

**PENGARUH *PRIMING* PADA BENIH KEDELAI (*Glycine max* [L.] Merrill)
YANG DIKECAMBAHKAN PADA KONDISI
CEKAMAN ALUMINIUM**

(Skripsi)

Oleh

**NABILA LUTFIAH
NPM 1714161032**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENGARUH *PRIMING* PADA BENIH KEDELAI (*Glycine max* [L.] Merrill) YANG DIKECAMBAHKAN PADA KONDISI CEKAMAN ALUMINIUM

Oleh

NABILA LUTFIAH

Kebutuhan kedelai terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Menurut Badan Pusat Statistika (2018) produktivitas kedelai di Lampung pada tahun 2018 sebesar 13,31 ku/ha sedangkan produktivitas di Indonesia sebesar 14,44 ku/ha. Sedangkan menurut Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (2016) potensi hasil kedelai adalah $\pm 3,40$ ton/ha. Tidak mencapainya produktivitas kedelai tersebut dikarenakan kedelai ditanam pada lahan marginal, yaitu tanah ultisol. Tanah ultisol memiliki kandungan unsur hara yang rendah, bahan organik rendah, dan aluminium yang tinggi, serta pH masam $< 4,5$. Akibatnya, kedelai yang ditanam pada tanah dengan kandungan aluminium yang tinggi akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan akar dan penyerapan air serta unsur hara. Salah satu teknik yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas kedelai yaitu teknik *priming*. *Priming* adalah perendaman benih sebelum dilakukannya perkecambahan yang dapat meningkatkan perkecambahan benih pada lingkungan yang berada dalam cekaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *priming* terhadap perkecambahan benih kedelai yang dikecambahkan kondisi cekaman aluminium.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada Desember 2020 sampai Maret 2021. Penelitian ini merupakan percobaan faktorial yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang diulang sebanyak 3 kali. Faktor pertama dalam penelitian ini adalah macam *priming* yang terdiri dari kontrol/tanpa *priming*, air, KNO₃ 1%, KNO₃ 2%, GA₃ 50 ppm, GA₃ 100 ppm, dan PEG 7,5%. Faktor kedua adalah 3 varietas benih kedelai yang terdiri dari Anjasmoro, Burangrang, dan Grobogan. Dilakukan uji lanjut menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf kepercayaan 5%, selanjutnya dianalisis menggunakan program statistika Rstudio.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa *priming* menggunakan air, GA₃ 50 ppm, GA₃ 100 ppm, dan KNO₃ 1% meningkatkan vigor benih kedelai dibandingkan perlakuan kontrol pada kondisi cekaman aluminium. Berdasarkan variabel waktu munculnya kecambah, kecepatan perkecambahan, dan panjang hipokotil kecambah normal dengan selisih masing-masing 0,69 hari, 4,64 %/hari, dan 4,43 cm. Benih kedelai varietas Burangrang memiliki vigor terbaik dibandingkan Anjasmoro dan Grobogan apabila dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium. Berdasarkan variabel waktu munculnya kecambah, kecepatan perkecambahan, dan panjang hipokotil kecambah normal, dengan selisih masing-masing 0,14 hari, 2,1 %/hari, dan 1,33 cm. Interaksi *priming* dan varietas benih kedelai didapatkan bahwa *priming* menggunakan air, GA₃ 50 ppm dan GA₃ 100 ppm meningkatkan vigor benih kedelai pada variabel T-50% dan panjang radikula kecambah normal dibandingkan perlakuan kontrol, dengan selisih masing-masing 0,49 hari dan 1,25 cm apabila digunakan varietas Anjasmoro. Seluruh perlakuan *priming* meningkatkan vigor benih kedelai pada variabel T-50%, *first counting* muncul radikula, dan panjang radikula kecambah normal dibandingkan perlakuan kontrol, dengan selisih masing-masing 0,82 hari, 72,66%, dan 1,41 cm apabila digunakan varietas Burangrang. *Priming* menggunakan KNO₃ 1% dan KNO₃ 2% meningkatkan vigor benih kedelai pada variabel T-50%, berat kering kecambah normal, dan panjang radikula kecambah normal dibandingkan perlakuan kontrol, dengan selisih masing-masing 0,4 hari, 0,57 gram, dan 2,03 cm apabila digunakan varietas Grobogan pada kondisi cekaman aluminium.

Kata Kunci : Aluminium, benih, kedelai, *priming*, varietas.

