

**PENGARUH *PRIMING* PADA DUA LOT BENIH CABAI (*Capsicum sp.*)
YANG DIKECAMBAHKAN PADA KONDISI
CEKAMAN ALUMINIUM**

(Skripsi)

Oleh

**META MARYETA
NPM 1714161019**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENGARUH *PRIMING* PADA DUA LOT BENIH CABAI (*Capsicum sp.*) YANG DIKECAMBAHKAN PADA KONDISI CEKAMAN ALUMINIUM

Oleh

META MARYETA

Permintaan pasar akan produk cabai semakin meningkat seiring berkembangnya industri pangan yang menggunakan cabai sebagai bahan bakunya. Permintaan pasar yang tinggi ini tidak diimbangi dengan produktivitas yang sesuai, sehingga kebutuhan cabai belum terpenuhi. Hal ini disebabkan karena petani di Lampung membudidayakan cabai di tanah Ultisol. Tanah jenis ini memiliki pH rendah, miskin unsur hara dan kandungan Al yang tinggi. Disamping itu, mutu fisiologis benih yang rendah menjadi faktor pembatas. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh *priming* terhadap vigor benih cabai besar (*Capsicum annum*) dan cabai kecil (*Capsicum frutescens*) pada dua varietas yang sudah kadaluarsa dan belum kadaluarsa.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dari Desember 2020 hingga Maret 2021. Percobaan ini terdiri dari 2 percobaan yaitu percobaan I yang menggunakan benih kadaluarsa (Habis masa simpan 13 Agustus 2019) dan percobaan II menggunakan benih yang belum kadaluarsa (Habis masa simpan 10 Oktober 2021). Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang diulang sebanyak tiga kali. Percobaan ini merupakan percobaan faktorial. Faktor pertama adalah *priming* yang terdiri lima taraf yaitu: kontrol, perendaman dengan air, PEG 30%, GA₃ 50 ppm, dan KNO₃ 1%. Faktor kedua pada percobaan I adalah varietas Tanjung 2 (*Capsicum annum*) dan Kencana (*Capsicum frutescens*) yang sudah kadaluarsa (deteriorasi). Pada percobaan II faktor keduanya yaitu benih Tanjung 2 (*Capsicum annum*) dan Kencana (*Capsicum frutescens*) yang belum kadaluarsa (non deteriorasi). Data yang diperoleh lalu dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut pemisahan nilai tengah BNJ pada α 5% menggunakan program statistik Rstudio.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Priming* dengan GA₃ 50 ppm (12 jam) dan KNO₃ 1% (12 jam) memberikan perkecambahan yang tinggi pada benih yang sudah kadaluarsa, berdasarkan tolak ukur waktu munculnya kecambah dan kecepatan perkecambahan dengan selisih antara perlakuan kontrol yaitu masing-masing 2 hari dan 5%/hari . *Priming* dengan air (12 jam) dan KNO₃ 1% (12 jam) memberikan perkecambahan yang tinggi pada benih belum kadaluarsa, berdasarkan tolak ukur waktu munculnya kecambah dan kecepatan perkecambahan dengan selisih antara perlakuan kontrol yaitu masing-masing 2 hari dan 3%/hari. Pada benih kadaluarsa varietas Kencana memberikan perkecambahan yang tinggi dibandingkan Tanjung 2, berdasarkan tolak ukur bobot kering kecambah normal dan panjang plumula kecambah normal dengan selisih masing-masing 36 mg dan 1,2 cm. Pada benih yang belum kadaluarsa varietas Kencana dan Tanjung 2 memiliki perkecambahan yang sama baiknya.

Kata kunci : *Aluminium, cabai, deteriorasi, non deteriorasi, priming*

**PENGARUH *PRIMING* PADA DUA LOT BENIH CABAI (*Capsicum sp.*)
YANG DIKECAMBAHKAN PADA KONDISI
CEKAMAN ALUMINIUM**

Oleh

META MARYETA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **PENGARUH PRIMING PADA DUA
LOT BENIH CABAI (*Capsicum sp.*) YANG
DIKECAMBAHKAN PADA KONDISI
CEKAMAN ALUMINIUM**

Nama Mahasiswa : **Meta Maryeta**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714161019**

Program Studi : **Agronomi**

Fakultas : **Pertanian**



Agust

Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.
NIP 197208042005011002

Paul

Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S.
NIP 196209281987031001

2. Ketua Bagian Agronomi dan Hortikultura

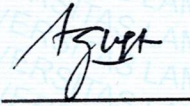
Setyo

Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.
NIP 196110211985031002

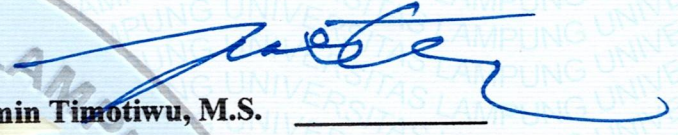
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

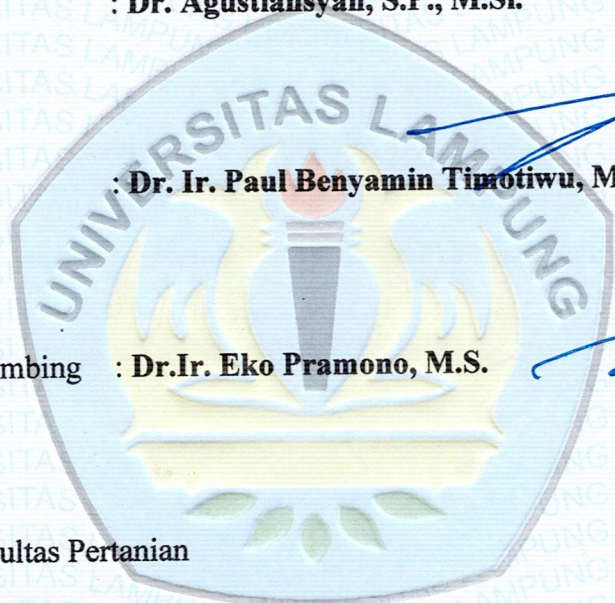
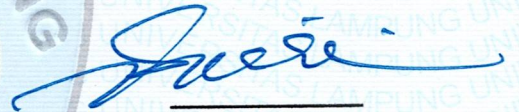
Ketua : Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.



Sekretaris : Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Eko Pramono, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 September 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : Pengaruh *Priming* pada Dua Lot Benih Cabai (*Capsicum sp.*) yang Dikecambahkan Pada Kondisi Cekaman Aluminium merupakan hasil saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Bila 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, 16 September 2021



Meta Maryeta
NPM 1714161019

RIWAYAT HIDUP

Penulis ini merupakan anak terakhir dari tiga bersaudara pasangan bapak Mugino dan Ibu Rita. Penulis dilahirkan di Gisting 19 Maret 1999. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 3 Kuripan Kota Agung, Tanggamus pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Kota Agung pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Kota Agung pada tahun 2017.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Program Studi Agronomi dan Hortikultura pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan akademik dan organisasi. Penulis pernah menjadi asisten dosen Mata Kuliah Dasar-Dasar Ilmu Tanah pada semester Genap 2018/2019. Pada semester Ganjil 2020/2021 menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Produksi Tanaman Budidaya. Pada semester Genap 2020/2021 menjadi Asisten Dosen Dasar - Dasar Agronomi, Fisiologi Tumbuhan dan Kultur Jaringan. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) pada Juli 2020 di Unit Produksi Benih (UPB) Pekalongan, Lampung Timur. Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada Januari-Februari 2020 di Desa Sungai Luar, Kecamatan Menggala Timur, Kabupaten Tulang Bawang.

Organisasi yang pernah ditekuni penulis yaitu sebagai anggota bidang penelitian dan pengembangan masyarakat (Litbang) pada periode 2018/2019 serta Bendahara Bidang Hubungan Masyarakat (Humas) pada periode 2020/2021 Himpunan Mahasiswa Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO). Penulis juga pernah mengikuti Program Pemanfaatan Pekarangan Lestari (P2L) sebagai mahasiswa pendamping di KWT Cempaka, Desa Tanjung Anom, Kecamatan Kota Agung Timur, Kabupaten Tanggamus pada September-Desember 2020.

Teruntuk almamater tercinta, Universitas Lampung.

Tidak ada proses yang sama sekalipun terlahir dari satu rahim.

- Meta Maryeta

Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya.

- Al-Baqarah : 286

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah subhanahu wa ta'ala yang memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga terlaksana seluruh rangkaian kegiatan dan penyelesaian studi dari merencanakan penelitian sampai penyusunan konsep skripsi yang berjudul "*Pengaruh Priming pada Dua Lot Benih Cabai (Capsicum sp.) yang Dikecambahkan pada Kondisi Cekaman Aluminium*". Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura.
3. Bapak Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si., selaku pembimbing akademik dan pembimbing pertama yang senantiasa memberi motivasi, mencurahkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan gagasan penelitian, bimbingan, arahan, dan kritikan kepada penulis sejak perencanaan penelitian sampai terwujudnya skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S., selaku pembimbing kedua yang tiada hentinya mencurahkan waktu, tenaga, bimbingan, arahan, dan kritik kepada penulis hingga terwujudnya skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Eko Pramono, M.S., selaku penguji dalam seluruh proses penelitian dan penulisan skripsi atas bimbingan dan saran-saran yang telah diberikan.
6. Bapak dan Ibu dosen pengasuh mata kuliah pada Program Studi Agronomi dan Hortikultura Universitas Lampung yang telah membekali ilmu yang sangat bermanfaat dalam memperluas wawasan pemikiran dalam menunjang penulisan skripsi ini.
7. Teristimewa untuk Ayahanda Muginu dan Ibunda Rita yang senantiasa selalu memberikan kasih sayang, motivasi, dan pengorbanan serta iringan doa yang tiada henti.

8. Kakak-kakak penulis, Novaliasari dan Dicky Wibowo yang selalu memberikan motivasi, doa, dukungan moril dan material kepada penulis.
9. Rekan- rekan penelitian benih 2017 Nabila Lutfiah, Fakhira Hamidah Khairunnisa, Monik Nurhidayati, Alfiana Revo Sakti, Bella Merlita, Erlinda Citra Dewi, Dian Pertiwi, dan Dini Muslimah yang telah banyak membantu, memotivasi, menyemangati, menemani pelaksanaan dan kelancaran penelitian.
10. Sahabat-sahabat tersayang penulis, Septy Fransiska, Andriani Dwi Lestari, Maya Dwi Putri, Widia Agustin, Dewi Suselawati, Fairuz Diva Andini, M Andri Dirgantara, Astry Eka Wahyuni, Siti Tika Fatmawati, Repha Sera Yunita, Restu Paresta, dan Rohmatin Nisak yang telah mewarnai dan menemani masa perkuliahan penulis dari awal hingga akhir
11. Seluruh teman-teman angkatan 2017 yang telah berjuang meraih mimpi dan cita-cita yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 16 September 2021
Penulis

Meta Maryeta

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Cabai	9
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Cabai	9
2.1.2 Morfologi Tanaman Cabai	9
2.2 Teknik <i>Priming</i> pada Benih	11
2.3 Mutu Benih	13
2.4 Cekaman Aluminium pada Tanaman	14
2.5 Kurva hidrasi benih dan fase perkecambahan pada benih yang belum di <i>priming</i> dan sudah di <i>priming</i>	14
III. METODE	16
3.1 Tempat dan Waktu	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Metode	16
3.4 Pelaksanaan	17
3.4.1 Percobaan 1. Pengaruh <i>priming</i> terhadap vigor benih cabai kadaluarsa	17
3.4.2 Percobaan 2. Pengaruh <i>priming</i> terhadap vigor benih cabai yang belum kadaluarsa.....	18
3.5. Variabel yang diamati	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1. Hasil	22
4.1.1. Pengaruh <i>priming</i> terhadap vigor benih cabai kadaluarsa.....	23
4.1.2. Pengaruh <i>priming</i> terhadap vigor benih cabai yang belum kadaluarsa	30
4.2. Pembahasan	38
4.2.1. Pengaruh <i>priming</i> terhadap vigor benih cabai kadaluarsa.....	38

4.2.2. Pengaruh <i>priming</i> terhadap vigor benih cabai yang belum kadaluarsa	40
SIMPULAN DAN SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	53
Tabel 22 – 49.....	53-69

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh <i>priming</i> pada dua lot benih cabai yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	22
2. Pengaruh <i>priming</i> terhadap kecepatan perkecambahan dan FC radikula pada benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	25
3. Pengaruh varietas terhadap kecepatan perkecambahan dan jumlah radikula yang muncul pada hari pertama benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	25
4. Interaksi <i>priming</i> dan varietas terhadap indeks vigor benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	26
5. Pengaruh <i>priming</i> terhadap waktu munculnya kecambah pada 50% dan waktu munculnya kecambah benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	27
6. Pengaruh <i>priming</i> terhadap waktu munculnya kecambah pada 50% dan waktu munculnya kecambah benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.	27
7. Interaksi <i>priming</i> dan varietas terhadap bobot kering kecambah normal cabai (<i>Capsicum sp.</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	28
8. Pengaruh <i>priming</i> terhadap panjang akar kecambah normal dan panjang plumula kecambah normal benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.	29
9. Pengaruh varietas terhadap panjang akar kecambah normal dan panjang plumula kecambah normal benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.	29

10. Pengaruh <i>priming</i> terhadap daya berkecambah dan indeks vigor benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	31
11. Pengaruh varietas terhadap daya berkecambah dan indeks vigor cabai benih (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	32
12. Pengaruh <i>priming</i> terhadap kecepatan perkecambahan benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	32
13. Pengaruh varietas terhadap kecepatan perkecambahan benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	33
14. Interaksi <i>priming</i> dan varietas terhadap FC radikula benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	34
15. Pengaruh <i>priming</i> terhadap waktu munculnya kecambah pada 50% dan waktu munculnya kecambah benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	35
16. Pengaruh varietas terhadap waktu munculnya kecambah pada 50% dan waktu munculnya kecambah benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	35
17. Interaksi <i>priming</i> dan varietas terhadap berat kering kecambah normal cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	36
18. Pengaruh <i>priming</i> terhadap panjang akar kecambah normal dan panjang plumula benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	37
19. Pengaruh varietas terhadap panjang akar kecambah normal dan panjang plumula kecambah benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	37
20. Hasil analisis ragam data daya berkecambah benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	54
21. Hasil analisis ragam data kecepatan perkecambaha benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	54

22. Hasil analisis ragam data indeks vigor benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	54
23. Hasil analisis ragam data FC radikula yang muncul pada hari pertama benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	55
24. Hasil analisis ragam data waktu munculnya kecambah benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.	55
25. Hasil analisis ragam data T ₅₀ benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	55
26. Hasil analisis ragam data bobot kering kecambah normal benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	56
27. Hasil analisis ragam data panjang akar kecambah normal benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	56
28. Hasil analisis ragam data panjang plumula kecambah normal benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	56
29. Hasil analisis ragam data daya berkecambah benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	57
30. Hasil analisis ragam data kecepatan perkecambahan benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	57
31. Hasil analisis ragam data indeks vigor pada benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	57
32. Hasil analisis ragam data FC radikula pada benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	58
33. Hasil analisis ragam data waktu munculnya kecambah benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	58
34. Hasil analisis ragam data T ₅₀ benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	58
35. Hasil analisis ragam data bobot kering kecambah normal benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	59
36. Hasil analisis ragam data panjang akar kecambah normal benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	59

37. Hasil analisis ragam data panjang plumula kecambah normal benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	59
38. Hasil pengamatan daya berkecambah dan kecepatan perkecambahan benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	60
39. Hasil pengamatan indeks vigor dan FC radikula benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.	61
40. Hasil pengamatan waktu munculnya kecambah normal dan waktu munculnya kecambah normal pada 50% benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	62
41. Hasil pengamatan panjang akar kecambah normal, panjang plumula kecambah normal, dan bobot kering kecambah normal benih kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	63
42. Hasil pengamatan daya berkecambah dan kecepatan perkecambahan benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	64
43. Hasil pengamatan indeks vigor dan jumlah radikula yang muncul di hari pertama benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 Mm	65
44. Hasil pengamatan waktu munculnya kecambah normal dan waktu munculnya kecambah normal pada 50% benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	66
45. Hasil pengamatan panjang akar kecambah normal, panjang plumula kecambah normal, dan berat kering kecambah norma benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	67
46. Deskripsi varietas Tanjung 2.....	68
47. Deskripsi varietas Kencana	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kurva hidrasi benih dan fase perkecambahan pada benih yang belum di <i>priming</i> dan sudah di <i>priming</i>	15
2. Pengaruh <i>priming</i> terhadap daya berkecambah benih cabai (<i>Capsicum</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	23
3. Pengaruh varietas terhadap daya berkecambah benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.....	24
4. Pengaruh <i>priming</i> terhadap daya berkecambah benih cabai (<i>Capsicum</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM.	31
5. Pengaruh varietas terhadap daya berkecambah benih cabai (<i>Capsicum sp.</i>) yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium 0,05 mM	32

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Komoditi sayuran yang sangat dibutuhkan hampir semua lapisan masyarakat adalah cabai. Cabai memiliki kandungan vitamin C yang tinggi dan berfungsi sebagai penggugah selera makan. Permintaan pasar akan produk cabai semakin meningkat seiring berkembangnya industri pangan yang menggunakan cabai sebagai bahan bakunya. Permintaan pasar yang tinggi ini tidak diimbangi dengan produktivitas yang sesuai, sehingga kebutuhan cabai belum terpenuhi. Angka produktivitas cabai terutama di wilayah Lampung masih tergolong rendah yaitu sekitar 6,6 ton/ha (Badan Pusat Statistika, 2018). Sedangkan menurut Balai Penelitian Tanaman Sayuran (2017) tanaman cabai merah yang dibudidayakan sesuai kondisi tanah di Indonesia mampu mencapai potensial hasil 10-12 ton/ha. Kesenjangan antara produktivitas riil dan produktivitas potensial yang diharapkan ini disebabkan karena budidaya cabai di Lampung banyak dilakukan di tanah Ultisol.

Menurut Supriatin *et al.*(2017) kondisi tanah di Lampung umumnya tergolong tanah ultisol yang memiliki pH 4,6 - 6,0. Tanah Ultisol ini memiliki bahan organik yang rendah (Purwanto *et al.*, 2021) dan kandungan Al yang tinggi (Widiatmaka *et al.*, 2016). Menurut Rout *et al.*(2001) kandungan Al yang tinggi ini dapat meracuni tanaman. Tanda keracunan berupa terjadinya penghambatan pertumbuhan pada tanaman cabai (Purnomo *et al.*, 2010) dan Padi (Utama, 2010).

Selain kondisi tanah hal lain penentu keberhasilan produktivitas cabai adalah penggunaan benih bermutu. Benih bermutu biasanya dicirikan dengan mutu fisik, genetik, dan fisiologis yang baik sehingga memiliki viabilitas dan vigor yang tinggi. Viabilitas benih adalah kemampuan benih berkecambah

normal pada lingkungan optimum, sedangkan vigor benih adalah kemampuan benih untuk berkecambah normal dalam kondisi sub optimum. Kondisi suboptimum di lapangan misalnya kondisi tanah yang kering, tanah salin, tanah masam, dan tanah terkontaminasi patogen (Hasanuddin *et al.*, 2016). Viabilitas dan vigor benih ini akan menurun apabila benih sudah kadaluarsa (deteriorasi). Sehingga diperlukan upaya untuk menangani benih yang telah kadaluarsa agar toleran terhadap kondisi tanah di Lampung. Salah satunya dengan menggunakan teknik *priming*. Menurut Anwar *et al.* (2020) *priming* pada benih mampu meningkatkan perkecambahan dan potensi toleransi stres pada benih yang telah mengalami kemunduran.

Terdapat beberapa macam teknik *priming* yaitu *hydro priming*, *osmopriming*, dan hormonal *priming*. *Hydro priming* adalah perendaman benih menggunakan air. Pada cekaman kekeringan perlakuan *hydropriming* 24 jam mampu meningkatkan perkecambahan pada benih lentil (Saglam *et al.*, 2010) dan benih gladiol (Ramzan *et al.*, 2010). *Osmopriming* adalah perlakuan benih yang direndam dalam polietilen glikol (PEG) dan KNO_3 diikuti dengan pengeringan udara sebelum disemai (Reis *et al.*, 2013). Hasil penelitian Nurmauli dan Nurmiaty (2010) mengungkapkan bahwa *priming* dengan PEG 10% mampu meningkatkan vigor pada benih kedelai yang telah mengalami kemunduran dan Menurut Hagroo dan Johal (2019) penggunaan KNO_3 1% mampu meningkatkan masa penyimpanan, perkecambahan, pembibitan, bobot basah, dan bobot kering pada benih cabai. Hormonal *priming* adalah perawatan pra benih dengan hormon yang berbeda yaitu asam salisilat, askorbat, kinetin, dan GA (Nawaz *et al.*, 2013). Berdasarkan hasil penelitian Jamil dan Rha (2007) *priming* dengan GA dapat merangsang munculnya tunas pada tanaman sugar beet. Hal ini dikarenakan GA berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang berproduksi di akar tanaman (Bai *et al.*, 2016).

Berdasarkan penjabaran diatas, maka diperlukan suatu upaya yang mampu memperbaiki metabolisme benih sebelum dilakukan penyemaian. Salah satunya menggunakan teknik *priming* dengan perendaman berbagai macam larutan.

1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh *priming* terhadap vigor benih cabai yang sudah kadaluarsa dan yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium
2. Mengetahui pengaruh varietas terhadap vigor benih cabai yang sudah kadaluarsa dan yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium
3. Mengetahui apakah terdapat interaksi antara *priming* dengan varietas benih cabai yang sudah kadaluarsa dan yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium.

1.3 Kerangka Pemikiran

Supriatin *et al.* (2017) menyatakan bahwa kondisi tanah di Lampung umumnya tergolong tanah Ultisol. Tanah jenis ini memiliki kandungan pH dan bahan organik yang rendah (Purwanto *et al.*, 2021) serta kandungan Al yang tinggi (Widiatmaka *et al.*, 2016). Adanya kandungan Al yang tinggi menjadi faktor pembatas tanaman dalam penyerapan unsur hara. Menurut Rout *et al.* (2001) kandungan Al yang tinggi ini dapat meracuni tanaman. Tanda keracunan berupa terjadinya penghambatan pemanjangan akar yang ditandai dengan akar yang pendek dan gemuk pada tanaman cabai (Purnomo *et al.*, 2010) dan padi (Utama, 2010). Hasil serupa dinyatakan oleh Utama (2008) pada penelitiannya yang mengungkapkan bahwa kandungan Al yang tinggi mampu menurunkan kadar NO_3^- pada tanaman *Centrosema pubescens*, serta mengurangi ukuran, ketebalan, dan ukuran sel penyusun daun pada tanaman cabai (Konarska, 2010). Kandungan Al yang tinggi ini juga dapat mempengaruhi perkecambahan pada tanaman jagung (de souza *et al.*, 2016) dan sorghum (Agustina *et al.*, 2010).

Selain kondisi tanah, produktivitas cabai yang tinggi juga dipengaruhi oleh penggunaan benih bermutu. Benih bermutu dicirikan memiliki mutu fisik, genetik, dan fisiologi yang tinggi. Mutu fisiologis pada benih meliputi viabilitas

dan vigor benih (Copeland dan McDonald, 2001). Menurut Ilyas (2018) Viabilitas benih menunjukkan daya hidup benih, aktif secara metabolisme, dan memiliki enzim yang dapat mengatalisis reaksi metabolisme yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sedangkan vigor benih yaitu kemampuan benih untuk tumbuh normal dalam keadaan lapang suboptimum (Sadjad *et al.*, 1999). Kondisi suboptimum di lapangan misalnya kondisi tanah yang kering, tanah salin, tanah masam, dan tanah terkontaminasi patogen (Hasanuddin *et al.*, 2016). Menurut Ernawati *et al.* (2017) Benih bermutu dapat mengalami kemunduran, salah satunya dikarenakan lewatnya masa hidup benih (kadaluarsa). Benih kadaluarsa ini merupakan benih yang telah melewati masa anjuran penanaman yang ditetapkan oleh produsen benih. Benih yang telah mengalami kadaluarsa (kemunduran) akan sulit berkecambah akibat nilai viabilitas dan vigornya sudah menurun. Salah satu cara yang digunakan untuk meningkatkan vigor benih yang telah mengalami kemunduran sehingga mampu tahan terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan ialah dengan memberikan perlakuan *priming* pada benih.

Teknik *priming* benih adalah aktivitas masuknya cairan kedalam benih secara perlahan saat sebelum benih dikecambahkan, bertujuan supaya kandungan air dalam benih mencapai keseimbangan (Rouhi *et al.*, 2011), terutama aktivitas biokimia dan fisiologis, yang akan bermanfaat untuk perkecambahan, terutama di bawah kondisi yang merugikan (Pill *et al.*, 2009). *Priming* pada benih juga dapat merangsang proses metabolisme benih yang telah berkecambah, sehingga mempercepat tumbuhnya radikula, memperbaiki membran dan juga mampu meningkatkan perkembangan embrio yang belum matang (Khan *et al.*, 2009; Kubala *et al.*, 2015). Sedangkan menurut Xia *et al.* (2016) *priming* benih diterapkan untuk mempercepat perkecambahan dan meningkatkan keseragaman dalam pembentukan bibit terutama dalam kondisi pertumbuhan yang tidak menguntungkan, seperti pada kondisi kekeringan. Sistem perakaran yang berkembang dengan baik ini dapat meningkatkan jangkauan ke area yang lebih luas pada lingkungan yang ketersediaan airnya terbatas sehingga air dan nutrisi menjadi lebih banyak tersedia bagi tanaman dan memungkinkan tanaman untuk meningkatkan aktivitas fotosintesis (Khan *et al.*, 2015).

Terdapat beberapa macam teknik *priming* yaitu, *hydropriming*, *osmopriming*, dan hormonal *priming*. Bahan *priming* yang mudah didapat yaitu air. *hydropriming* yaitu salah satu teknik *priming* tujuan untuk meningkatkan viabilitas benih melalui proses hidrasi-dehidrasi benih dengan cara perendaman benih di dalam air untuk kelangsungan proses metabolik menjelang perkecambahan benih (Najar dan Bakhtiari, 2014). Menurut Copeland dan McDonald (2001) hidrasi benih merupakan proses penyerapan air oleh benih, yang dapat meningkatkan perkecambahan, keseragaman tumbuh kecambah dan memperbaiki vigor benih yang sudah mengalami kemunduran. Air memiliki fungsi untuk mengaktifkan sel-sel yang bersifat embrionik, melunakkan kulit biji dan menyebabkan mengembangnya embrio dan endosperm, fasilitas untuk masuknya oksigen ke biji, mengencerkan protoplasma, dan media angkut dari endosperm ke arah titik tumbuh (Ai dan Ballo, 2010). Perlakuan *hydropriming* selama 12 dan 24 jam mampu meningkatkan perkecambahan dan bobot kering kecambah normal pada benih gandum (Basra *et al.*, 2003) dan lentil (Saglam *et al.*, 2020) serta mampu meningkatkan perkecambahan pada benih gandum yang berada pada kondisi cekaman (Yagmur dan Kaydan, 2008).

Menurut Reis *et al.* (2013) teknik *osmopriming* menyebabkan penyerapan air menjadi lebih lambat karena penyerapan dikendalikan oleh potensial osmotik larutan. Ada beberapa zat terlarut yang digunakan dalam *osmopriming* benih dan yang paling banyak digunakan yaitu (PEG) dan kalium nitrat (KNO_3). PEG adalah polimer dengan berat molekul tinggi, inert, tidak beracun dan tidak menembus biji, karena ukuran molekulnya yang besar. Namun demikian, ada pengurangan kelarutan oksigen dalam larutan PEG. Sedangkan KNO_3 tidak mengurangi ketersediaan oksigen dan mampu menguntungkan perkecambahan beberapa spesies (Ghassemi-Golezani dan Esmailpour, 2008; Reis *et al.*, 2012). Efisiensi *osmopriming* dipengaruhi oleh jenis zat pelarut yang digunakan, konsentrasi larutan dan lama perendaman.

El-Saidy *et al.* (2011) dan Khan *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa *Osmopriming* dengan PEG $0.1 \text{ g mL}^{-1}\text{H}_2\text{O}$ dapat meningkatkan persentase perkecambahan, indeks perkecambahan, daya berkecambah, indeks vigor semaian, panjang semaian, dan bobot kering semaian serta menurunkan rerata

waktu perkecambahan secara signifikan dibandingkan dengan kontrol (tanpa perlakuan) pada biji bunga matahari dan biji jagung. Seperti halnya Latifa dan Rachmawati (2020) yang mengungkapkan bahwa *Osmopriming* dengan PEG 15% dapat meningkatkan persentase berkecambah, kecepatan berkecambah, keserempakan berkecambah, panjang akar, bobot kering akar, bobot kering tajuk, kadar prolin pada benih kangkung.

Penggunaan PEG dalam kondisi cekaman aluminium dapat berpengaruh positif, seperti halnya penelitian Saepudin *et al.* (2016) yang mengungkapkan bahwa genotipe kedelai Tanggamus, Yellow biloxi, SP-10-4, dan CG-22-10 pada seleksi yang menggunakan PEG dan $AlCl_3$ menghasilkan kandidat varian somaklonal berupa kalus embrionik dan ES yang toleran kekeringan. Menurut Prasetyo dan Suriadikarti (2006) tanah ultisol memiliki tanah yang kering dan kandungan Al yang tinggi. Penggunaan PEG dalam media cekaman Al dikarenakan PEG memiliki rumus kimia yang berujung COOH yang apabila bereaksi dengan $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ maka akan menghasilkan H_2O (sebagai air bebas) dan PEG akan mengikat Al^{3+} sehingga media tidak lagi berada dalam cekaman aluminium. Selain itu menurut Amoozadeh *et al.* (2013) PEG dan $AlCl_3$ mampu berinteraksi dan membentuk turunan pirimidin tipe Biginelli multikomponen .

Penggunaan KNO_3 sebagai bahan priming dikarenakan mampu sebagai sumber tambahan kalium dan nitrogen selama perkecambahan benih. Nitrat yang dikombinasikan dengan faktor lingkungan, seperti cahaya dan suhu, dapat merangsang sintesis giberelin dan mendukung perkecambahan (Reis *et al.*, 2013). Pada penelitian Khan *et al.* (2009) mengungkapkan bahwa *priming* benih dengan KNO_3 dapat meningkatkan protein, asam amino dan gula larut selama proses perkecambahan pada kondisi stres garam dan air. Sedangkan menurut Nasri *et al.* (2011) priming dengan KNO_3 pada benih selada yang berada pada cekaman stress mampu meningkatkan aktivitas enzim asam fosfatase dan fitase pada kotiledon akar serta pucuk tanaman. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa penggunaan KNO_3 dapat memperbaiki perkecambahan, vigor benih dan meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai (Mirabi and Hasanabadi., 2012), mentimun (Anwar *et al.*, 2020), padi hibrida Intani 2 (Purnawati *et al.*, 2014), dan kacang panjang (Utami *et al.*, 2013).

Pemilihan KNO_3 sebagai bahan *priming* dikarenakan mampu mengikat Al pada media. Selain itu reaksi antara KNO_3 dan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ menghasilkan H_2O (air bebas) yang mana dapat digunakan benih untuk berimbibisi. Reaksi antara KNO_3 dan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ merupakan reaksi metathesis. Reaksi methatesis ini adalah reaksi pertukaran ganda yang mana di senyawa KNO_3 dan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ini yang ditukarkan adalah ionnya, karena keduanya tergolong larutan elektrolit. Berikut adalah reaksinya : $3 \text{KNO}_3 + \text{AlCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Al} (\text{NO}_3)_3 + 3 \text{KCl} + 6 \text{H}_2\text{O}$

Bahan lain yang mampu meningkatkan vigor benih adalah GA_3 . GA_3 merupakan salah satu ZPT yang dapat mempercepat perkecambahan. Menurut Purba *et al.* (2014) giberelin dapat mempercepat perkecambahan dan mampu menghasilkan semai yang baik. Hasil penelitian Weiss dan Ori (2007) giberelin dapat meningkatkan laju imbibisi pada benih sehingga dapat mengurai cadangan makanan yang digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dalam waktu yang lebih cepat dan serentak. Hal serupa diungkapkan oleh Wahyuni (2011) bahwa penggunaan GA_3 10 ppm atau larutan campuran GA_3 10 ppm + kinetin 15 ppm merupakan perlakuan invigorasi yang efektif untuk meningkatkan vigor dan pertumbuhan bibit padi hibrida Hipa 5, baik pada benih dengan mutu awal sedang maupun rendah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa giberelin mampu mempercepat semai pada biji kelor (Sucianto, 2019), mentimun (Bai *et al.*, 2016) dan kelapa sawit (Agustiansyah *et al.*, 2020).

Keberhasilan *priming* ini juga dipengaruhi oleh perbedaan genetik benih cabai yang digunakan. Menurut Sadjad (1993) perbedaan vigor benih antar varietas yang berbeda ditentukan oleh vigor genetiknya. Varietas yang berbeda memiliki sifat yang berbeda sehingga hasil yang dicapai oleh masing-masing varietas juga berbeda. Selain itu perbedaan varietas juga menentukan kemampuan benih yang telah mengalami kemunduran untuk dapat digunakan kembali dalam pertanaman. Pada benih-benih yang telah mengalami kemunduran, apabila digunakan dalam usaha budidaya tanaman akan memberikan pertumbuhan yang terbatas. Oleh sebab, itu benih-benih yang demikian harus diberi perlakuan *priming* dengan tujuan untuk meningkatkan vigor benih sehingga tahan terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.

1.4. Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka dapat ditarik hipotesis sebagai berikut:

1. *Priming* mampu meningkatkan vigor benih cabai yang sudah kadaluarsa dan yang belum kadaluarsa
2. Benih kadaluarsa dan yang belum kadaluarsa memberikan respons yang berbeda pada perlakuan *priming*.
3. Varietas yang berbeda memberikan respons yang berbeda pada perlakuan *priming*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Cabai

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Cabai

Cabai (*Capsicum annum L.*) merupakan komoditas sayuran yang banyak mendapat perhatian karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Kebutuhan akan cabai terus meningkat setiap tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku cabai. Untuk mengenal lebih dalam mengenai tanaman cabai berikut adalah klasifikasinya :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Class	: Dicotyledoneae
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Capsicum</i>
Spesies	: <i>Capsicum annum L.</i>

2.1.2 Morfologi Tanaman Cabai

Bagian-bagian utama tanaman cabai meliputi bagian akar, batang, daun, bunga dan buah. Penjelasan bagian-bagian tersebut sebagai berikut :

1. Akar

Cabai adalah tanaman semusim yang berbentuk perdu dengan perakaran akar tunggang. Sistem perakaran tanaman cabai agak menyebar, panjangnya

berkisar 25-35 cm. Akar ini berfungsi antara lain menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman, akar tanaman cabai tumbuh tegak lurus ke dalam tanah, berfungsi sebagai penegak pohon yang memiliki kedalaman \pm 200 cm serta berwarna coklat. Dari akar tunggang tumbuh akar - akar cabang, akar cabang tumbuh horisontal didalam tanah, dari akar cabang tumbuh akar serabut yang berbentuk kecil-kecil dan membentuk masa yang rapat (Hewindati, 2006).

3. Daun

Daun cabai berbentuk hati, lonjong atau agak bulat telur dengan posisi berselangseling daun cabai berbentuk memanjang oval dengan ujung meruncing atau diistilahkan dengan oblongus acutus, tulang daun berbentuk menyirip dilengkapi urat daun. Bagian permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua, sedangkan bagian permukaan bawah berwarna hijau muda atau hijau terang. Panjang daun berkisar 9-15 cm dengan lebar 3,5-5 cm. Selain itu daun cabai merupakan Daun tunggal, bertangkai (panjangnya 0,5-2,5 cm), letak tersebar. Helaian daun bentuknya bulat telur sampai elips, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi rata, petulangan menyirip, panjang 1,5-12 cm, lebar 1-5 cm, berwarna hijau (Hewindati, 2006).

2. Batang

Batang utama cabai tegak dan pangkalnya berkayu dengan panjang 20-28 cm dengan diameter 1,5-2,5 cm. Batang percabangan berwarna hijau dengan panjang mencapai 5-7 cm, diameter batang percabangan mencapai 0,5- 1cm. Percabangan bersifat dikotomi atau menggarpu, tumbuhnya cabang beraturan secara berkesinambungan (Hewindati, 2006).

Bunga tanaman cabai berbentuk terompet kecil, umumnya bunga cabai berwarna putih, tetapi ada juga yang berwarna ungu. Cabai berbunga sempurna dengan benang sari yang lepas tidak berlekatan, disebut berbunga sempurna karena terdiri atas tangkai bunga, dasar bunga, kelopak bunga, mahkota bunga, alat kelamin jantan dan alat kelamin betina. Bunga cabai disebut juga berkelamin

dua atau hermaphrodite karena alat kelamin jantan dan betina dalam satu bunga (Hewindati, 2006).

5. Buah dan Biji

Buah cabai buahnya buah buni berbentuk kerucut memanjang, lurus atau bengkok, meruncing pada bagian ujungnya, menggantung, permukaan licin mengkilap, diameter 1- 2 cm, panjang 4-17 cm, bertangkai pendek, rasanya pedas. Buah muda berwarna hijau tua, setelah masak menjadi merah cerah. Sedangkan untuk bijinya biji yang masih muda berwarna kuning, setelah tua menjadi cokelat, berbentuk pipih, berdiameter sekitar 4 mm.

2.2 Teknik *Priming* pada Benih

Terdapat beberapa teknik *priming* yang digunakan yaitu *hydropriming*, *osmopriming* dan hormonal *priming*.

1. *Hydro-priming*

Hydropriming adalah teknik merendam benih ke dalam air dengan tujuan untuk kelangsungan proses metabolik menjelang perkecambahan benih serta mengatur proses penyerapan air benih secara perlahan, agar aktivitas metabolisme dan proses perkecambahan dimulai tetapi tidak sempurna sebab, radikula tidak muncul (Najar dan Bakhtiari, 2014). Hal tersebut didukung oleh pernyataan Ai dan Ballo (2010) yang menyatakan bahwa dalam proses perkecambahan air berperan penting untuk mendukung dan mengaktifkan sel-sel yang bersifat embrionik, melunakkan kulit biji dan menyebabkan mengembangnya embrio dan endosperm, fasilitas untuk masuknya oksigen ke biji, mengencerkan protoplasma, dan media angkut dari endosperm ke arah titik tumbuh.

Proses perkecambahan ini merupakan proses yang berpengaruh untuk mendapatkan kecambah yang memiliki viabilitas dan vigor tinggi. Benih yang telah diberi perlakuan lalu dikeringkan sebelum dikecambahkan dan akan menunjukkan laju perkecambahan yang tinggi setelah diimbibisi kembali pada kondisi normal maupun dengan cekaman (Rouhi *et al.*, 2011). Menurut Khan *et*

al. (2017) penggunaan air dengan durasi 18 dan 24 jam mampu meningkatkan kecepatan perkecambahan benih okra yang telah mengalami deteriorasi.

2. *Osmopriming*

Osmopriming merupakan metode yang dilakukan dengan cara merendam benih dalam larutan potensial osmotik tinggi dan dengan aerasi air rendah untuk mengontrol penyerapan air dan mencegah radikula keluar (Ruan *et al.*, 2002) . Contoh larutan *osmopriming* adalah perlakuan benih yang direndam dalam larutan gula, polietilen glikol (PEG) dan KNO_3 (Reis *et al.*, 2013). Menurut Basra *et al.* (2005) perendaman menggunakan PEG mampu mempercepat perkecambahan pada benih yang berukuran besar ataupun kecil. Pada penelitian Asih (2020) benih cabai kadaluarsa yang di *priming* menggunakan PEG mampu menghasilkan panjang akar paling besar. Efektivitas *osmopriming* ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya konsentrasi larutan, lamanya perendaman, dan suhu (Basra *et al.*, 2005) serta jenis larutan yang digunakan (Ruan *et al.*, 2002) . Penggunaan KNO_3 dalam *priming* mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih terung yang sudah kadaluarsa (Asih, 2020). Menurut Chang- Zheng *et al.* (2002) mengungkapkan bahwa benih padi yang di *priming* dengan larutan garam campuran mampu lebih cepat berkecambah dibandingkan benih yang tidak di *priming*.

3. *Hormonal priming*

Hormonal priming merupakan salah satu teknik *priming* yang menggunakan hormon atau sumber organik lainnya. Aplikasi zat pengatur tumbuh pada benih mampu memberikan respon berupa meningkatnya indeks vigor dan pertumbuhan bibit namun efektivitasnya bergantung pada penggunaan jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (Widiastuti dan Wahyuni, 2020). Pada hasil penelitian Wahyuni (2011) kombinasi penggunaan GA_3 10 ppm + kinetin 5% pada benih padi mampu menghasilkan daya berkecambah tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Selain GA_3 hormonal *priming* dapat juga menggunakan *Trichoderma harzianum*. Menurut Hasanuddin *et al.* (2016) penggunaan *T. harzianum* berkaitan

dengan *Trichoderma* dalam memproduksi zat pengatur tumbuh (IAA) sehingga mampu meningkatkan vigor pada benih cabai yang sudah kadaluarsa.

2.3 Mutu Benih

Benih yang bermutu adalah benih yang memiliki daya berkecambah tinggi. Benih bermutu mencakup mutu fisik, mutu genetik dan mutu fisiologis. Mutu fisik ditentukan oleh kebersihan fisik (Sadjad, 1999), mutu genetik ditentukan oleh derajat kemurnian genetik sedangkan mutu fisiologis ditentukan oleh laju kemunduran dan vigor benih (Ichsan, 2006). Dari kondisi sumber benih yang telah teruji mutu benihnya ini dimungkinkan menghasilkan produktivitas yang tinggi.

Kemunduran benih merupakan proses penurunan mutu secara berangsur-angsur dan bersifat *irreversible* akibat perubahan fisiologis yang disebabkan oleh faktor dalam benih. Salah satu akibat benih mengalami kemunduran dikarenakan benih yang sudah kadaluarsa. Kadaluarsa pada benih adalah masa batas penanaman dan periode simpan benih yang ditentukan oleh produsen benih. Lewatnya tanggal kadaluarsa yang tertera pada kemasan benih menandakan meningkatnya kemunduran benih serta menurunnya vigor benih. Proses penuaan atau mundurnya vigor secara fisiologis ditandai dengan penurunan daya berkecambah, peningkatan jumlah kecambah abnormal, penurunan kecambah di lapangan, terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman, meningkatnya kepekaan terhadap lingkungan yang ekstrim dan akhirnya dapat menurunkan produksi tanaman (Copeland dan McDonald, 2001) sehingga dapat menyebabkan kerugian oleh petani (Justice dan Bass, 1990).

Proses penuaan atau kemunduran benih ini ditandai dengan meningkatnya kandungan lipid peroksida yang mampu merusak integritas membran. Menurut Sivasubramaniam *et al.* (2011) apabila benih yang mengalami kemunduran berimbibisi secara cepat, maka akan mengakibatkan kebocoran pada membran sel. Kebocoran ini mengakibatkan benih kekurangan bahan pembentukan cadangan makanan yang nantinya digunakan untuk proses perkecambahan.

2.4 Cekaman Aluminium pada Tanaman

Kondisi tanah di Lampung umumnya tergolong Ultisol. Menurut Fitriatin *et al.* (2014) Tanah jenis ini umumnya memiliki masalah kemasaman tanah yang berkisar dari 4,3 hingga 4,9, bahan organik rendah, dan memiliki ketersediaan P sangat rendah. Sedangkan menurut (Purwanto, 2021) tanah Ultisol memiliki kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB), dan C-organik yang rendah, tetapi memiliki kandungan aluminium (kejenuhan Al), dan fiksasi P tinggi. Sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

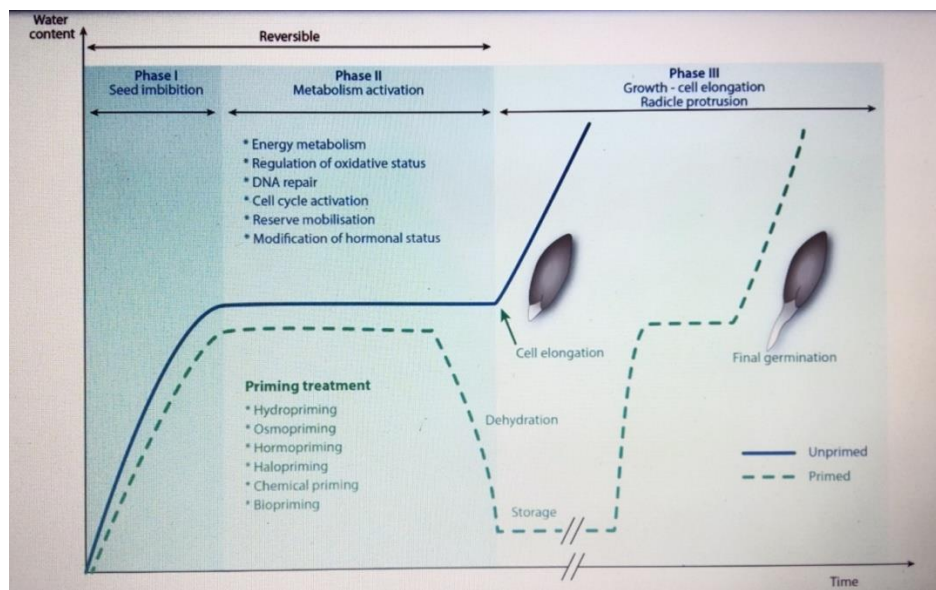
Menurut Wijanarko dan Taufiq (2004) Kemasaman tanah terjadi karena proses pelapukan mineral dan batuan serta pencucian yang sangat cepat. Proses pelapukan yang intensif akan melepaskan unsur-unsur hara dan menyisakan produk akhir lapukan dan mineral-mineral tahan lapuk, yang umumnya kurang menyumbangkan unsur hara bagi tanaman. Sumber kemasaman tanah dapat berasal dari Al dan Fe oksidasi, Al-dd, dan dekomposisi bahan organik. Al, Fe oksidasi, dan Al-dd akan melepaskan ion H^+ ke larutan tanah apabila unsur-unsur tersebut mengalami hidrolisis. Semakin banyak ion H^+ yang dilepaskan maka tanah menjadi lebih masam.

Tanah masam merupakan tanah yang didominasi mineral-mineral kaolinit, oksidasi besi dan aluminium, serta kandungan Al yang semakin meningkat pada lapisan bawah tanah (Purwanto, 2021). Bentuk Al yang beracun bagi akar tanaman adalah Al monomerik, yaitu Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)_3$, dan $Al(SO_4)^+$. Aktivitas Al-monomerik semakin meningkat pada pH lebih rendah 5,5 dan keracunan Al ini akan semakin meningkat. Perakaran tanaman menjadi target utama kerusakan oleh Al sehingga tanaman yang keracunan pertumbuhan akhirnya terhambat (Purnomo *et al.*, 2007). Selain itu juga mempengaruhi penyerapan P pada tanaman sorghum (Agustina *et al.*, 2010).

2.5 Kurva hidrasi benih dan fase perkecambahan pada benih yang belum di *priming* dan sudah di *priming*

Perkecambahan pada benih ortodoks biasanya melalui tiga fase (Gambar 1) yaitu fase (I) terjadi proses imbibisi pasif yang berkaitan dengan masuknya air

kedalam jaringan apoplastik; fase (II) yaitu aktivasi yang terkait dengan pembentukan kembali aktivitas metabolisme dan proses perbaikan di tingkat sel; dan fase (III) inisiasi proses pertumbuhan yang terkait dengan pemanjangan sel dan mengarah pada penonjolan radikula. Fase I dan III keduanya melibatkan peningkatan kadar air disamping itu hidrasi tetap stabil pada fase II. Pada umumnya sebelum fase II berakhir perkecambahan bersifat *reversible*, benih dapat dikeringkan kembali dan mampu berkecambah apabila dilakukan penyimpanan dalam kondisi yang menguntungkan.



Gambar 1 Kurva hidrasi benih dan fase perkecambahan pada benih yang belum di *priming* dan sudah di *priming*

Priming benih yang menggunakan air didefinisikan sebagai perlakuan pra-tabur yang mampu menghidrasi sebagian benih tanpa benih tersebut berkecambah. Berbagai upaya dapat diterapkan selama fase perkecambahan reversibel. Hal tersebut dipengaruhi oleh berbedanya kandungan potensi osmotik larutan *priming*, durasi selama perendaman, suhu eksternal, dan keberadaan senyawa kimia tertentu. *Priming* yang efisien yaitu sebelum fase II berakhir. Pada fase ini metabolisme pada benih dihentikan secara sementara dan dilanjutkan pengeringan benih. *Priming* pada benih mampu memberikan keuntungan ekonomi dan agronomi untuk tanaman budidaya, contohnya mampu meningkatkan keseragaman perkecambahan, pertumbuhan bibit, dan ketahanan terhadap kondisi stres (Lutts *et al.*, 2016).

III. METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada Desember 2020 sampai dengan Maret 2021.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi, Germinator tipe IPB-73A, *petridish*, gelas ukur, timbangan digital, timbangan analitik, pinset, nampan, alat pengempas kertas, oven, milimeter block dan alat tulis.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah dua varietas yang berasal dari dua lot benih yang berbeda waktu panennya yaitu tahun 2017 dan tahun 2019 dan kertas CD. Lot pertama varietas cabai yang sudah kadaluarsa (Habis masa simpan 13 Agustus 2019) dan Lot kedua varietas yang belum kadaluarsa (Habis masa simpan 10 Oktober 2021). Benih yang digunakan berasal dari Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa), Desa Cikole, Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Sebelum digunakan pada percobaan I dan percobaan II benih di letakkan dalam ruang AC. Kemudian bahan yang digunakan untuk *priming* adalah air, PEG 6000 30 %, GA₃ 50 ppm, dan KNO₃ 1%.

3.3 Metode

Penelitian ini terdiri dari dua percobaan. Percobaan I menggunakan benih yang sudah kadaluarsa dan percobaan II menggunakan benih yang belum kadaluarsa. Percobaan ini merupakan percobaan faktorial.

Pada percobaan I dan II, faktor pertama adalah perlakuan *priming* yang terdiri atas lima taraf yaitu : P0 (kontrol), P1(perendaman dengan air), P2 (perendaman dengan PEG 30%), P3 (perendaman dengan GA₃ 50 ppm), dan P4 (perendaman dengan KNO₃ 1%.) penggunaan bahan priming ini mengacu pada penelitian Hagroo dan Johal (2019). Faktor kedua pada percobaan I adalah benih cabai varietas Tanjung 2 (DB 79% dan KA 5,1%) dan Kencana (DB 86% dan KA 5,9%) yang sudah kadaluarsa (Habis masa simpan 13 Agustus 2019). Pada percobaan II faktor keduanya adalah benih cabai varietas Tanjung 2 (DB 84% dan KA 6,7%) dan Kencana (DB 86% dan KA 6,1%) yang belum kadaluarsa (Habis masa simpan 10 Oktober 2021), sehingga diperoleh 10 kombinasi perlakuan pada masing-masing percobaan I dan II. Percobaan ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang diulang sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh lalu dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut pemisahan nilai tengah BNJ pada α 5% menggunakan program statistik Rstudio.

3.4 Pelaksanaan

3.4.1 Percobaan 1. Pengaruh *priming* terhadap vigor benih cabai yang sudah kadaluarsa

1. Pembuatan larutan priming

Larutan yang digunakan pada penelitian ini yaitu PEG 30% (Hagroo and Johal, 2019), GA₃ 50 ppm (Hagroo and Johal, 2019), dan KNO₃ 1% (Hagroo and Johal, 2019). Berikut cara pembuatan larutan :

1. Pembuatan larutan PEG 30% yaitu dengan menimbang 6,47 gram PEG 6000 dan kemudian dilarutkan ke dalam 20 ml aquades.
2. Pembuatan larutan GA₃ 50 ppm yaitu dengan cara mengambil 3,3 ml GA₃300 ppm sebagai larutan stok dan kemudian dilarutkan ke dalam 20 ml aquades.

3. Pembuatan larutan KNO_3 1% yaitu dengan menimbang 0,42 gram KNO_3 dan kemudian dilarutkan ke dalam 20 ml aquades.

2. Aplikasi *priming*

Seluruh perlakuan *priming* dilakukan sebanyak tiga kali ulangan dan masing-masing ulangan menggunakan 25 butir benih. Benih yang digunakan yaitu benih Tanjung 2 dan Kencana yang sudah kadaluarsa. Aplikasi *priming* ini dilakukan dengan cara merendam 75 butir benih ke dalam air, PEG 30%, GA_3 50 ppm, dan KNO_3 1% masing-masing selama 12 jam. Setelah selesai aplikasi *priming* lalu benih dikering-anginkan selama beberapa menit.

3. Pengecambahan

Benih yang telah dikering-anginkan lalu disusun dalam *petridish* menggunakan metode Uji Diatas Kertas (UDK). Kertas CD yang digunakan direndam larutan $\text{AlO},05$ mM (Timotiwu dan Agustiansyah, 2006). Cara pembuatan larutan Al 0,05 mM adalah dengan menimbang 20,25 gram $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan kemudian dilarutkan ke dalam 1,5 L aquades. Kemudian benih dikecambahkan ke dalam germinator tipe IPB 73-2A selama 14 hari.

3.4.2 Percobaan 2. Pengaruh *priming* terhadap vigor benih cabai yang belum kadaluarsa

1. Pembuatan larutan *priming*

Larutan yang digunakan pada penelitian ini yaitu PEG 30% (Hagroo and Johal, 2019), GA_3 50 ppm (Hagroo and Johal, 2019), dan KNO_3 1% (Hagroo and Johal, 2019). Berikut cara pembuatan larutan :

1. Pembuatan larutan PEG 30% yaitu dengan menimbang 6,47 gram PEG 6000 dan kemudian dilarutkan ke dalam 20 ml aquades.
2. Pembuatan larutan GA_3 50 ppm yaitu dengan cara mengambil 3,3 ml GA_3 300 ppm sebagai larutan stok dan kemudian dilarutkan ke dalam 20 ml aquades.

3. Pembuatan larutan KNO_3 1% yaitu dengan menimbang 0,42 gram KNO_3 dan kemudian dilarutkan kedalam 20 ml aquades.

2. Aplikasi *priming*

Seluruh perlakuan *priming* dilakukan sebanyak tiga kali ulangan dan masing-masing ulangan menggunakan 25 butir benih. Benih yang digunakan yaitu benih Tanjung 2 dan Kencana yang belum kadaluarsa. Aplikasi *priming* ini dilakukan dengan cara merendam 75 butir benih kedalam air, PEG 30%, GA_3 50 ppm, dan KNO_3 1% masing-masing selama 12 jam. Setelah selesai aplikasi *priming* lalu benih dikering-anginkan selama beberapa menit.

3. Pengecambahan

Benih yang telah dikering-anginkan lalu disusun dalam *petridish* menggunakan metode Uji Diatas Kertas (UDK). Kertas CD yang digunakan direndam larutan Al 0,05 mM (Timotiwu dan Agustiansyah, 2006). Cara pembuatan larutan Al 0,05 mM adalah dengan menimbang 20,25 gram $\text{AlCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ dan kemudian dilarutkan kedalam 1,5 L aquades. Kemudian benih dikecambahkan ke dalam germinator tipe IPB 73-2A selama 14 hari.

3.5 Variabel yang diamati

Pengamatan perkecambahan cabai ini mulai dilakukan saat sehari setelah pengecambahan di germinator hingga hari ke-14. Adapun variabel pengamatannya adalah daya berkecambah, kecepatan perkecambahan, indeks vigor, jumlah radikula yang muncul pada hari pertama, waktu kecambah muncul pada hari pertama, waktu kecambah muncul pada 50%, berat kering kecambah normal, panjang akar kecambah normal, dan panjang plumula kecambah normal.

Pengamatan dilakukan terhadap beberapa peubah diantaranya:

1. Daya berkecambah (DB)

Perhitungan daya berkecambah (DB) dilakukan dengan mencatat jumlah kecambah normal yang muncul dari hari pertama hingga hari ke-14. Data hasil

pengamatan harian inilalu dianalisis menggunakan program statistik *GerminaQuant* sehingga diperoleh persentase daya berkecambah.

2. Kecepatan perkecambahan (KCT)

Perhitungan kecepatan perkecambahan (KCT) dilakukan dengan mencatat jumlah benih berkecambah yang ditandai dengan munculnya radikula dari hari pertama hingga hari ke-14. Data hasil pengamatan harian inilalu dianalisis menggunakan program statistik *GerminaQuant* sehingga diperoleh persentase kecepatan perkecambahan per hari.

3. Indeks vigor (IV)

Perhitungan Indeks Vigor (IV) dilakukan dengan menghitung persentase kecambah normal dari hari pertama hingga hari ke-7.

4. First counting radikula (FC radikula)

Perhitungan jumlah radikula yang muncul ini dilakukan dengan menghitung persentase jumlah radikula yang muncul pada hari ke 5 dan dinyatakan dalam satuan persen.

5. Waktu munculnya kecambah (wmk)

Perhitungan waktu munculnya kecambah dilakukan dengan mencatat pada hari seberapa benih sudah muncul radikula pertama kali. Data hasil pengamatan harian inilalu dianalisis menggunakan program statistik *GerminaQuant*.

6. Waktu munculnya kecambah pada 50% (T₅₀)

Perhitungan T₅₀ dilakukan dengan mencatat pada hari seberapa benih sudah berkecambah sebanyak 50% (Farooq *et al.*, 2005). Data hasil pengamatan harian inilalu dianalisis menggunakan program statistik *GerminaQuant*.

7. Bobot Kering Kecambah Normal (BKKN)

Kecambah yang tumbuh normal dipisahkan dan dimasukkan dalam amplop. Kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 80°C selama 3 x 24 jam.

Penimbangan bobot kering kecambah menggunakan timbangan analitik. Satuan bobot kering kecambah normal adalah miligram (mg).

7. Panjang akar primer kecambah normal (PAKN)

Panjang akar diukur setelah 14 hari pengamatan. Panjang akar diukur dengan menggunakan kertas milimeter blok dari pangkal akar sampai ujung akar (akar primer). Pengukuran panjang akar ini menggunakan satuan centimeter (cm).

8. Panjang plumula kecambah normal (PPKN)

Panjang plumula diukur setelah 14 hari pengamatan. Panjang plumula diukur dengan menggunakan kertas milimeter blok dari pangkal akar hingga ujung titik tumbuh. Pengukuran panjang plumula ini menggunakan satuan centimeter (cm).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. *Priming* dengan GA₃ 50 ppm (12 jam) dan KNO₃ 1% (12 jam) memberikan perkecambahan yang tinggi pada benih yang sudah kadaluarsa, berdasarkan tolak ukur waktu munculnya kecambah dan kecepatan perkecambahan dengan selisih antara perlakuan kontrol yaitu masing-masing 2 hari dan 5%/hari . *Priming* dengan air (12 jam) dan KNO₃ 1% (12 jam) memberikan perkecambahan yang tinggi pada benih belum kadaluarsa, berdasarkan tolak ukur waktu munculnya kecambah dan kecepatan perkecambahan dengan selisih antara perlakuan kontrol yaitu masing-masing 2 hari dan 3%/hari.
2. Pada benih kadaluarsa varietas Kencana memberikan perkecambahan yang tinggi dibandingkan Tanjung 2, berdasarkan tolak ukur bobot kering kecambah normal dan panjang plumula kecambah normal dengan selisih masing-masing 36 mg dan 1,2 cm. Pada benih yang belum kadaluarsa varietas Kencana dan Tanjung 2 memiliki perkecambahan yang sama baiknya.
3. Pada benih kadaluarsa terdapat interaksi pada tolak ukur indeks vigor dan bobot kering kecambah normal dan pada benih yang belum kadaluarsa terdapat interaksi pada tolak ukur FC radikula dan bobot kering kecambah normal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan, penulis menyarankan untuk tidak menggunakan larutan Polietilen glikol (PEG) dengan konsentrasi lebih dari 30% sebagai bahan *priming* karena akan menurunkan potensial air disekitar benih sehingga, menyebabkan proses imbibisi terganggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, Ardian, K. Setiawan, dan D. Rosmala. 2020. Pengaruh Lama Perendaman dalam Berbagai Konsentrasi Giberelin (GA3) terhadap Perkecambahan Benih Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agroekoteknologi*, Vol 13 (2) : hal 94 – 99.
- Agustina, K., Sopandie, D. dan Desta Wirnas. 2010. Tanggapan Fisiologi Akar Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) terhadap Cekaman Aluminium dan Defisiensi Fosfor di dalam Rhizotron *Roots Physiological Response of Sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) to Aluminum Toxicity and Phosphorous Deficiencies in Rhizot*, *J. Agron. Indonesia*, 38(2), pp. 88–94.
- Ai, N. S dan M. Ballo. 2010. Peranan Air Dalam Perkecambahan Biji. *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol 10 (2) : hal 190-195.
- Amoozadeh, A., S. Rahmani, dan F. Nemat. 2012. Poly(ethylene) glycol/AlCl₃ as a new and efficient system for multicomponent Biginelli-type synthesis of pyrimidinone derivatives. *Heterocycl. Commun.* Vol 19 (1) : 69-73.
- Amjad, M., K. Ziaf, Q. Iqbal, I. Ahmad, and M.A. Riaz. 2007. Effect of seed priming on seed vigour and salt tolerance in hot pepper. *Pak. J. Agri. Sci.*, Vol. 44(3) : hal 408-416.
- Anosheh, H. P., H. Sadeghi dan Y. Emam. 2011. Chemical Priming with Urea dan KNO₃ Enhances Maize Hybrids (*Zea mays* L.) Seed Viability under Abiotic Stress. *J. Crop Sci. Biotech*, Vol 14 (4) : hal 289-295.
- Anwar, A., Yu, X. dan Li, Y. 2020. Seed priming as a promising technique to improve growth, chlorophyll, photosynthesis dan nutrient contents in cucumber seedlings. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, Vol 48(1).
- Asih, P. R. 2020. Invigorasi Mutu Fisiologis Benih Terung Ungu (*Solanum melongena* L.) Kadaluarasa dengan Beberapa Teknik Osmoconditioning. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, Vol 18 (2) : hal 162 – 170.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan Semusim Indonesia 2018*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.

- Bai, L., H. Deng, X. Zhang, X. Yu, dan Y. Li . 2016. Gibberellin Is Involved in Inhibition of Cucumber Growth and Nitrogen Uptake at Suboptimal Root-Zone Temperatures. *PLoS One* Vol 11 (5) : hal 1-15.
- Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2017. *Cabai Unggul Penentu Keberhasilan Produksi*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung Barat.
- Basra, S.M.A., M. Farooq., Tabassam, R. and Ahmad, N. 2005. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing seed treatments in fine rice (*Oryza sativa L.*). *Seed Sci. And Technolgy*, Vol (33) : hal 623-628.
- Chauhan, J.S., Y.K. Tomar, N. Indrakumar Singh, S. Ali, and Debarati. 2009. Effect of growth hormones on seed germination and seedling growth of black gram and horse gram. *Journal of American Science*, Vol 5(5) : hal 79-84.
- Chang-Zheng H, Jin H, Zhi-Yu Z, Song-Lin R, Wen-Jian S. 2002. Effect of seed priming with mixed-salt solution on germination and physiological characteristics of seedling in rice (*Oryza sativa L.*) under stress conditions. *J. Zhejiang Univ. Agric. Life Sci.* 28175-178.
- Copeland, L.O and M. B. McDonald. 2001. *Principle Of Seed Science and Technology 4th Edition*. Springer + Business Media. New York.
- De Souza, L. T., J. Cambraia, C. Ribeiro, J. Alves, L. Campos. 2016. Effects of aluminum on the elongation and external morphology of root tips in two maize genotypes', *Bragantia*, 75(1), pp. 19–25. doi: 10.1590/1678-4499.142.
- Ernawati, P. Rahardjo dan B. Suroso. 2017. Respon Benih Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Kadaluarsa Pada Lama Perendaman Air Kelapa Muda Terhadap Viabilitas, Vigor dan Pertumbuhan Bibit. *Jurnal Agritrop*, Vol 15 (1) : hal 71 - 83.
- El-Saidy, A.E.A., S. Farouk, H.M.A. El-Ghany. 2011. Evaluation of different seed priming on (*Helianthus annuus L.*) cultivars. *Trends Applied Sciences Research* Vol 6(9) : hal 977-991.
- Faijunnahar, M . Abdullahil, B. Md. Ahsan Habib dan H. M. M. T .Hossain. 2017. Polyethylene Glycol (PEG) Induced Changes in Germination, Seedling Growth and Water Relation Behavior of Wheat (*Triticum aestivum L.*) Genotypes. *Universal Journal of Plant Science* 5(4) : hal 49-57.
- Farooq, M., S. M. A. Basra, N. Ahmad dan K. Hafeez. 2005. Thermal Hardening: A New Seed Vigor Enhancement Tool in Rice. *Journal of Integrative Plant Biology*, Vol 47 (2) : hal 187 - 193.

- Farooq, M., S. M. A. Basra, H.Rehan, N. Ahmad dan B. A. Saleem. 2007. Osmopriming Improves The Germination and Early Seedling Growth of melons (*Cucumis melo L.*). *Pak. J. Agri. Sci.*, Vol 44 (3) : hal 529-536.
- Fitriatin, B. N., A. Yuniarti., T. Turmuktini., dan F. K. Ruswandi. 2014. The Effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol. *Eurasian J. of Soil Sci. Indonesia*. Hal:101-107.
- Girolamo, G., dan L. Barbanti. 2012. Treatment conditions dan biochemical processes influencing seed priming effectiveness. *Italian Journal of Agronomy*, Vol 7(25) : hal 178–188.
- Ghassemi-Golezanik dan B. Esmaeilpour. 2008. The Effect of Salt Priming on the Performance of Differentially Matured Cucumber (*Cucumis sativus*) Seeds. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 36 (2) : hal 67-70
- Ghobadi, M., M. A. Abnavi, S. J. Honarndan, M. E. Ghobadi, dan G. R. Mohammadi. 2012. Effect of Hormonal Priming (GA₃) dan Osmopriming on Behavior of Seed Germination in Wheat (*Triticum aestivum L.*), *Journal of Agricultural Science*, Vol 4(9).
- Hagroo, R.P., and N. Johal. 2019. Effect of priming on physiological seed quality in aged seeds of hot pepper (*Capsicum annuum L.*) var. Punjab Sindhuri and hybrid CH-27. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* SP1:545-552.
- Harpenas, Asep dan R. Dermawan. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Hewindati, Y. T. 2006. *Hortikulutra*. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Ichsan, C. N. 2006. Uji Viabilitas dan Vigor Benih Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa L.*) yang Diproduksi pada Temperatur yang Berbeda selama Kemasakan. *Jurnal Floratek*, Vol 2 : hal 37-42.
- Ilyas, S. 2018. *Ilmu dan Teknologi Benih*. PT Penerbit Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Jamil, M dan E.S. Rha. 2007. Gibberellic Acid (GA₃) Enhance Seed Water Uptake, Germination and Early Seedling Growth in Sugar Beet under Salt Stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, Vol 10 (4) : hal 654 – 658.
- Justice, O. L., dan L. N. Bass. 1990. *Prinsip Praktek Penyimpanan Benih*. Rajawali Press. Jakarta.

- Kementerian Pertanian. 2018. *Genjot Produktivitas, Kementan Pacu Penggunaan Benih Unggul Bersertifikat*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Khan, H. A., C.M. Ayub, M.A. Pervez, R.M. Bilal, M.A. Shahid dan K. Ziaf. 2009. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum L.*) at seedling stage. *Soil & Environ.* Vol 28(1) : hal 81-87.
- Khan, M.B., M. Hussain, A. Raza, S. Farooq, K. Jabran. 2015. Seed priming with CaCl₂ and ridge planting for improved drought resistance in maize. *Turk. J. Agric. For.* 39:193-203.
- Khan, A.Z., T. Shah, S. Khan, A. Rehman, H. Akbar, A. Muhammad, S.K. Khalil. 2017. Influence of seed invigoration techniques on germination and seedling vigor of maize (*Zea mays L.*). *Cercet. Agron. Mold.* 3(171) : hal 61-70.
- Kirana, R, Kusmana, Hasyim, A dan Sutarya. 2014. Persilangan Cabai Merah Tahan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum acutatum*) in Pepper Hort, J. : hal 189–195.
- Kubala, S., M. Garnczarskaa, Ł. Wojtylaa, A. Clippe b, A. Kosmalac, A. nkod, S. Lutts e, M. Quinet e. 2015. Deciphering priming-induced improvement of rapeseed (*Brassica napus L.*) germination through an integrated transcriptomic and proteomic approach. *Plant Science* Vol 231 : hal 94-113.
- Kochian, L. V., Hoekenga, O. A., & Pineros, M. A. 2004. How do crop plants tolerate acids soil? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Annual Review Plant Biology*, Vol 55 459-493..
- Konarska, A. 2010. Effects of aluminum on growth and structure of red pepper (*Capsicum annuum L.*) leaves. *Acta Physiol Plant*, Vol 32 : hal 145-151.
- Latifa, A dan D. Rachmawati. 2020. Pengaruh *Osmopriming* Benih terhadap Pertumbuhan dan Morfologi Tanaman Kangkung Darat(*Ipomoea reptans poir*) pada Cekaman Kekeringan. *J. Agron. Indonesia*, Vol 48(2) : hal 165-172.
- Lutts, S., P. Benicasa, L. Wojtyla, S. Kubala, R. Pace, K. Lechowska, M. Quinet, dan M. Garnczarska. 2016. *Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique*. INTECH. Belgium.
- Mavi, K. 2018. Evaluation of Organic Priming to Improve the Emergence Performance of Domesticated *Capsicum species*. *Seed Science and Technology* Vol 46 (1) : hal 131-137.

