisa, A. I., Magfira, N., dan Aminuddin, N. W. 2022. *Budidaya tanaman sorgum (Sorghum bicolor [L.] Moench)*. Jurusan Biologi FMIPA UNM. Makassar.
- Elfiani., dan Jakoni. 2015. Pengujian daya berkecambah benih dan evaluasi struktur kecambah benih. *Jurnal Dinamika Pertanian*. 30(1): 45-52.
- Farrah, S. D., Emila, E., Muutiara, E., Purba, R., Ingtyas, F. T., dan Marhamah. 2022. Analisis kandungan gizi dan aktivitas antioksidan pada *cookies* substitusi tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L.). *Sport and Nutrition Journal*. 4(1): 20-28.
- Firmansyah, A. A. 2023. Diversifikasi roti sorgum lokal unggulan untuk menuju ketahanan pangan global nusantara yang sehat. *Ecoprofit: Sustainable and Environment Business*. 1(1): 34-46.
- Ilwati, U., Sudharmawan, A. A. K., dan Sudantha, I. M. 2024. Pengaruh mikoriza pada tanaman sorgum di lahan kering. *Jurnal Biologi Tropis*. 24(2): 294-302.
- Indriana, K. R. 2016. Pengaruh waktu penyimpanan benih dan konsentrasi larutan asam sulfat terhadap viabilitas dan vigor benih jarak (*Jatropha curcas* Linn) di persemaian. *Jurnal Siliwangi*. 2(1): 71-76.

- Kementerian Pertanian, Badan penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2018. Sorgum varietas suri 3 agritan. IAARD Press. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/5991>. Diakses pada 23 April 2026.
- Lestari, T., Mustikarini, E. D., dan Apriyadi, R. 2019. *Teknologi pengelolaan lahan pasca tambang timah*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Mostafa, E. S. E. I., Leilah, A. A. A., dan Fayed, E. A. 2019. Effect of seed soaking and foliar application with zinc sulfate on rice seedling strength, yield and its components. *Journal of Plant Production*. 10(12): 1169-1173
- Noerdin, I., Shaumi, K. Z., Lindiyani., dan Hadi, M. R. K. S. 2025. Analisis daya kecambah dan viabilitas benih kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Tumbuhan: Publikasi Ilmu Sosiologi Pertanian dan Ilmu Kehutanan*. 2(1): 47-54.
- Nursida., Zinatal., dan Imuliany. 2019. Pengaruh ameliorasi abu janjang kelapa sawit terhadap ketersediaan dan serapan unsur hara Zn pada produksi beberapa varietas kedelai di tanah gambut. *Jurnal Agro Indragiri*. 4(1): 13-22.
- Pramono, E. 2013. *Penuntun praktikum teknologi benih*. Universitas Lampung. Lampung.
- Pramono, E., Kamal, M., Setiawan, K., dan Tantia, M. A. 2019. Pengaruh lama simpan dan suhu ruang penyimpanan pada kemunduran dan vigor benih sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) Varietas Samurai-1. *Jurnal Agrotek Tropika*. 7(2): 383-389.
- Pramono, E., Timotiwu, P. B., Agustiansyah., Ermawati., Adhinugraha, Q. S., Kuswati., dan Sukmawati, K. D. 2025. *Panduan praktikum teknologi benih*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.
- Ridha, R., Syahril, M., dan Juanda, B. R. 2017. Viabilitas dan vigoritas benih kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) akibat perendaman dalam ekstrak telur keong mas. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 4(1): 84-90.
- Saidi, A. U. 2019. Pengaruh pemberian pupuk mikro zn terhadap infeksi virus gemini pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Saputra, D. I., Widiastuti, M. L., Azizah, E., dan Samaullah, M. Y. 2024. Uji viabilitas dan vigor benih pada beberapa varietas sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dengan umur simpan yang berbeda. *Jurnal Agroplasma*. 11(1): 119-127.

- Sarif, P., Hadid, A., dan Wahyudi, I. 2015. Pertumbuhan dan hasil tanaman Sawi *Brassica juncea* L. akibat pemberian berbagai dosis pupuk urea. *Jurnal Agrotekbis*. 3(5): 585-591.
- Shari, P., Nurmiaty, Y., dan Nurmauli, N. 2013. Pengujian vigor benih kedelai varietas grobogan hasil pemupukan npk majemuk pada umur simpan dua bulan. *J. Agrotek Tropika*. 1(2): 183-188.
- Silahturrohmah, S. 2018. Pengaruh pemberian bahan organik dan ZnSO₄ terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman gandum (*Triticum aestivum* L.) varietas dewata. *Skripsi*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Sion, R., Agustiansyah., dan Timotiwi, P. B. 2024. Pengaruh nutripriming pada benih dengan zinc (Zn) terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung ungu hibrida. *Jurnal Agrotek Tropika*. 12(1): 189-197.
- Siregar, Z. A. 2021. Kajian sorgum: kajian potensi sebagai alternatif pangan. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 5(2): 80-86.
- Siregar, N., Irmansyah, I., dan Mariati. 2016. Pertumbuhan dan produksi sorgum manis (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) terhadap pemberian mulsa dan bahan organik. *Jurnal Agroteknologi*. 4(3): 2188-2195.
- Taini, Z. F, Suhartanto, R., dan Zamzami, A. 2019. Pemanfaatan alat pengusangan cepat menggunakan etanol untuk pendugaan vigor daya benih simpan jagung (*Zea mays* L.). *Buletin Agrohorti*. 7(2): 230-237.
- Tefa, A. 2017. Uji viabilitas dan vigor benih padi (*Oryza sativa* L.) selama penyimpanan pada tingkat kadar air yang berbeda. *Savana Cendana*. 2(3): 48-50.
- Widajati, E., Murniati, E., Palupi, E. R, Kartika, T., Suhartanto, M. R, dan Qadir, A. 2013. *Dasar ilmu dan teknologi benih*. PT Penerbit IPB Pers. Bogor.