**PENGARUH *PRIMING* PADA BENIH KEDELAI (*Glycine max* [L.] Merrill)
YANG DIKECAMBAHKAN PADA KONDISI
CEKAMAN ALUMINIUM**

Oleh

NABILA LUTFIAH

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

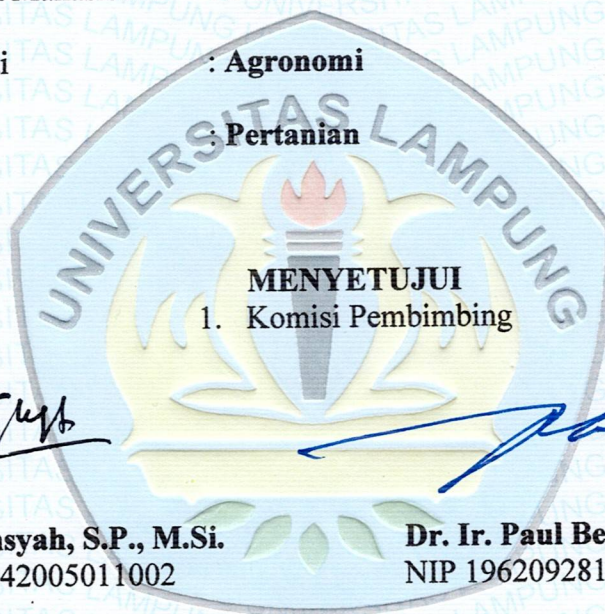
Judul Skripsi : **PENGARUH PRIMING PADA BENIH KEDELAI (*Glycine max* [L.] Merrill) YANG DIKECAMBAHKAN PADA KONDISI CEKAMAN ALUMINIUM**

Nama Mahasiswa : **Nabila Lutfiah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714161032**

Program Studi : **Agronomi**

Fakultas : **Pertanian**



MENYETUJUI
1. **Komisi Pembimbing**

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

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

2. **Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura**

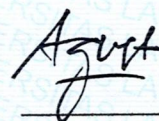
Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.
NIP 196110211985031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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



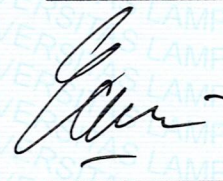
Sekretaris

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



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Ermawati, M.S.**

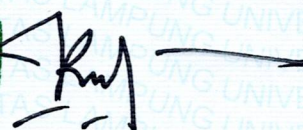


2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 September 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengaruh *Priming* pada Benih Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) yang Dikecambahkan pada Kondisi Cekaman Aluminium” merupakan hasil saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Skripsi ini bila dikemudian hari terbukti hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 17 September 2021

Penulis



Nabila Lutfiah

1714161032

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Metro pada 01 Mei 1999, sebagai anak ke-6 dari enam bersaudara, dari Bapak Nusyirwan (alm) dan Ibu Fatmawati. Kakak pertama bernama Novita Sari, Kakak kedua bernama Widya Astuti, Kakak ketiga bernama Ida Mukhtadia, Abang keempat bernama Hengki Irawan, dan Abang kelima bernama Husnul Habibi. Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak (TK) Aisyiyah Bustanul Athfal (ABA) Bandar Jaya Barat Lampung Tengah diselesaikan tahun 2005, Sekolah Dasar Negeri (SDN) 3 Bandar Jaya Barat Lampung Tengah diselesaikan tahun 2011, Madrasah Tsanawiyah (Mts) 1 Lampung Tengah diselesaikan tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) 1 Terbanggi Besar Lampung Tengah diselesaikan tahun 2017. Penulis tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Agronomi, Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur PMPAP (Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan).

Penulis selama masa perkuliahan pernah menjadi anggota bidang penelitian dan pengembangan (Litbang) Persatuan Mahasiswa Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO) pada 2018/2019. Penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Dasar-Dasar Agronomi, Fisiologi Tumbuhan, dan Kultur Jaringan pada semester Genap 2020/2021. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) pada Juli-Agustus 2020 di Unit Produksi Buah (UPB) Pekalongan, Lampung Timur, Lampung. Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada Januari-Februari 2020 di Desa Muara Tenang, Kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Mesuji.

Ucapan syukur yang tiada hentinya kepada Allah Sub'hanahu Wa Ta'ala
atas segala rahmat, nikmat dan sehat yang diberikan selama ini.
Kupersembahkan karya kecilku kepada Almamater tercinta
Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.
Dia mendapatkan (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan
dia mendapatkan (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya....”

[Q.S Al-Baqarah : 286]

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Sub'hanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan berkah, rahmat, dan cinta kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menulis skripsi ini karena bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. sebagai Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura.
3. Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Pembimbing Pertama yang selama ini telah membimbing, memberi nasehat, dan motivasi penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah membimbing dan memberikan saran kepada penulis.
5. Ir. Ermawati, M.S. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Agronomi dan Hortikultura yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu yang bermanfaat.
7. Mama, Kakak, dan Abang tercinta, terimakasih atas cinta kasih, doa, dukungan, dan kesabaran yang diberikan kepada penulis.
8. Maetek dan Ante terima kasih atas segala bantuan dana kuliah dari awal perkuliahan hingga berakhirnya masa kuliah ini.

9. Teman penelitian benih, Meta Maryeta, Alfiana Revo Sakti, Monik Nurhidayati, Fakhira Hamidah Khairunnisa, Bella Merlita, Erlinda Citra Dewi, Dian Pertiwi, Dini Muslimah dan semua yang tidak bisa dituliskan satu persatu terimakasih atas waktu dan masukaannya sampai skripsi ini selesai.
10. Sahabat-sahabatku, Alfiana Revo Sakti, Monik Nurhidayati, Dwi Setiani, dan Aulia Shaffna Ramadhani terima kasih atas segala waktu, cinta, dan kasih selama masa perkuliahan hingga akhir cerita ini.
11. Teman-teman Jurusan Agronomi dan Hortikultura angkatan 2017 terimakasih atas segala waktu dan perjalanan hingga akhir semester ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat

Bandar Lampung

Nabila Lutfiah

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|------------|
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| | |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang dan Masalah | 1 |
| 1.2 Tujuan | 4 |
| 1.3 Kerangka Pemikiran | 4 |
| 1.4 Hipotesis | 8 |
| | |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 9 |
| 2.1 Klasifikasi Kedelai (<i>Glycine max</i> [L.] Merrill) | 9 |
| 2.2 Morfologi Kedelai (<i>Glycine max</i> [L.] Merrill) | 9 |
| 2.3 Perkecambahan Benih | 11 |
| 2.4 Mutu Benih | 12 |
| 2.5 Teknik <i>Priming</i> Pada Tanaman | 13 |
| 2.6 Aluminium Pada Tanaman | 15 |
| | |
| III. METODE PENELITIAN | 16 |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 16 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 16 |
| 3.3 Metode | 16 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | 17 |
| 3.4.1 Pembuatan Larutan <i>Priming</i> | 17 |
| 3.4.2 Aplikasi <i>Priming</i> | 18 |
| 3.4.3 Pengecambahan Benih Kedelai di Germinator | 19 |
| 3.5 Variabel Pengamatan | 19 |
| 3.3.1 Kecepatan Perkecambahan | 19 |
| 3.3.2 Daya Berkecambah | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.3 Waktu Munculnya Kecambah | 20 |
| 3.3.4 Jumlah Radikula Yang Muncul Pada Hari Pertama | 20 |
| 3.3.5 T-50% | 20 |
| 3.3.6 Indeks Vigor | 20 |
| 3.3.7 Berat Kering Kecambah Normal | 20 |
| 3.3.8 Panjang Hipokotil Kecambah Normal | 21 |
| 3.3.9 Panjang Radikula Kecambah | 21 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| 3.4 Hasil | 22 |
| 3.4.1 Waktu Munculnya Kecambah (hari), Kecepatan Perkecambahan (%/hari), Panjang Hipokotil Kecambah Normal (cm) | 23 |
| 3.4.2 Daya Kecambah (%) dan Indeks Vigor (%) | 25 |
| 3.4.3 <i>First Counting</i> Muncul Radikula (%) | 26 |
| 3.4.4 T-50% (hari) | 27 |
| 3.4.5 Berat Kering Kecambah Normal (g) | 28 |
| 3.4.6 Panjang Radikula Kecambah Normal (%) | 29 |
| 4.2 Pembahasan | 31 |
| V. SIMPULAN | 36 |
| DAFTAR PUSTAKA | 37 |
| LAMPIRAN | 43 |
| Tabel 8-28 | 44-51 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh varietas dan <i>priming</i> pada variabel perkecambahan yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 22 |
| 2. