

**EFEK LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI CaCl_2 SEBAGAI
OSMOPRIMING PADA KINERJA PERKECAMBAHAN BENIH SORGUM
(*Sorghum bicolor* [L.] Moench)**

(Skripsi)

Oleh

**YULIANA PUTRI
NPM 1714121015**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

**EFEK LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI CaCl_2 SEBAGAI
OSMOPRIMING PADA KINERJA PERKECAMBAHAN BENIH SORGUM
(*Sorghum bicolor* [L.] Moench)**

Oleh

YULIANA PUTRI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

EFEK LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI CaCl_2 SEBAGAI OSMOPRIMING PADA KINERJA PERKECAMBAHAN BENIH SORGUM (*Sorghum bicolor* [L.] Moench)

Oleh

YULIANA PUTRI

Osmopriming dengan larutan garam CaCl_2 dapat meningkatkan kinerja perkecambahan (invigorasi benih) yang sudah mengalami penuaan alami dalam penyimpanan. Durasi priming dan konsentrasi garam merupakan komponen yang mempengaruhi keberhasilan priming. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lama perendaman optimal dari *osmopriming* dengan larutan CaCl_2 pada kinerja perkecambahan benih sorgum, mengetahui konsentrasi larutan CaCl_2 optimal untuk memulihkan kinerja perkecambahan benih sorgum, dan mengetahui pengaruh konsentrasi larutan CaCl_2 pada kinerja perkecambahan benih sorgum pada lama perendaman yang berbeda. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok lengkap dengan pola faktorial (2×5) dengan 2 ulangan. Faktor pertama adalah lama perendaman dalam larutan CaCl_2 , yaitu 12 jam dan 24 jam. Faktor kedua adalah konsentrasi larutan CaCl_2 , yaitu 0 mM, 25 mM, 50 mM, 75 mM, dan 100 mM. Analisis data menggunakan uji Bartlett, uji Tukey, analisis ragam, uji beda nyata terkecil (BNT), dan analisis regresi, yang masing-masing pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman benih sorgum dalam larutan CaCl_2 selama 24 jam memberikan pengaruh lebih baik daripada lama perendaman 12 jam, konsentrasi larutan CaCl_2 optimal untuk meningkatkan kinerja perkecambahan benih sorgum yaitu 63 mM dengan lama perendaman 12 jam, sedangkan pada lama perendaman 24 jam yaitu 59 mM CaCl_2 , dan pengaruh interaksi antara lama perendaman dan konsentrasi larutan CaCl_2 tidak nyata pada semua variabel pengamatan, kecuali variabel bobot kering kecambah normal, namun pada lama perendaman 12 jam cenderung memiliki konsentrasi optimal yang lebih tinggi daripada lama perendaman 24 jam.

Kata kunci: benih sorgum, konsentrasi larutan CaCl_2 , lama perendaman.

Judul Skripsi : **EFEK LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI CaCl_2 SEBAGAI OSMOPRIMING PADA KINERJA PERKECAMBAHAN BENIH SORGUM (*Sorghum bicolor* [L.] Moench)**

Nama Mahasiswa : **Yuliana Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714121015**

Program Studi : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Eko'.

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

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kamal'.

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

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

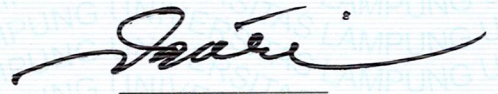
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sri Yusnaini'.

Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

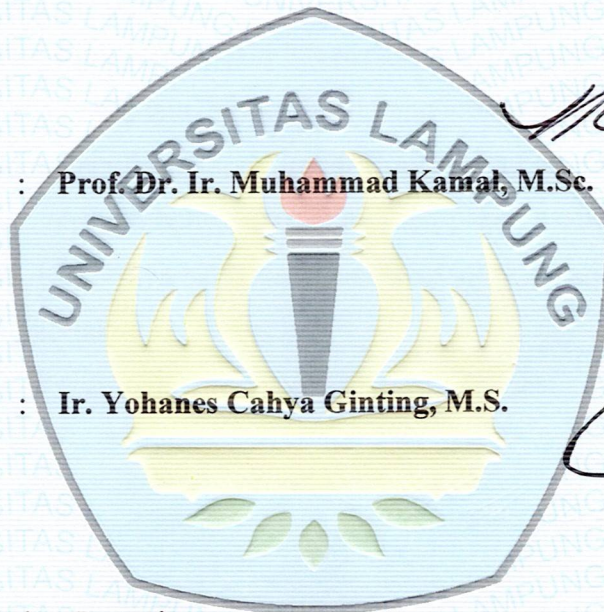
Ketua : **Dr. Ir. Eko Pramono, M.S.**



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



Anggota : **Ir. Yohanes Cahya Ginting, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **12 Oktober 2021**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“EFEK LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI CaCl_2 SEBAGAI OSMOPRIMING PADA KINERJA PERKECAMBAHAN BENIH SORGUM (*Sorghum bicolor* [L.] Moench)”** merupakan hasil karya 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 oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 Oktober 2021
Penulis,



Yuliana Putri
1714121015

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kayu Agung pada tanggal 26 Juli 1999. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara dari Bapak Padul Abbas, S.Sos. dan Ibu Kalsum. Penulis mengawali pendidikannya di Taman Kanak-Kanak (TK) Bhayangkari Kayu Agung pada tahun 2004. Dilanjutkan di SD Negeri 17 Kayu Agung dan lulus pada tahun 2011, SMP Negeri 6 Teladan Kayu Agung dan lulus tahun 2014 serta SMA Negeri 1 Kayu Agung dan lulus tahun 2017.

Pada tahun yang sama penulis diterima di Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan memilih konsentrasi Agronomi.

Pada tahun 2020 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Laboratorium Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Gadingrejo Pringsewu, Lampung. Pada tahun 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Rukti Sedyo, Kecamatan Raman Utara, Kabupaten Lampung Timur. Penulis Aktif di Organisasi Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai anggota bidang Dana dan Usaha periode 2018/2019. Selama perkuliahan, Penulis dipercaya sebagai asisten dosen mata kuliah Kimia Dasar dan Dasar-Dasar Ilmu Tanah pada tahun 2018/2019, Teknologi Benih, Produksi Benih, dan Statistika Dasar pada tahun 2019/2020, Statistika Dasar dan Rancangan Percobaan pada tahun 2020/2021, serta Teknologi Benih pada tahun 2021/2022.

*Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang
Kupersembahkan karya tulis ini sebagai wujud ungkapan rasa syukur, bakti,
kasih, dan sayang kepada:*

*Kelurga terkasih, Ayah dan Ibu (Padul Abbas dan Kalsum), serta Ayuk dan Adik
(Eka Nurfitriani dan Agung Setiabudi) yang telah memberikan cinta, kasih
sayang, dukungan, motivasi, dan doa yang tiada ternilai kepada penulis.*

*Serta Almamaterku tercinta
Universitas Lampung
Terima kasih karena sebagian ilmuku
telah didapatkan disini*

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 6)

“Dan suatu tanda (kebesaran Allah) bagi mereka adalah bumi yang mati (tandus). Kami hidupkan bumi itu dan kami keluarkan darinya biji-bijian, maka dari (biji-bijian) itu mereka makan”

(QS. Yasin: 33)

“Dance as though no one is watching you, love as though no one is watching you, love as though you never been hurt before, sing as though no one hear you, live as though heaven is on earth”

(Benedict Cumberbatch, Actor)

“Perbedaan antara menang dan kalah yang paling sering adalah tidak berhenti”

(Walt Disney)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, nikmat kesehatan jasmani maupun rohani, kebaikan rizki, kesabaran dan kekuatan, serta kefahaman ilmu kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam penulis sanjungkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW atas kelimpahan rahmat dan syafaatnya.

Skripsi berjudul “Efek Lama Perendaman dan Konsentrasi CaCl_2 sebagai *Osmopriming* pada Kinerja Perkecambahan Benih Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.)” disusun untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian pada Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung.

Selama pengerjaan skripsi ini, penulis mendapat bantuan ilmu maupun dukungan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Eko Pramono, M.S., selaku Dosen Pembimbing pertama, yang telah memberikan ide penelitian, bimbingan, saran, nasehat serta motivasi dalam penelitian skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing kedua, yang telah memberikan bimbingan, saran, nasehat serta motivasi dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Yohanes Cahya Ginting, M.S., selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan saran dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.

6. Bapak Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang telah memberikan bimbingan, saran, nasehat serta motivasi selama masa studi di Universitas Lampung.
7. Ayah, Ibu, ayuk, dan adik penulis yang selalu memberi kasih sayang, cinta, doa, dan dukungan serta semangat kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan gelar S.P. yang selalu memberikan bantuan, dukungan, serta motivasi kepada penulis, Ermia Citra Esatika, Puput Azizah, Rahmat Hidayat, Rusdi Sion, dan Nabilla Safitri.
9. Teman-teman seperjuangan kelompok penelitian benih, Alfiana Revo Sakti, Bella Merlita, Monik Nurhidayati, Satria Wahid.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah mendukung dari awal perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas mereka dan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, November 2021

Yuliana Putri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kerangka Pemikiran.....	5
1.5 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Botani Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	9
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Sorgum	9
2.1.2 Morfologi Tanaman Sorgum	9
2.1.3 Genotipe Sorgum	10
2.2 Perendaman Benih	11
2.3 Perkecambahan Benih.....	12
2.4 Kemunduran Benih	13
2.5 Viabilitas dan Vigor Benih	14
2.6 Invigorasi Benih.....	16
III. BAHAN DAN METODE	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat.....	19
3.3 Rancangan Percobaan dan Analisis Data.....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.4.1 Persiapan Benih	20
3.4.2 Persiapan Larutan CaCl ₂	21

3.4.3 Perendaman Benih dalam Larutan CaCl_2	21
3.4.4 Persiapan Media Substat.....	22
3.4.5 Pengukuran Daya Berkecambah dan Vigor Benih	22
3.4.6 Pengukuran Vigor Kecambah.....	22
3.4.7 Pengukuran Kadar Air Benih.....	23
3.5 Variabel Diamati	23
3.5.1 Daya Berkecambah Benih (DB)	23
3.5.2 Kecepatan Perkecambahan (KP)	24
3.5.3 Kecambah Abnormal (KAN).....	24
3.5.4 Benih Mati (BM)	25
3.5.5 Kecambah Normal Kuat (KNK).....	25
3.5.6 Panjang Akar Primer Kecambah Normal (PAPKN) ...	25
3.5.7 Panjang Tajuk Kecambah Normal (PTKN).....	25
3.5.8 Bobot Kering Kecambah Normal (BKKN)	26
3.5.9 Kadar Air Benih.....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil Penelitian	27
4.1.1 Pengaruh Lama Perendaman dalam Larutan CaCl_2 pada Kinerja Perkecambahan Benih Sorgum.....	28
4.1.2 Konsentrasi Larutan CaCl_2 optimal pada Daya Berkecambah Benih Sorgum Maksimum.....	28
4.1.3 Vigor Benih dan Vigor Kecambah pada Konsentrasi CaCl_2 Optimal	30
4.1.4 Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi larutan CaCl_2 pada Kadar Air Benih Sorgum	36
4.2 Pembahasan.....	37
V. SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Simpulan	44
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh osmopriming dengan CaCl_2 pada berbagai macam benih tanaman.....	3
2. Kebutuhan massa zat terlarut CaCl_2 dalam volume larutan 500 mL.....	21
3. Rekapitulasi hasil analisis ragam variabel pengamatan.....	27
4. Pengaruh lama perendaman dalam larutan CaCl_2 pada kinerja perkecambahan benih sorgum	28
5. Pengaruh lama perendaman dalam larutan CaCl_2 pada kadar air benih sorgum	36
6. Vigor benih, vigor kecambah, dan kadar air benih sorgum pada konsentrasi larutan CaCl_2 optimal	39
7. Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 12 jam pada variabel persentase daya berkecambah benih sorgum.	52
8. Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 24 jam pada variabel persentase daya berkecambah benih sorgum.	52
9. Analisis ragam efek lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 pada variabel daya berkecambah benih sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench).	52
10. Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 12 jam pada variabel persentase kecepatan perkecambahan benih sorgum.	53
11. Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 24 jam pada variabel persentase kecepatan perkecambahan benih sorgum.	53

12.	Analisis ragam efek lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 pada variabel kecepatan perkecambahan benih sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench).	53
13.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 12 jam pada variabel persentase kecambah abnormal benih sorgum.	54
14.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 24 jam pada variabel persentase kecambah abnormal benih sorgum.	54
15.	Analisis ragam efek lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 pada variabel persentase kecambah abnormal benih sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench).	54
16.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 12 jam pada variabel persentase benih mati benih sorgum.	55
17.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 24 jam pada variabel persentase benih mati benih sorgum.	55
18.	Analisis ragam efek lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 pada variabel persentase benih mati benih sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench).	55
19.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 12 jam pada variabel persentase kecambah normal kuat benih sorgum.	56
20.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 24 jam pada variabel persentase kecambah normal kuat benih sorgum.	56
21.	Analisis ragam efek lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 pada variabel kecambah normal kuat benih sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench).	56
22.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 12 jam pada variabel panjang akar primer kecambah normal benih sorgum.	57
23.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 24 jam pada variabel panjang akar primer kecambah normal benih sorgum.	57

24.	Analisis ragam efek lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 pada variabel panjang akar primer kecambah normal benih sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench).	57
25.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 12 jam pada variabel panjang tajuk kecambah normal benih sorgum.	58
26.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 24 jam pada variabel panjang tajuk kecambah normal benih sorgum.	58
27.	Analisis ragam efek lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 pada variabel panjang tajuk kecambah normal benih sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench).	58
28.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 12 jam pada variabel bobot kering kecambah normal benih sorgum.	59
29.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 24 jam pada variabel bobot kering kecambah normal benih sorgum.	59
30.	Analisis ragam efek lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 pada variabel bobot kering kecambah normal benih sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench).	59
31.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 12 jam pada variabel kadar air benih sorgum.	60
32.	Analisis regresi polinomial data pengaruh konsentrasi CaCl_2 dengan lama perendaman 24 jam pada variabel kadar air benih sorgum.	60
33.	Analisis ragam efek lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 pada variabel kadar air benih sorgum (<i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench).	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi larutan CaCl_2 sebagai <i>osmopriming</i> pada daya berkecambah benih sorgum	29
2. Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi larutan CaCl_2 sebagai <i>osmopriming</i> pada kecepatan perkecambahan benih sorgum.	30
3. Hubungan antara benih mati dan konsentrasi larutan CaCl_2 sebagai <i>priming</i> dengan lama perendaman 12 jam dan 24 jam	31
4. Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi larutan CaCl_2 sebagai <i>osmopriming</i> pada kecambah normal kuat benih sorgum.	32
5. Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi larutan CaCl_2 sebagai <i>osmopriming</i> pada panjang akar primer kecambah normal benih sorgum.	33
6. Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi larutan CaCl_2 sebagai <i>osmopriming</i> pada panjang tajuk kecambah normal benih sorgum.	34
7. Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi larutan CaCl_2 sebagai <i>osmopriming</i> pada bobot kering kecambah normal benih sorgum.	35
8. Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi larutan CaCl_2 sebagai <i>osmopriming</i> pada kadar air benih sorgum.....	37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) merupakan salah satu jenis tanaman pangan serealia yang mempunyai karbohidrat yang tinggi, daya adaptasi tinggi dan dapat tumbuh di hampir semua jenis tanah di Indonesia. Menurut Rahmi Yuliani Arvan dan Muhammad Aqil (2020), biji sorgum memiliki kandungan karbohidrat sebesar 84,58%, protein 9,12%, dan lemak 3,94%. Hal ini menyebabkan tanaman sorgum menjadi salah satu sumber bahan pangan alternatif. Sebagian penduduk di negara lain seperti di India menjadikan sorgum sebagai makanan pokok karena kandungan pada sorgum setara dengan beras. Selain itu, jika dijadikan bahan pakan ternak, sorgum sangat potensial karena daun dan batangnya dapat dijadikan campuran ransum ternak. Biji sorgum juga dapat diolah menjadi bioetanol sebagai bahan bakar mesin, biomassa hasil panen berupa limbah dapat dijadikan sebagai bahan baku biogas, pati dari biji sorgum dapat digunakan sebagai bahan baku industri, serta batang dan biji sorgum manis dapat digunakan untuk industri gula. Berdasarkan manfaat-manfaat tersebut maka sorgum sangatlah prospektif untuk dikembangkan di Indonesia.

Salah satu usaha untuk pengembangan tanaman sorgum di Indonesia adalah dengan menyediakan benih sorgum sebagai bahan tanam. Benih yang baik untuk digunakan sebagai bahan tanam adalah memiliki kriteria benih bermutu tinggi. Viabilitas dan vigor benih yang tinggi merupakan salah satu kriteria dari benih bermutu tinggi dan sebaliknya, salah satu kriteria dari benih bermutu rendah adalah viabilitas dan vigor benih yang rendah. Penggunaan benih bermutu rendah akan menghasilkan produksi yang rendah (Jyoti dan Malik, 2013).

Penyediaan benih merupakan rangkaian kegiatan menyediakan benih bermutu dari suatu varietas yang dianjurkan dalam jumlah yang cukup. Penyediaan benih sering dilakukan beberapa waktu sebelum musim tanam sehingga benih harus disimpan terlebih dahulu sampai akhirnya ditanam kembali. Menurut Sutopo (2002) penyimpanan benih merupakan suatu usaha untuk mempertahankan mutu benih dengan menghambat kemunduran benih khususnya viabilitas dan vigor benih. Pada dasarnya prinsip penyimpanan benih ini adalah mempertahankan viabilitas benih agar tetap tinggi pada akhir periode simpan. Dengan demikian, penyimpanan benih ini bertujuan agar benih dapat ditanam pada musim yang sama di tahun berikutnya atau untuk tujuan pelestarian benih dari suatu jenis tanaman.

Permasalahan dalam penyimpanan benih sampai saat ini adalah kemunduran benih yang terus terjadi dan tidak dapat dihentikan tetapi hanya dapat diperlambat pada saat penyimpanan. Kemunduran benih ini merupakan keadaan dimana terjadinya penurunan daya perkecambahan benih yang dapat menimbulkan perubahan menyeluruh di dalam benih baik secara fisik, fisiologis maupun kimiawi. Dimana semakin mundur suatu benih akan menyebabkan vigor dan viabilitas yang semakin rendah (Sadjad, 1994). Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan melakukan invigorasi benih.

Invigorasi benih merupakan upaya untuk memulihkan vigor benih. Invigorasi benih dilakukan untuk meningkatkan vigor benih yang rendah akibat penyimpanan dengan memperbaiki fisiologi dan biokimia benih (Saryoko, 2011). Salah satu teknik invigorasi benih adalah dengan melakukan *osmoconditioning* atau *osmopriming* (Rini, 2005). *Osmoconditioning* merupakan teknik yang memungkinkan benih untuk menyerap air dengan sangat lambat dari penyerapan larutan yang mengandung agen osmotik dengan tujuan agar potensial air benih mencapai keseimbangan yang optimal untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme dalam benih (Rouhi dkk., 2011). Agen osmotik adalah zat yang dapat mengatur jumlah air untuk benih dalam larutan (Doty dkk., 1985).

Tabel 1. Pengaruh *osmopriming* dengan CaCl_2 pada berbagai macam benih tanaman

Tanaman	Varietas	CaCl_2	Hasil	Sumber
Sorgum	Liaoza 15	50mM	memperbaiki semua sifat perkecambahan, dan nilai relatif (RGR dan RGP)	Chen, 2020
Sorgum	JS-263	1%	meningkatkan DB dari 62,17% menjadi 77,63%	Shehzad, 2012
Sorgum	Hegari	1%	meningkatkan DB dari 75,5% menjadi 77,73%	Shehzad, 2012
Padi	BRRI dhan41	22,2 g/L	meningkatkan DB dari 63,33% menjadi 78,67%	Islam, 2012
gandum	Nias	30ppm	meningkatkan DB dari 94,08% menjadi 99,25%	Arief, 2012
jagung	Melkana-2	5 g/L	meningkatkan DB dari 70,5% menjadi 82,5%	Gebreg ziahher, 2017

Keterangan: DB= Daya Berkecambah; RGR= *Relative Germination Rate*; RGP= *Relative Germination Potensial*.

Garam CaCl_2 merupakan salah satu agen osmotik yang dapat digunakan sebagai larutan pada teknik *osmoconditioning*. Menurut Arief dkk. (2012), penggunaan CaCl_2 dalam *priming* benih menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis pada benih dan meningkatkan hidrolisis pati dan gula yang digunakan untuk menambah cadangan makanan embrio. Hal tersebut disebabkan oleh unsur Ca^{2+} yang mampu memperbaiki status air sel, sekaligus berfungsi sebagai kofaktor dalam berbagai aktivitas sejumlah enzim yang aktif pada proses metabolisme cadangan makanan (Taiz dan Zeiger, 2006).

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian yang disajikan pada data Tabel 1 menunjukkan bahwa kinerja perkecambahan benih yang mundur dapat diperbaiki dengan *osmopriming* menggunakan larutan CaCl_2 dengan konsentrasi optimal yang berbeda-beda. Data Tabel 1 juga menunjukkan bahwa *osmopriming*

dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, komoditas, varietas, dan konsentrasi bahan *priming*.

Menurut Raihani Wahdah dkk. (2021), selain dipengaruhi oleh konsentrasi, lama *priming* benih juga berpengaruh terhadap keberhasilan *priming*. Perendaman yang terlalu singkat diduga belum mampu untuk menginduksi perkecambahan benih, sehingga belum mampu menampilkan performa viabilitas yang baik, akan tetapi jika perendaman terlalu lama, maka penyerapan larutan dapat berpengaruh negatif terhadap viabilitas benih. Moradi dan Younesi (2009) melaporkan bahwa lama *osmopriming* dengan PEG 6000 terbaik terhadap persentase daya berkecambah benih sorgum adalah dengan lama perendaman 24 jam. Saeedipour dkk. (2013) melaporkan bahwa *priming* dengan hormone tumbuh GA pada benih kacang tunggak selama 6 jam lebih baik daripada 12 jam.

Hasil uraian di atas dapat dilihat bahwa dengan penggunaan konsentrasi dan lama perendaman yang berbeda pada teknik *osmopriming* benih dapat memperlihatkan respon yang berbeda pula terhadap kinerja perkecambahan benih. Jadi untuk mengetahui konsentrasi dan lama perendaman optimal dari *osmopriming* dengan larutan CaCl_2 pada kinerja perkecambahan benih sorgum, perlu dilakukan penelitian mengenai hal tersebut. Penelitian-penelitian sebelumnya telah dilakukan penggunaan CaCl_2 sebagai bahan *priming* pada benih sorgum namun hanya dengan satu variasi lama perendaman (*priming*). Penelitian ini bermaksud untuk mengkaji lebih lanjut terkait pengaruh lama perendaman dan konsentrasi CaCl_2 sebagai *osmopriming* pada kinerja perkecambahan benih sorgum, serta penggunaan benih sorgum dengan kriteria umur simpan dan genotipe yang berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dalam penelitian ini dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapa lama perendaman optimal dari *osmopriming* dengan larutan CaCl_2 pada kinerja perkecambahan benih sorgum?
2. Berapa konsentrasi larutan CaCl_2 optimal dalam memulihkan kinerja perkecambahan benih sorgum yang sudah mengalami kemunduran akibat penyimpanan?
3. Apakah efektivitas pemulihan kinerja perkecambahan benih sorgum oleh larutan CaCl_2 dipengaruhi oleh lama perendamannya?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui lama perendaman optimal dari *osmopriming* dengan larutan CaCl_2 pada kinerja perkecambahan benih sorgum.
2. Mengetahui konsentrasi larutan CaCl_2 optimal untuk memulihkan kinerja perkecambahan benih sorgum.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi larutan CaCl_2 pada kinerja perkecambahan benih sorgum pada lama perendaman yang berbeda.

1.4 Kerangka Pemikiran

Benih yang telah lama disimpan akan mengalami deteriorasi (kemunduran benih) yang ditandai dengan menurunnya kinerja perkecambahan benih tersebut.

Kemunduran benih menentukan integritas membran sel benih, dimana semakin mundur benih tersebut maka membran sel benih akan semakin rapuh. Hal ini dapat dipertimbangkan sebagai penyebab dasar perbedaan viabilitas yang secara tidak langsung menentukan kebocoran benih selama uji daya hantar listrik

sebagaimana dilaporkan Nemat Adly Naguib dkk. (2011) bahwa lama penyimpanan 0 sampai 18 bulan pada benih gandum dapat meningkatkan nilai konduktivitas listrik dari 16.03 menjadi 52.02 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Invigorasi benih merupakan salah satu upaya yang dapat dipilih untuk mengatasi mutu benih yang rendah dengan cara memperlakukan benih sebelum ditanam. Salah satu teknik invigorasi yang sering digunakan yaitu *osmopriming*. Teknik ini bertujuan agar benih dapat berhidrasi secara perlahan sebelum benih dikecambahkan agar potensial air benih mencapai keseimbangan yang optimal untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme dalam benih. *Osmopriming* ini biasanya dilakukan dengan cara merendam benih dengan larutan yang memiliki potensial osmotik rendah sebagai media imbibisi.

Penggunaan larutan yang mengandung agen osmotik seperti garam kalsium klorida sebagai teknik *osmopriming* dapat mempengaruhi potensial osmotik pada larutan dimana semakin tinggi konsentrasi atau kandungan zat terlarut maka akan semakin rendah nilai potensial osmotik dari larutan. Larutan *osmopriming* akan menyebabkan potensial lingkungan benih menjadi lebih rendah, sehingga penyerapan air pada fase pertama (imbibisi) akan diperlambat, dengan harapan potensial air benih akan mencapai keseimbangan yang optimal untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme dalam benih dan meminimalisir tingkat kebocoran membran sel benih (memperkecil kehilangan elektrolit), terutama pada benih yang telah lama disimpan. Disisi lain, penggunaan garam anorganik sebagai agen osmotik dengan konsentrasi tidak tepat atau terlalu tinggi dapat menimbulkan efek samping berupa defisit air karena agen osmotik tersebut sudah bersifat sangat menghambat penyerapan air (imbibisi) benih.

Salah satu senyawa yang sering digunakan dalam *osmopriming* adalah kalsium klorida (CaCl_2). CaCl_2 merupakan agen osmotik yang mampu memperbaiki status air sel. Hal tersebut berkaitan dengan unsur Ca^{2+} yang berfungsi sebagai kofaktor dalam berbagai aktivitas sejumlah enzim yang aktif pada proses metabolisme cadangan makanan, sehingga penggunaan CaCl_2 sebagai media *priming*

berdampak positif terhadap mutu fisiologi benih dan dapat meningkatkan hidrolisis pati dan gula. Hal ini menyebabkan pertumbuhan kecambah lebih vigor, kecepatan perkecambahan meningkat, dan dapat memperbaiki mutu dan hasil benih.

Larutan CaCl_2 yang diberikan pada benih dalam konsentrasi tertentu akan diserap benih melalui proses imbibisi sehingga dapat langsung mempengaruhi metabolisme benih. Lama benih direndam larutan CaCl_2 akan mempengaruhi lamanya benih berimbibisi sehingga jumlah unsur Ca^{2+} yang akan masuk dalam benih akan berbeda pula. Perbedaan jumlah unsur Ca^{2+} yang masuk dalam benih akan menghasilkan pengaruh yang berbeda pada metabolisme benih sehingga akan menyebabkan pengaruh yang berbeda pula pada kinerja perkecambahan benih.

Lama perendaman yang lebih lama akan menyebabkan konsentrasi larutan CaCl_2 optimal yang dibutuhkan menjadi lebih rendah dibandingkan lama perendaman yang lebih singkat. Hal ini dikarenakan pada lama perendaman yang lebih lama akan menyebabkan benih menyerap larutan lebih banyak sehingga benih akan mengandung CaCl_2 yang lebih banyak pula. Hal tersebut akan menyebabkan benih mencapai pengaruh yang optimal lebih awal pada konsentrasi CaCl_2 yang lebih rendah.

Pada penelitian ini dilakukan *osmopriming* benih sorgum dengan menggunakan CaCl_2 sebagai agen osmotik. *Osmopriming* dilakukan dengan cara perendaman benih sorgum dengan beberapa konsentrasi larutan CaCl_2 (0; 25; 50; 75; 100 mM) untuk mengetahui konsentrasi larutan CaCl_2 optimal dalam memulihkan kinerja perkecambahan benih sorgum yang sudah mengalami kemunduran akibat penyimpanan, dan lama perendaman yang berbeda (12 dan 24 jam) untuk mendapatkan lama perendaman optimal dari *osmopriming* dengan larutan CaCl_2 pada kinerja perkecambahan benih sorgum, serta konsentrasi larutan CaCl_2 optimal pada lama perendaman berbeda untuk *osmopriming* benih sorgum. Kinerja perkecambahan pada penelitian ini mencakup daya berkecambah benih

(DB), Vigor benih (VgB), dan Vigor kecambah (VgK). Variabel pengamatan dari pengujian daya berkecambah dan vigor benih yang diamati pada penelitian ini yaitu persentase daya berkecambah, kecepatan perkecambahan, kecambah abnormal, dan benih mati. Variabel pengamatan dari pengujian vigor kecambah pada penelitian ini yaitu kecambah normal kuat, panjang tajuk kecambah normal, panjang akar primer kecambah normal, dan bobot kering kecambah normal.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan uraian dari kerangka pemikiran, maka diperoleh hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat lama perendaman optimal dari *osmopriming* dengan larutan CaCl_2 pada kinerja perkecambahan benih sorgum.
2. Terdapat konsentrasi larutan CaCl_2 optimal dalam memulihkan kinerja perkecambahan benih sorgum.
3. Terdapat konsentrasi larutan CaCl_2 optimal pada lama perendaman berbeda untuk *osmopriming* benih sorgum.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Sorgum

Menurut USDA (2008) sorgum mempunyai klasifikasi sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Sorghum</i>
Spesies	: <i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench.

2.1.2 Morfologi Tanaman Sorgum

Morfologi tanaman sorgum mencakup akar, batang, daun, tunas, bunga, dan biji.

Tanaman sorgum mempunyai sistem perakaran serabut yang terdiri atas akar primer yang terdapat pada dasar buku pangkal batang, akar sekunder yang terdapat pada pangkal batang yang tumbuh ke arah atas, dan akar tunjang yang tumbuh di permukaan tanah. Batang tanaman sorgum berbentuk silinder, beruas-ruas (*internode*), dan berbuku-buku (*node*) serta tidak memiliki kambium. Batang tanaman ini memiliki diameter dan tinggi bervariasi tergantung dari varietasnya. Tanaman sorgum merupakan tanaman yang dapat ratun. Setiap ruas tanaman berpotensi tumbuh sebagai tunas, baik sebagai anakan atau cabang (Andriani dan Isnaini, 2013).

Tanaman sorgum memiliki daun yang berbentuk pita dengan daun panjang serta ujung meruncing. Penampakkannya mirip dengan tanaman jagung. Namun, permukaan daun tanaman sorgum memiliki lapisan lilin yang berfungsi sebagai ketahanan tanaman sorgum terhadap kekeringan dengan mengurangi penguapan air dari dalam tubuh tanaman. Daun sorgum mempunyai panjang ± 1 meter dan lebar berkisar antara 5 – 13 sentimeter tergantung dari varietasnya (House, 1985). Bunga tanaman sorgum terdiri atas tangkai malai (*peduncle*), malai (*panicle*), rangkaian bunga (*raceme*), dan bunga (*spikelet*), sedangkan biji tanaman sorgum terdiri atas tiga bagian utama yaitu lapisan luar (*coat*), embrio (*germ*), dan endosperm. Biji tanaman ini berbentuk bulat atau butiran (*flattened spherical*) dengan ukuran yang bervariasi (berat 8 - 35 mg) (Sumarno, 2013).

2.1.3 Genotipe Sorgum

Sifat tanaman dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik merupakan faktor penentu sifat yang diturunkan dari tetuanya. Sorgum dalam perkembangannya juga telah memiliki banyak genotipe-genotipe yang secara resmi dikeluarkan pemerintah sebagai varietas dan masing-masing genotipe memiliki keunggulannya. Genotipe Super-2 merupakan genotipe sorgum yang unggul terutama di Indonesia.

Genotipe Super-2 dikembangkan dari galur introduksi ICRISAT (*International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*). Sorgum ini berumur 115-120 hari, memiliki potensi hasil 6,3 t/ha pada kadar air 10%, potensi produksi etanol 3,941 liter/ha, dan produksi biomas batang 39,3 t/ha dengan kadar gula ($^{\circ}\text{Brix}$) 12,7%. Genotipe ini memiliki kadar protein 9,2%, karbohidrat 75,6%, lemak 3,1%, dan kadar tanin 0,3%. Selain itu, sorgum ini memiliki ketahanan terhadap kerebahan, agak tahan penyakit antraknose, tahan hama Aphis, tahan penyakit karat dan hawar daun, dapat dikembangkan pada lahan kering beriklim kering dan beradaptasi pada lingkungan luas (Arvan dan Aqil, 2020).

2.2 Perendaman Benih

Menurut Akhirudin dkk. (2007), perendaman benih bertujuan agar benih dapat berimbibisi sehingga cadangan makanan dalam endosperma dapat dicerna. Selain itu, air yang diperoleh dari tahapan imbibisi tersebut juga berperan sebagai alat transportasi larutan makanan dari endosperm atau kotiledon ke titik tumbuh pada poros embrio, di daerah yang mana diperlukan untuk membentuk protoplasma baru. Perendaman benih dengan suatu larutan sering dilakukan sebagai metode *priming*. Perendaman benih dengan agen osmotik seperti PEG, KNO_3 , CaCl_2 , K_3PO_4 , NaCl , dan manitol dilakukan untuk mengatur pemasukan air ke dalam benih sehingga pemunculan radikula dapat dicegah untuk beberapa waktu sehingga fase aktivasi berlangsung lebih lama (Khan, 1992).

Lama benih direndam suatu larutan akan mempengaruhi lamanya benih berimbibisi sehingga larutan yang akan masuk dalam benih akan berbeda pula. Perbedaan lama perendaman ini akan menghasilkan pengaruh yang berbeda pada metabolisme benih sehingga akan menyebabkan pengaruh yang berbeda pula pada daya berkecambah benih. Perendaman yang terlalu singkat diduga belum mampu untuk menginduksi perkecambahan benih, sehingga belum mampu menampilkan performa viabilitas yang baik, akan tetapi jika perendaman terlalu lama, maka penyerapan larutan dengan dapat berpengaruh negatif terhadap viabilitas benih (Wahdah, 2021).

Hasil penelitian Moradi dan Younesi (2009) melaporkan bahwa lama *osmopriming* dengan PEG 6000 terbaik terhadap persentase daya berkecambah benih sorgum adalah dengan lama perendaman 24 jam. Raihani Wahdah dan Hilda Susanti (2020) melaporkan bahwa perendaman benih kacang nagara dengan larutan 5% *polyethylene glycol* selama 8 jam menghasilkan daya berkecambah benih lebih baik (78,67%) daripada direndam selama 16 jam (57,33%) dan 24 jam (45,33%). Saeedipour dkk. (2013) melaporkan bahwa *priming* dengan hormon tumbuh GA pada benih kacang tunggak selama 6 jam lebih baik daripada 12 jam. Oom Komalasari dan Ramlah Arief (2020) melaporkan bahwa lama *priming*

mempengaruhi daya berkecambah benih sorgum genotipe Super-1, dimana *hydropriming* selama 2 jam menghasilkan daya berkecambah 98,33%, sedangkan *hydropriming* selama 4 jam menghasilkan daya berkecambah 94,33%.

2.3 Perkecambahan Benih

Proses perkecambahan benih diawali dengan peristiwa fisiologis yaitu imbibisi dan absorsi air oleh benih. Copeland dan McDonald (1995) menjelaskan bahwa terdapat tiga fase imbibisi oleh benih, yaitu pada mulanya air diserap oleh benih dengan sangat cepat (fase I) diikuti oleh *lag phase* dimana potensial air seimbang dengan lingkungannya (fase II). Selama fase II terjadi perubahan metabolisme utama dalam mempersiapkan benih untuk pemunculan radikula. Fase III imbibisi ditandai dengan munculnya radikula yang diikuti dengan penyerapan air dengan cepat.

Menurut Sutopo (2004), tahap pertama suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih, dan terjadinya hidrasi protoplasma. Tahap kedua dimulai dengan kegiatan-kegiatan sel dan enzim-enzim serta naiknya laju respirasi benih. Tahap ketiga merupakan tahap dimana terjadi penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak, dan protein menjadi bentuk-bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh. Tahap keempat adalah asimilasi dari bahan-bahan yang telah diuraikan tadi di daerah meristematik untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan pertumbuhan sel-sel baru. Tahap kelima adalah pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran, dan pembagian sel-sel pada titik-titik tumbuh. Cadangan makanan di dalam biji sangat berperan penting dalam pertumbuhan kecambah benih karena daun belum dapat berfungsi sebagai organ fotosintesis.

2.4 Kemunduran Benih

Kemunduran benih merupakan suatu proses penurunan mutu benih yang akan berangsur-angsur terjadi setelah benih masak fisiologis. Peristiwa ini disebut deteriorasi atau benih mengalami proses menua. Proses deteriorasi ini dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam yang juga disebut sebagai deteriorasi kronologis, dan faktor luar yang juga disebut sebagai deteriorasi fisiologis. Deteriorasi kronologis merupakan proses deteriorasi karena waktu serta bersifat genetik, sehingga tergantung pada spesies dan kondisi viabilitas awal. Sedangkan deteriorasi fisiologis merupakan proses deteriorasi yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan persyaratan penyimpanan benih, atau terjadi penyimpangan pada saat pengolahan atau prosesing benih (Suen, 2005).

Menurut Setyastuti Purwanti (2004), kemunduran benih merupakan keadaan dimana terjadinya penurunan daya perkecambahan benih yang dapat menimbulkan perubahan menyeluruh di dalam benih baik secara fisik, fisiologis maupun kimiawi. Semakin mundur suatu benih maka vigor dan viabilitas akan semakin rendah. Menurut Justice dan Bass (1994) kemunduran benih ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, penurunan pemunculan kecambah di lapangan (*field emergence*), penurunan kecepatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, meningkatnya kepekaan terhadap lingkungan yang ekstrim yang akhirnya dapat menurunkan produksi tanaman.

Menurut Copeland & McDonald (2001), perubahan morfologi seperti perubahan warna kulit benih menjadi lebih gelap dan terjadinya nekrosis kotiledon, perubahan ultrastruktural seperti: penggabungan tubuh lemak (*lipid bodies*) dan membran plasma sel (*plasmalemma*), ketidakmampuan benih untuk menahan metabolit seluler yang bocor ketika terjadi imbibisi, kehilangan aktivitas enzim, dan respirasi yang menurun merupakan gejala kemunduran pada benih. Integritas membran sel ditentukan oleh kemunduran benih karena perubahan secara

biokimia atau kerusakan fisik, hal ini dapat dipertimbangkan sebagai penyebab dasar perbedaan viabilitas yang secara tidak langsung menentukan kebocoran benih selama uji DHL (Matthew dan Powell, 2006).

Salah satu usaha untuk menghambat laju kemunduran benih adalah dengan melakukan penyimpanan benih. Penyimpanan benih dengan genotipe yang berbeda akan menunjukkan respon viabilitas diakhir periode simpan yang berbeda. Penggunaan genotipe yang tahan pada masa simpan menjadi alternatif untuk mempertahankan viabilitas benih. Timotiwiu dkk. (2017) melaporkan bahwa penyimpanan dengan suhu 18°C dengan kadar air awal 12% menunjukkan kemunduran yang berbeda antar genotipe yang ditunjukkan oleh nilai daya hantar listrik paling tinggi pada varietas Super-1 dengan nilai sebesar 64 μSCm^{-1} lebih besar dibandingkan dengan varietas Kawali (62,84 μSCm^{-1}) dan Pahat (46,29 μSCm^{-1}). Hasil penelitian Hakim (2017) menunjukkan bahwa penyimpanan benih pada ruang simpan 26°C selama 9 bulan genotipe sorgum yang berbeda akan memberikan hasil mutu fisiologis yang berbeda. Persentase benih mati pada genotipe P/F-5-193C lebih tinggi dibandingkan dengan genotipe Super-1, Super-2, GH-6, dan Mandau.

Penyimpanan benih merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk menghambat deteriorasi benih. Namun, pada dasarnya semakin lama benih disimpan maka daya berkecambah benih tersebut akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Iska Hartina Anggraini (2020) yang melaporkan bahwa benih sorgum varietas P/F-10-90A dengan kadar air awal 10% pasca penyimpanan 12 bulan pada suhu 17°C mengalami penurunan daya berkecambah (DB) sebesar 17,33%, yaitu dari 97,33% menjadi 80%.

2.5 Viabilitas dan Vigor Benih

Menurut S. Sadjad (1994), viabilitas benih merupakan daya hidup benih yang dapat ditunjukkan dalam fenomena pertumbuhan, gejala metabolisme, kinerja

hormon atau garis viabilitas. Vigor adalah kemampuan benih menumbuhkan tanaman normal pada kondisi suboptimum di lapang produksi, atau sesudah disimpan dalam kondisi simpan yang suboptimum dan ditanam dalam kondisi lapang yang optimum. Faktor-Faktor yang mempengaruhi viabilitas benih selama penyimpanan dibagi menjadi faktor internal dan eksternal. Faktor internal mencakup sifat genetik, daya tumbuh dan vigor, kondisi kulit dan kadar air benih awal. Faktor eksternal antara lain kemasan benih, komposisi gas, suhu dan kelembaban ruang simpan (Copeland dan McDonald, 1995).

Vigor dan viabilitas benih adalah dua karakter yang saling berhubungan dan umumnya penurunan vigor mendahului penurunan viabilitas (Basu, 1994). Menurut Copeland (1995), faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitas benih adalah faktor genetik, lingkungan dan nutrisi tanaman induk selama perkembangan benih, stadia kemasakan waktu panen, ukuran dan bobot benih, kerusakan mekanik, dan patogen. Daya berkecambah benih ditujukan untuk menduga kemampuan tumbuh benih dengan kemampuan tumbuh benih dalam lingkungan dengan kondisi yang baik, sedangkan kecepatan tumbuh ditujukan untuk menduga kemampuan benih tumbuh normal dalam kondisi lingkungan yang kurang baik (Sadjad, 1972). Karakter yang sangat penting dari benih vigor adalah yang dimanifestasikan oleh kecepatan laju perkecambahan, keseragaman dari pertumbuhan dan daya tumbuh dan kemampuan untuk tumbuh normal pada rentang kondisi lingkungan yang luas (Basu, 1994).

Menurut Sadjad (1972), benih mempunyai vigor yang tinggi apabila memiliki indikasi: (1) tahan simpan, (2) berkecambah cepat dan merata, (3) bebas dari penyakit, (4) tahan terhadap gangguan berbagai mikroorganisme, (5) tumbuh kuat dalam keadaan lahan basah/kering, (6) bibit efisien dalam memanfaatkan cadangan makanan, (7) laju tumbuh atau pertambahan berat kering bibit yang berfotosintesis tinggi, (8) menghasilkan tanaman berproduksi tinggi, (9) tidak menunjukkan perbedaan pertumbuhan di lapang dan di laboratorium, (10) tahan terhadap saingan.

2.6 Invigorasi Benih

Invigorasi benih merupakan perlakuan yang diberikan terhadap benih sebelum dilakukan penanaman dengan tujuan memperbaiki perkecambahan dan pertumbuhan kecambah. Beberapa perlakuan invigorasi benih juga digunakan untuk menyeragamkan pertumbuhan kecambah dan meningkatkan laju pertumbuhan kecambah (Rudrapal and Nakamura, 1998). *Priming* ialah teknik invigorasi benih yang merupakan kegiatan hidrasi secara perlahan sebelum benih dikecambahkan dengan tujuan agar potensial air benih mencapai keseimbangan yang optimal untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme dalam benih (Rouhi dkk., 2011).

Osmoconditioning merupakan salah satu teknik invigorasi yang menggambarkan tentang hubungan benih dengan gerak masuknya senyawa pada potensial air yang rendah, biasanya dilakukan dengan cara perendaman dan dilakukan pembilasan sesudahnya. Hal tersebut masih dijadikan suatu pedoman oleh banyak peneliti untuk dijadikan standar teknik *priming*. Keberhasilan *osmoconditioning* sangat ditentukan oleh jenis larutan osmotik yang digunakan, potensial osmotik, suhu, lama inkubasi dan akan berbeda pengaruhnya antar spesies, antar varietas bahkan diantara lot benih dari varietas yang sama (Rini, 2005).

Osmoconditioning dapat menyebabkan terjadinya penguatan (penyembuhan) membran plasma, memperkecil kehilangan elektrolit dan meningkatkan perkecambahan serta kekuatan semai (Gardner dkk., 1991). Selama perlakuan invigorasi secara *osmoconditioning* juga terjadi perubahan aktivitas fisiologi dan biokimia di dalam benih. Perubahan komposisi lemak membran akibat aktivitas enzim menyebabkan meningkatnya integritas membran sehingga mengurangi kebocoran metabolik (Sutariati, 2002).

Osmoconditioning adalah perbaikan fisiologi maupun biokimia pada benih selama penundaan perkecambahan dengan menggunakan media imbibisi yang berpotensi osmotik rendah dengan potensial matriks dapat diabaikan. Prinsip

dasar dari teknik ini adalah mengatur pemasukan air ke dalam benih sehingga pemunculan radikula dapat dicegah untuk beberapa waktu sehingga fase aktivasi berlangsung lebih lama. Beberapa larutan yang dapat digunakan meliputi PEG, KNO_3 , CaCl_2 , K_3PO_4 , NaCl , dan manitol (Khan, 1992).

Menurut Arnold dan Sanchez (2004), *Osmotic priming* pada benih (sering dikenal *osmopriming* atau *osmoconditioning*) menggambarkan tentang hubungan benih dengan gerak masuknya senyawa pada potensial air rendah, yang biasanya dilakukan dengan cara perendaman, dan dilakukan pembilasan sesudahnya. Manitol dan garam anorganik dapat digunakan secara luas sebagai senyawa osmotik, karena memiliki ukuran molekul yang kecil atau rendah, sehingga memiliki kemampuan untuk diserap oleh biji. Namun beberapa kasus asosiasinya dengan benih dapat menimbulkan efek samping keracunan.

Kalsium klorida merupakan salah satu larutan yang dapat digunakan sebagai media *osmotic priming*. Penggunaan CaCl_2 dalam *priming* benih menyebabkan terjadinya perubahan fisiologi pada benih dan meningkatkan hidrolisis pati dan gula yang digunakan untuk menambah cadangan makanan embrio, sehingga pertumbuhan kecambah lebih vigor, mempercepat pertumbuhan tanaman, dan memperbaiki mutu dan hasil benih. Tingginya efisiensi osmotik pada CaCl_2 berkaitan dengan unsur Ca^{2+} yang mampu memperbaiki status air sel. Unsur ini sekaligus berfungsi sebagai kofaktor dalam berbagai aktivitas sejumlah enzim yang aktif pada proses metabolisme cadangan makanan (Arief dkk., 2012). Hasil penelitian Xiaofei Chen dkk. (2020) menunjukkan bahwa perendaman 12 jam benih sorgum genotipe Liaozha15 yang telah lama disimpan selama 12 bulan dalam larutan 50 mM CaCl_2 dapat memperbaiki semua kinerja perkecambahannya, dan nilai relatif, baik laju perkecambahan relatifnya maupun potensi perkecambahan relatifnya.

Ferguson (1984) menyatakan kalsium dapat mereduksi atau menunda kerusakan dinding sel. Pengaruh ini biasanya diekspresikan pada penundaan pelunakan buah diasosiasikan dengan aktivitas poligalakturonase. Kalsium juga mempertahankan

fungsi membran. Menurut Narayanswamy dan Shambulingappa (1998) bahwa konsentrasi kalsium dari biji dan persentase perkecambahan berkorelasi positif yang menunjukkan peran kalsium sebagai komponen penting dalam stabilisasi membran dan sebagai enzim kofaktor.

Hasil penelitian M. Shehzad dkk. (2012) melaporkan bahwa *osmopriming* dengan merendam benih sorgum dalam larutan CaCl_2 1% selama 10 jam dapat meningkatkan daya berkecambah benih sorgum genotipe Hegari dari 75,5% menjadi 77,73%); genotipe. JS-263 dari 62,17% menjadi 77,63%; dan genotipe. JS-2002 dari 59,97% menjadi 82,2%. *Osmopriming* dengan merendam benih dalam larutan 22,2 g/L CaCl_2 selama 24 jam dapat meningkatkan daya berkecambah benih padi, yaitu var. BRRI dhan41 dari 63,33% menjadi 78,67%; dan var. BINA dhan7 dari 58,66% menjadi 84% (R. Islam dkk. (2012). M.N. Hasan dkk. (2016) melaporkan bahwa *priming* benih padi var. BRRI dhan 29 dengan 5% CaCl_2 selama 42 jam merupakan konsentrasi dan lama perendaman terbaik, yaitu dapat meningkatkan daya berkecambah dari 74,33% menjadi 94,67%. Neha Kumari dkk. (2017) melaporkan bahwa penerapan *priming* menggunakan larutan CaCl_2 1% dengan lama perendaman selama 12 jam dapat meningkatkan daya berkecambah benih jagung varietas SHIATS MS3 dari 91% menjadi 95%. *Osmopriming* dengan merendam dalam larutan -1.25MPa CaCl_2 selama 18 jam dapat meningkatkan daya berkecambah benih jagung Hybrid-31R88 dari 94,2% menjadi 98,8% (Noman Mehboob dkk, 2018).

Hasil penelitian Muhammad Aamir Iqbal dkk. (2014) melaporkan bahwa *priming* benih *Chinese Sweet Sorghum* dengan 1% CaCl_2 selama 12 jam dapat meningkatkan daya berkecambah benih dari 66% menjadi 84%. Naimat Ullah dkk. (2017) melaporkan bahwa *osmopriming* dengan 22,2g/l CaCl_2 selama 8 jam dapat meningkatkan vigor benih gandum varietas Fakhr-e-Sarhad (dari 17%/hari menjadi 64,6%/hari) dan Pir Sabaak-2005 (dari 34,3%/hari menjadi 61,3%/hari). *Osmopriming* dengan merendam dalam larutan 1% CaCl_2 selama 12 jam dapat meningkatkan daya berkecambah benih gandum varietas Mandakini (K-9351) dari 88,5% menjadi 89,12% (Bazil Avinash Singh dkk., 2017).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2021.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih sorgum genotipe Super-2 yang telah disimpan selama 24 bulan dalam ruang simpan bersuhu $\pm 18^{\circ}\text{C}$, larutan CaCl_2 (0; 25; 50; 75; 100 mM), plastik klip, kertas merang, plastik pembungkus, kertas *tissue*, dan amplop, larutan aquades.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat pengempa kertas, germinator IPB 73-2A/B, penghitung benih (*Seed counter*) tipe Seedburo, timbangan elektrik, corong, oven, gunting, *sprayer*, gelas ukur, *beaker glass*, labu ukur 500 mL, batang pengaduk, nampan, label, gelas ukur, cawan petri, penggaris, dan alat tulis.

3.3 Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) pola faktorial (2×5) dengan 2 ulangan. Faktor pertama adalah lama perendaman dalam larutan CaCl_2 , yaitu 12 jam dan 24 jam. Faktor kedua adalah konsentrasi larutan CaCl_2 , yaitu 0 mM, 25 mM, 50 mM, 75 mM, dan 100 mM. Dengan demikian terdapat 2×5 kombinasi perlakuan dengan 2 ulangan sehingga terdapat 20 satuan percobaan.

Analisis data menggunakan 1) Uji Bartlett untuk menguji homogenitas antar ragam perlakuan 2) Uji Tukey untuk kemenambahan data, 3) analisis ragam untuk melihat pengaruh perlakuan secara simultan, 4) Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui lama perendaman dalam larutan CaCl_2 optimal, dan 5) analisis regresi untuk mengetahui konsentrasi larutan CaCl_2 optimal pada lama perendaman yang berbeda, yang masing-masing pada taraf nyata 5%. Perlakuan dikatakan optimal apabila memberikan pengaruh terbaik, tertinggi, dan paling menguntungkan untuk digunakan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Benih

Benih sorgum diperoleh dari penelitian bapak Eko Pramono yang sebelumnya telah disimpan selama 24 bulan dalam ruang simpan bersuhu $\pm 18^\circ\text{C}$. Benih sorgum yang akan digunakan yaitu genotipe Super-2. Benih terlebih dahulu disortir dan diambil yang memiliki ukuran yang normal dan tidak cacat serta bernas. Kemudian, benih-benih tersebut dihitung 100 butir benih per plastik klip untuk pengujian kecepatan perkecambahan dan keserempakan perkecambahan menggunakan alat *seed counter* dan ditempatkan di plastik klip yang telah diberi label sesuai perlakuan sebanyak 20 plastik. Selain itu, benih sorgum juga dihitung 25 butir benih/plastik klip untuk pengujian kadar air sebanyak 20 plastik, sehingga dibutuhkan 2500 butir benih.

3.4.2 Persiapan Larutan CaCl₂

Penentuan pembuatan larutan CaCl₂ sebanyak 500 mL mengikuti rumus sebagai berikut:

$$\text{Molaritas (M)} = \frac{\text{bobot CaCl}_2 \text{ (g)}}{111 \text{ g/mol}} \times \frac{1000}{500 \text{ mL}}$$

Penyiapan larutan CaCl₂ dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung kebutuhan bobot CaCl₂ (g) dari masing-masing konsentrasi (0; 25; 50; 75; 100 mM) dengan volume larutan 500 mL menggunakan rumus di atas. Larutan CaCl₂ dibuat dengan menggunakan bobot CaCl₂ (g) yang telah didapat untuk masing-masing konsentrasi, kemudian dilarutkan dengan aquades, lalu ditambah aquades lagi sampai volume larutan 500 mL.

Tabel 2. Kebutuhan massa zat terlarut CaCl₂ dalam volume larutan 500 mL

Konsentrasi (mM)	Bobot CaCl ₂ (gram)
0	0
25	1,39
50	2,78
75	4,16
100	5,55

3.4.3 Perendaman Benih dalam Larutan CaCl₂

Aplikasi perendaman benih sorgum dilakukan dengan menempatkan benih sebanyak 100 butir pada cawan petri yang telah berisi larutan CaCl₂ sebanyak 12 mL sesuai dengan taraf konsentrasi, yaitu 0 mM, 25 mM, 50 mM, 75 mM, dan 100 mM. Benih yang telah direndam larutan CaCl₂ kemudian dibiarkan selama 12 jam dan 24 jam sesuai dengan taraf lama perendaman dalam larutan CaCl₂ yang dilakukan. Setelah dilakukan perendaman, benih dibilas menggunakan aquades sebanyak tiga kali, lalu dikering anginkan.

3.4.4 Persiapan Media Substat

Media perkecambahan yang digunakan adalah kertas merang berukuran 20 cm x 30 cm dan plastik. Kertas yang digunakan dibasahi atau direndam air lalu dikempa sampai kondisi lembab. Kertas yang digunakan per gulungan yaitu 4 lembar dengan masing-masing 2 lembar untuk alas dan penutup, serta satu lembar plastik per gulungan.

3.4.5 Pengukuran Daya Berkecambah dan Vigor Benih

Pengukuran daya berkecambah dan vigor benih dilakukan dalam pengujian perkecambahan yang sama. Uji perkecambahan ini dilakukan dengan media kertas merang dengan metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp). Sebanyak 50 butir benih disusun di atas 2 lembar kertas merang lembab yang diberi alas selembab plastik lalu ditutup dengan 2 lembar kertas merang lagi kemudian digulung. Benih yang dikecambahkan dalam gulungan diletakkan pada germinator tipe IPB 73-2A/B. Kecambah normal yang muncul dari benih tersebut diamati mulai hari ke-2 sampai hari ke-5 setelah perkecambahan. Kecambah yang sudah dinyatakan normal dalam pengamatan pada hari ke-2 dihitung dengan mengambil dari media pengecambahan tersebut. Kecambah yang belum dinyatakan normal atau belum berkecambah dibiarkan dalam media perkecambahan untuk diamati pada hari berikutnya sampai dengan hari ke-5 setelah perkecambahan. Dari hasil uji ini digunakan untuk pengamatan daya berkecambah, kecepatan perkecambahan, kecambah abnormal, dan benih mati.

3.4.6 Pengukuran Vigor Kecambah

Vigor kecambah diukur dengan uji keserempakan perkecambahan (UKsP). Uji perkecambahan ini dilakukan dengan media kertas merang dengan metode uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp). Sebanyak 50 butir benih disusun di atas 2 lembar kertas merang lembab yang diberi alas selembab plastik lalu ditutup dengan 2 lembar kertas merang lagi kemudian digulung. Benih yang dikecambahkan dalam gulungan diletakkan pada germinator tipe IPB 73-2A/B.

Pengamatan dilakukan pada hari ke-4 setelah perkecambahan. Dari hasil uji ini digunakan untuk pengamatan kecambah normal kuat, panjang akar primer kecambah normal, panjang tajuk kecambah normal, dan bobot kering kecambah normal.

3.4.7 Pengukuran Kadar Air Benih

Kadar air benih diukur dengan cara menimbang bobot 25 butir benih sorgum sebelum direndam larutan CaCl_2 selama 12 jam maupun 24 jam untuk memperoleh bobot basah (BB) dan sesudah direndam larutan CaCl_2 selama 12 jam maupun 24 jam untuk memperoleh bobot kering (BK). Kemudian kadar air (KA) benih dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$KA = \frac{(BB - BK)}{BB} \times 100\%$$

Keterangan:

KA = Kadar Air (%)

BB = Bobot Basah (mg)

BK = Bobot Kering (mg)

3.5 Variabel Diamati

3.5.1 Daya Berkecambah Benih (DB)

Daya berkecambah benih atau kecambah normal total adalah total seluruh kecambah normal yang diperoleh dari perkecambahan dengan 50 butir benih untuk diamati. Menurut Kamil (1986) kriteria kecambah normal adalah kecambah yang mempunyai akar primer dan akar sekunder, hipokotil panjang atau pendek, dan terdapat satu daun primer atau satu tunas yang sempurna. Persentase daya berkecambah benih (DB) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DB = \frac{\sum KNi}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

DB = Daya Berkecambah Benih (%).

KN = Kecambah Normal.

n = Jumlah benih yang ditanam pada media perkecambahan.

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

3.5.2 Kecepatan Perkecambahan (KP)

Kecepatan perkecambahan adalah persentase tingkat kecepatan benih dalam berkecambah yang dilakukan dengan menghitung persentase kecambah normal setiap hari dan diperhitungkan sebagai kecepatan perkecambahan setiap harinya. Kecepatan perkecambahan dihitung dengan akumulasi kecepatan tumbuh benih yang berkecambah setiap hari dalam unit tolok ukur persentase perhari. Jumlah benih yang berkecambah mulai hari ke-2 hingga hari ke-5 diakumulasikan dan dihitung dengan menggunakan rumus menurut (Copeland dan Donald, 2001):

$$KP = \frac{G1}{D1} + \frac{G2}{D2} + \frac{G3}{D3} + \dots + \frac{Gn}{Dn}$$

Keterangan :

KP = Kecepatan Perkecambahan (%/hari).

G = Persentase benih yang berkecambah pada hari ke-n.

D = Waktu yang bersesuaian dengan jumlah tersebut.

n = Jumlah hari pada perhitungan akhir.

3.5.3 Kecambah Abnormal (KAN)

Kecambah abnormal adalah kecambah yang tidak memperlihatkan potensi untuk tumbuh dan berkecambah menjadi kecambah normal (Dirjen TPH, 2000). Jumlah kecambah abnormal didapat dengan menghitung seluruh kecambah abnormal pada hari ke-5 setelah dikecambahkan. Kecambah dapat dikatakan abnormal apabila salah satu struktur esensialnya berupa plumula atau radikula tidak tumbuh dengan baik.

3.5.4 Benih Mati (BM)

Benih mati adalah benih yang sampai pada akhir masa pengujian tidak keras, tidak segar, dan tidak berkecambah (Dirjen TPH, 2000). Jumlah benih mati diperoleh dengan menghitung seluruh benih mati pada hari ke-5 setelah dikecambahkan. Benih dapat dikatakan sebagai benih mati apabila hingga hari terakhir pengujian benih tidak menunjukkan gejala perkecambahan.

3.5.5 Kecambah Normal Kuat (KNK)

Kecambah normal kuat adalah kecambah normal yang memiliki pertumbuhan akar primer dan tajuk yang tumbuh normal dan kuat. Kecambah dapat dikatakan normal kuat apabila memiliki kriteria panjang tajuk dan panjang akar primer baik $\geq 4\text{cm}$, dan tumbuh dengan baik. Nilai kecambah normal kuat didapatkan dari perkecambahan benih yang diamati pada hari ke- 4 setelah dikecambahkan.

3.5.6 Panjang Akar Primer Kecambah Normal (PAPKN)

Panjang akar primer kecambah normal adalah panjang akar utama dari kecambah normal yang diukur dari pangkal akar yang melekat pada benih hingga ke ujung akar primer. Pengamatan panjang akar primer kecambah normal dilakukan dengan mengambil lima kecambah normal secara acak dari hasil 50 benih yang dikecambahkan pada hari ke-4 setelah perkecambahan untuk kemudian diukur panjang akar primernya. Nilai panjang akar primer yang telah diperoleh kemudian dirata-ratakan.

3.5.7 Panjang Tajuk Kecambah Normal (PTKN)

Panjang tajuk kecambah normal adalah panjang tajuk kecambah normal yang diukur dari pangkal tajuk yang melekat pada benih hingga ke ujung tajuk. Pengamatan panjang tajuk kecambah normal dilakukan pada lima sampel kecambah normal yang sama dengan saat pengukuran Panjang Akar Primer Kecambah Normal (PAPKN). Nilai panjang tajuk yang telah diperoleh kemudian dirata-ratakan.

3.5.8 Bobot Kering Kecambah Normal (BKKN)

Bobot kering kecambah normal diperoleh dari pengujian keserempakan perkecambahan (UKsP) dengan mengambil lima sampel kecambah normal secara acak dan diamati pada hari ke-4 setelah benih dikecambahkan. Lima sampel kecambah yang telah diukur panjang akar primer dan panjang tajuk kecambah normal, kemudian dibuang kotiledonnya dan dimasukkan ke dalam amplop. Amplop yang berisi tajuk dan akar kecambah tersebut, kemudian dioven dengan suhu 80°C selama 3 x 24 jam sampai mencapai titik kering konstan. Satuan pengukuran bobot kering kecambah normal adalah miligram (mg).

3.5.9 Kadar Air Benih

Kadar air benih didapat dengan cara menimbang bobot 25 butir benih sorgum sebelum dan sesudah direndam larutan CaCl_2 selama 12 jam maupun 24 jam. Kemudian kadar air (KA) benih dihitung dengan rumus untuk mencari kadar air benih.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Perendaman benih sorgum dalam larutan CaCl_2 selama 24 jam memberikan pengaruh lebih baik daripada lama perendaman 12 jam yang ditunjukkan oleh variabel daya berkecambah, kecepatan perkecambahan, benih mati, kecambah normal kuat, dan panjang tajuk kecambah normal.
2. Pada konsentrasi 63 mM dengan lama perendaman 12 jam, daya berkecambah mencapai maksimum dengan kecepatan perkecambahan (40%/hari), benih mati (17%), kecambah normal kuat (79%), panjang akar primer kecambah normal (17,2 cm), panjang tajuk kecambah normal (11,1 cm), dan kadar air (30%). Sedangkan pada lama perendaman 24 jam dengan konsentrasi 59 mM, daya berkecambah mencapai maksimum dengan kecepatan perkecambahan (44%/hari), benih mati (7%), kecambah normal kuat (90%), panjang akar primer kecambah normal (17,0 cm), panjang tajuk kecambah normal (12,2 cm), dan kadar air (46%).
3. Pengaruh interaksi antara lama perendaman dan konsentrasi larutan CaCl_2 tidak nyata pada semua variabel pengamatan, kecuali variabel bobot kering kecambah normal, namun pada lama perendaman 12 jam cenderung memiliki konsentrasi optimal yang lebih tinggi daripada lama perendaman 24 jam.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan berikut beberapa saran penulis jika akan dilakukan penelitian serupa:

1. Perlakuan benih tanpa *priming* atau direndam sebagai kontrol untuk mengetahui perbedaan pengaruh benih sebelum dan sesudah *dipriming* pada kinerja perkecambahannya.
2. Pengukuran daya hantar listrik pada benih untuk melihat pengaruh perlakuan *osmopriming* tersebut terhadap tingkat kebocoran membran sel benih.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1984. *Dasar Pengetahuan Ilmu Tanaman*. Angkasa Bandung. Jakarta.
- Afzal, I., A. Butt, H. Ur Rehman, S.M.A. Basra, A. Afzal. 2012. Alleviation of salt stress in fine aromatic rice by seed priming. *Aust J Crop Sci.* 6(10): 1401-1407.
- Akhiruddin. 2007. Pengaruh Lamanya Perendaman Dan Letak Benih Pada Bahagian Tongkol Terhadap Viabilitas Benih Jagung (*Zea mays* L). Fakultas Pertanian Universitas Gajah Putih, Takengon. 44.
- Andriani, A. dan M. Isnaini. 2013. *Morfologi dan Fase Pertumbuhan Sorgum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Anggraini, I.H., Kamal, M., Pramono, E., dan Setiawan, K. 2020. Pengaruh lama simpan pada vigor benih dan kecambah sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) genotipe kawali dan p/f-10-90a. *Jurnal Agrotek Tropika.* 8 (2): 327-335.
- Arief, R., F. Koes, dan O. Komalasari. 2012. Effect of *priming* on seed vigor of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agrivita Journal of Agricultural Science* 34(1):50-55.
- Arnold, R. L. B. dan R.A. Sanchez. 2004. *Handbook of Seed Physiology Application to Agriculture*. Food Product Press. New York.
- Arvan, R.Y. dan Aqil, M. 2020. *Deskripsi Varietas Unggul Jagung, Sorgum, dan Gandum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Kementerian Pertanian.
- Aqil, M., Zubachtirodin, dan C. Rapar. 2013. *Deskripsi Varietas Unggul Jagung, Sorgum, dan Gandum*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Kementerian Pertanian.
- Basu, R. N. 1994. An appraisal of research on wet and dry physiological seed treatment and their applicability with special reference to tropical and subtropical countries. *Seed Science and Technology.* 22: 107-126.

- Chen, X., Zhang, R., Xing, Y., Jiang, B., Li, B., Xu, X., dan Zhou, Y. 2021. The efficacy of different seed *priming* agents for promoting sorghum germination under salt stress. *Plos one*. 16(1): e0245505.
- Copeland L.O. dan McDonald, M.B. 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. Chapman and Hall Press. New York.
- Copeland, L. O. dan McDonald, M.B. 2001. *Principles of Seed Science and Technology, 4th Edition*. Kluwer Academic Publishers. London.
- Dirjen TPH (Direktorat Jendral Tanaman Pangan dan Hortikultura). 2000. *Pedoman Umum Analisa Mutu Benih*. Direktorat Bina Perbenihan.
- Djukri. 2009. *Cekaman Salinitas terhadap Pertumbuhan Tanaman*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, FMIPA UNY. Yogyakarta.
- Doty, B.S., Schols, E.W., Rhonda, C., dan Boe., A.A. 1985. Osmoconditioning and Growth Regulator Seed Treatment Effect on Sugarbeet Yield. Department of Horticulture and Forestry North Dakota State University. *Sugarbeet Research and Extension Reports*. 16: 217.
- Ferguson, I, B. 1984. Calcium in Plant Senescence and Fruit Ripening. *Plant Cell Environ*. 7: 477-489.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.I. Mitchel. 1991. *Physiology of Crop Plant (Fisiologi Tanaman Budidaya, alih bahasa H. Susilo)*. UI Press. Jakarta.
- Gebregeziabher, B.G. dan Chala, A.Q. 2017. Plant physiological stimulation by seeds salt *priming* in maize (*Zea mays*): Prospect for salt tolerance. *African Journal of Biotechnology*. 16(5): 209-223.
- Hakim, F.A. 2017. *Pengaruh Genotipe pada Produksi dan Mutu Benih Sorgum (Sorghum bicolor [L.] Moench) Pasca Simpan 3 dan 9 Bulan*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hasan, M.N., Salam, M.A., Chowdhury, M.M.I., Sultana, M., dan Islam, N. 2016. Effect of *osmopriming* on germination of rice seed. *Bangladesh J. Agril. Res*. 41(3): 451-460.
- House, L.R. 1985. *A Guide to Sorghum Breeding 2nd Ed*. International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT). India.
- Iqbal, M.A., Saleem, A.M., dan Ahmad, B. 2014. Effect of seed invigoration techniques on germination and seedling growth of chinese sweet sorghum. *J. of Advanced Botany and Zoology*. 2(2): 1-4.

- Islam, R., Mukherjee, A., dan Hossin, M. 2012. Effect of *osmopriming* on rice seed germination and seedling growth. *J. Bangladesh Agil. Univ.* 10(1): 15–20.
- Justice, O.L., dan L.N. Bass. 1994. *Prinsip dan Praktik Penyimpanan Benih*. Diterjemahkan Rennie Roesli. Raja Gafindo. Jakarta.
- Jyoti dan C.P. Malik. 2013. Seed deterioration. *Internasional Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Reasearch*. 2(3): 374-385.
- Kamil, J. 1979. *Teknologi Benih I*. Angkasa Raya Padang. Anggota IKAPI Padang. Padang.
- Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning . *Horticulture Review. Willey and Sons Inc.* 13: 131-181.
- Khan, M.B., Gurchani, M.A., Freed, S., Jabran, K., dan Hussain, M. 2014. *Osmopriming* improves the emergence, growth, nutrient uptake and soluble sugar contents of wheat seedlings. *Soil Environ.* 33(2): 142-148.
- Kumari, N., Rai, P.K., Bara, B.M., dan Singh, I. 2017. Effect of halo *priming* and hormonal *priming* on seed germination and seedling vigour in maize (*Zea mays*) seeds. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(4): 27-30.
- Kusumiyati, Onggo, T.M., dan Habibah, F.A. 2017. Pengaruh konsentrasi larutan garam NaCl terhadap pertumbuhan dan kualitas bibit lima kultivar asparagus (the effect of nacl salt solution concentrations on growth and seedling quality of five asparagus cultivars). *J. Hort.* 27 (1): 79-86.
- Komalasari, O., dan Ramlah, A. 2020. Effect of soaking duration in *hydropriming* on seed vigor of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). *Earth and Environmental Science*. 484 (1) : 1-7.
- Luna-Guzman, I. dan D. M. Barrett. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology*. 19: 61-72.
- Matthews S, Powel A. 2006. Electrical conductivity vigour test : physiological basis and use. *Seed testing international*. 131: 32-35.
- Mehboob. N., Minhas, W.A., Nawaz, A., Shahzad, M., Ahmad, F., dan Hussain, M. 2018. Surface drying after seed *priming* improves the stand establishment and productivity of maize than seed re-drying. *International Journal Of Agriculture & Biology*. 20(6): 1283-1288.
- Moradi, A dan O. Younesi. 2009. Effects of Osmo- and Hydro-*priming* on Seed Parameters of Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(3): 1696-1700.

- Naguib, N. A., Mohamed, E. A. I., & El- Aidy, N. A. 2011. Effect of Storage Period and Packaging Material on Wheat (*Triticumaestivum* L.) Seed Viability and Quality. *Journal Agriculture*. 89(4): 1481-1497.
- Narayanswamy, S. dan K. G. Shambulingappa. 1998. Effect of pre-sowing seed treatment on seed yield in groundnut. *Current Res*. 27: 35-36.
- Nursandi, F., E. Murniati dan Suwanto. 1990. Pengaruh *priming* pada benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) terhadap nilai vigor kecambah dan vigor tanaman. *Keluarga Benih*. 1(2) :11-21.
- Purwanti, S. 2004. Kajian Suhu Ruang Simpan terhadap Kualitas Benih Kedelai Hitam dan Kedelai Kuning. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 11(1): 22-31.
- Reed, C. 2005. U.S. *Gain Sorghum : Storage In Tropical Climates*. International Gains Program Kansas State University. Wash. D.C.
- Rini, D.S., Mustikoweni, dan Surtiningsih. 2005. Respon perkecambahan benih sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) terhadap perlakuan osmoconditioning dalam mengatasi cekaman salinitas. *Jurnal Biologi*. 7(6): 307-313.
- Rouhi H.R., Surki, A.A., Sharif-Zadeh, F., Afshari R.T., Aboutalebian M.A, dan Ahmadvand, G. 2011. Study of different *priming* treatments on germination traits of soybean seed lots. *Notulae Sci Biol*. 3(1): 101-108.
- Rudrapal, D., dan S. Nakamura. 1988. The effect of hydration- dehydration pretreatment on egg plant and radish seed viability and vigour. *Seed Sci. Technol*. 16: 123-130.
- Sadjad, S. 1972. *Kertas Merang Untuk Uji Kualitas Benih di Indonesia*. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Sadjad, S. 1994. *Dari Benih Kepada Benih*. Gamedia Widiasarana. Jakarta.
- Saeedipour, S. 2013. Effects of Phytohormone Seed *Priming* on Germination and Seedling Growth of Cowpea (*Vigna sinensis* L.) Under Different Duration of Treatment. *International Journal of Biosciences*. 3(2): 187-192.
- Saryoko. 2011. *Sistem penyediaan benih dan teknologi invigorasi untuk mendukung ketersediaan benih kedelai bermutu di Provinsi Banten*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Shehzad, M., Ayub, M., dan Ahmad, A.U.H., dan Yaseen, M. 2012. Influence of *priming* techniques on emergence and seedling growth of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 22(1): 154-158.

- Singh, B.A., Gangwar, C.B.S., Singh, P., dan Maurya, C.L. 2017. Effect of seed *priming* on quality parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds harvested under irrigated & rainfed conditions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(4): 1646-1650.
- Sipayung, R. 2003. *Stress Garam dan Mekanisme Toleransi Tanaman*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Suena, W. 2005. *Modul I Teknologi Benih*. Universitas Udayana. Bali.
- Sumarno, Damardjati, D.S., Syam, M., dan Hermanto. 2013. *Sorgum Inovasi teknologi dan Pengembangan*. IAARD Press. Jakarta.
- Sutariati, K. G. 2002. *Peningkatan Performansi benih Cabai (Capsicum annum L) dengan Perlakuan Invigorasi Benih*. Makalah Pengantar Falsafah Sains (PPS702) Program Pasca Sarjana/S3 IPB. Bogor.
- Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih*. Raja Gafindo Persada. Jakarta.
- Sutopo, L. 2004. *Teknologi Benih*. PT. Raja Gafindo Persada. Jakarta.
- Taiz, L. dan E. Zeiger. 2006. *Plant Physiology 3rd Editions*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland. Massachusetts.
- Timotiwu, P.B., Pramono, E., Agustiansyah, dan Asih, N.W.A.S. 2017. Effect of storage periods on physical quality and seed vigor of four varieties of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). *Research in Agriculture Journal*. 2(2): 30-40.
- Ullah, N., Muhammad, A., Marwat, H.U., Khan, H., dan Subhan, M. 2017. Vigour and viability of osmoprimed harvested seeds of wheat varieties. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 12(1): 12-18.
- USDA. 2008. *Classification For Kingdom Plantae Dwon to Species Sorghum bicolour (L) Moench*. <https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=SOBI2>. Diakses pada tanggal 1 Oktober 2020 pukul 19.08 WIB.
- Wahdah, R. Dan H. Susanti. 2020. Respon viabilitas benih kacang nagara (*Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica*) terhadap osmoconditioning dengan PEG (polietilen glikol) pada beberapa lama perendaman. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*. 5(3): 143-151.
- Wahdah, R., Ellya, H., dan Kurniawati, E. 2021. Pengaruh lama *priming* dengan ekstrak akar eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap viabilitas benih kacang tunggak nagara (*Vigna unguiculata* ssp. *cylindrica*). *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*. 6(3): 1-9.