- Mirabi, E. dan Hasanabadi, M. 2012. Effect of Seed Priming on Some Characteristic of Seedling dan Seed Vigor of Tomato (*lycopersicon esculentum*), *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, Vol 3 (3) : hal 237-240.
- Najar, M. dan S. Bakhtiari. 2014. Effects of seed priming on germination traits of *Nigella sativa* under saline conditions. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* Vol 4 (3) : hal 396-405.
- Nasri N, Kaddour R, Mahmoudi H, Olfa B, Karray-Bouraoui N, Lachaal M . (2011). The effect of osmopriming on germination, seedling growth and phosphatase activities of lettuce under saline condition. *African Journal of Biotechnology* 10(65) : hal 14366-14372.
- Nawaz, J., Hussain, M., Jabbar, A., Nadeem, G. A., Sajid, M., Subtain, M., dan Shabbir, I. 2013. Seed Priming a Technique. *Intern.J. Agric. Crop Sci.* 6 (20) : hal 1373-1381.
- Neamatollahi, E., M. Bannayan, S. Darban dan A. Ghanbari. 2009. Hydropriming and osmopriming effects on cumin (*Cuminum Cyminum L.*) seeds germination. *World Academy Of Science, Engineering and Technology*, 57 : 526 - 259.
- Nurmauli dan Y. Nurmiaty. 2010. Kedelai Yang Telah Disimpan Selama Sembilan Bulan (Study of Invigoration Method on the Viability of Two Soybean Seeds, *Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol 15(1) : hal 20–24.
- O'brien, J.A., A. Vega, E., Bouguyon, G. Krouk., A. Gojon., G. Coruzzi, R. A. Gutiérrez. 2017. Nitrate transport, sensing and responses in plants. *Mol. Plant*. doi: 10.1016/ j.molp.2016.05.004.
- Prasetyo, B. H dan D. A Suriadikarta. 2006. Karakteristik. Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. Balai Besar dan Pengembangan Lahan Pertanian. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Pill, W. G, C. M. Collins, B. Goldberger, dan N. Gregory. 2009. Responses of non-primed or primed seeds of 'Marketmore 76' cucumber (*Cucumis sativus L.*) slurry coated with *Trichoderma* species to planting in growth media infested with *Pythium aphanidermatum*. Vol 121 : hal 54-62.
- Purnawati, S., Ilyas, dan Sudarsono. 2014. Perlakuan Invigorasi untuk Meningkatkan Mutu Fisiologis dan Kesehatan Benih Padi Hibrida Intani2 Selama Penyimpanan. *Jurnal Agron.* 42(3): hal180-186.
- Purwanto, Setiyo, Rachmat Abdul Gani, dan Erna Suryani. 2021. Characteristics of Ultisols Derived from Basaltic Danesite Materials dan Their Association with Old Volcanic Ldanforms in Indonesia. *Sains Tanah* 17(2) : hal 135–43.

- Ramzan, A., I.A. Hafiz, T. Ahmad, N.A. Tabbasi. 2010. Effect of priming with potassium nitrate and dehusking on seed germination of gladiolus (*Gladiolus alatus*). *pak.j.bot.*, 42 (1) :hal 247-258.
- Rasmussen HN, Kingsley WD, Jana J, Tamara T. 2015. Germination and seedling establishment in orchids: A complex of requirements. *Annals of Botany.*; Vol 116:391-402.
- Reis, R.G.E, R.M. Guimarães, A.R.V. Vieira, N.R. Gonçalves, dan V.H. Costa. 2012. Physiological quality of osmoprimed eggplant seeds. *Ciência e Agrotecnologia*, Vol 36 (5) : hal 526-532.
- Reis, R. G. E., H. P. Silva, J. M. G. Neves, dan R. M. Guimaraes. 2013. Physiological quality of osmoprimed gherkin seeds. *Journal of Seed Science*, Vol 35 (3), : hal 368-373
- Ruan, S., Xue, Q. and Tylkowska, K. 2002. Effects of seed priming on germination and health of rice (*Oryza sativa L.*) seeds. *Seed Sci. Technol.* 30 : hal 451–458.
- Rouhi ,H., R. A. A. Surki, f. S. Zadeh , R. T. Afshari, M. A Aboutalebian, G. Ahmadvand. 2011. Study of Different *Priming* Treatments on Germination Traits of Soybean Seed Lots. *Not Sci Biol.* 3(1) : hal101-108.
- Rout, G. R., Samantaray, S., dan Das, P.2001. Aluminium toxicity in plants: a review. *Agronomie*, Vol 21 : hal 3- 21.
- Sadjad, S. 1993. *Dari Benih Kepada Benih* , Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Sadjad, S., E. Murniati dan S. Ilyas. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Stimulatif*. Grasindo. Jakarta.
- Saepudin, A., N. Khumaida, D. Sopandie, dan A. W. Ardie. 2016. *Seleksi In Vitro Embrio Somatik pada Beberapa Genotipe Kedelai untuk Toleransi terhadap Cekaman Kekeringan dan Toksisitas Aluminium*. Prosiding Seminar Hasil penelitian Aneka Kacang dan Umbi. Bogor. I
- Saglam, S., S. Day, G. Kaya, dan A. Gurbuz. 2010. Hydropriming increase germination of lentil (*Lens culinaris M*) under water stress. *Notulae Scientiae Biologicae*, 2 (2) : 130-106 p.
- Setiawati, W., Koesdanriani, Y. dan Hasyim, A. 2014. Sumbangsih Cabai Keriting Varietas Kencana dalam Menghadapi Kebijakan Swasembada Cabai, *Inovasi Hortikultura Pengungkit Peningkatan Pendapatan Rakyat* : hal 45–57.

- Setiawan dan Wahyudi, A. 2014. Effect of gibberellin on growth of several pepper varieties in rapid multiplication method, *Bulletin Littro*, Vol 25(2):111–118.
- Sivasubramaniam, K., R. Geetha, K. Sujatha, K. Raja, A. Sripunitha, dan R. Selvarani. 2011. Seed Priming :Triumphs dan Tribulations. *Madras Agricultural Journal*, 98 (7–9) : hal 197– 209.
- Sucianto, Y. A., Sutarno, S. Anwar. 2019. Invigorasi Benih Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Berbagai Konsentrasi dan Jenis ZPT Terhadap Pertumbuhan dan Bobot Biomasa. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* Vol 4 (2) : hal 137-143.
- Summart, J., P. Thanonkeo, S. panicchajakul, P. Prahepha dan M.T. McManus. 2010. Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, Khao Dawk Mali 105, callus culture. *African Journal of Biotechnology* Vol. 9 (2) : hal 145-152.
- Supriatin, Sarno, J. Lumbanraja dan Dermiyati. 2017. Penetapan Sample Tanah Stdanar Untuk Menjamin Mutu (Quality Control) Hasil Analisis Sample Tanah Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Lampung. *Laporan Penelitian Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung*. Bandar Lampung.
- Timotiwu, P. B, dan Agustiansyah. 2006. Studi Perubahan Kandungan Gula Yang Dieksudasi Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merril*) pada Kondisi Stress Aluminium. *Laporan Hasil Penelitian*. Universitas Lampung.
- Utama, M.Z.H. 2008. Mekanisme Fisiologi Toleransi Cekaman Aluminium Spesies Legum Penutup Tanah terhadap Metabolisme Nitrat (NO₃ -), Amonium (NH₄ +), dan Nitrit (N₀₂ -). *Bul. Agron*, Vol 36 (2) : hal 176 - 180.
- Utama, M. Z. H. 2010. Penapisan Varietas Padi Gogo Toleran Cekaman Aluminium The, *J. Agron. Indonesia*, 38(3), pp. 163–169.
- Utami, E. P., Sari, M. and Widajati, E.2014. Perlakuan *Priming* Benih untuk Mempertahankan Vigor Benih Kacang Panjang (*Vigna Unguiculata*) Selama Penyimpanan, *Buletin Agrohorti*, 1(4), p. 75. doi: 10.29244/agrob.1.4.75-82.
- Verslues, P. E., M. Agarwal, S. Katiyar, J. Zhu & J. kang Zhu. 2006 . Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. *Plant Journal*, 45(4) : hal 523–539.
- Wahyuni, S. 2011. Peningkatan Daya Berkecambah dan Vigor Benih Padi Hibrida Melalui Invigorasi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, Vol. 30 (2) : hal 83-87.
- Weiss, D and N. Ori. 2007. Mechanism of cross talk beetween gibberellin and other hormones. *J.Plant physiology* 14 (4) : hal 1240- 1246.

- Widajati, E., E. Murniati, E. R. Palupi, T. Kartika, M. R. Suhartanto, dan A. Qadir. 2013. *Dasar Ilmu dan Teknologi Benih*. IPB Pres. Bogor.
- Widiastuti, M. L., dan S. Wahyuni. 2020. Penerapan Teknik Invigorasi Dalam Meningkatkan Vigor Benih Padi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, Vol 39 (2) : hal 96 -104.
- Widiatmaka, W. Ambarwulan, Y. Setiawan & C. Walter. 2016. Assessing the suitability and availability of land for agriculture in tuban regency, East Java, Indonesia, *Applied and Environmental Soil Science*, hal : 1-13.
- Wijanarko, A. dan A. Tauiq. 2004. Pengelolaan Kesuburan Lahan Kering Masam Untuk Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*, No 7 dan 8 : hal 39-50.
- Xia F. S., L.L. Chen, H.F. Yan, Y. Sun, M.L. Li, and P.S. Mao. 2016. Antioxidant and ultrastructural responses to priming with PEG in aged, ultra-dry oat seed. *Seed Sci. & Technolgy* Vol 44 : hal 556-568.
- Yagmur, M dan D. Kaydan. 2008. Alleviation of Osmotic Stress of Water and Salt in Germination and Seedling Growth of Triticale with Seed Priming Treatments. *African Journal and Biolotechnology*, Vol 7 (13) : hal 2156-2162.
- Zhani, K., B. F. Mariem, M. Fardaous dan H. Cherif. Impact of salt stress (NaCl) on growth, chlorophyll content and fluorescence of Tunisian cultivars of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.). 2012. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, Vol. 8 (4) : hal 236-252).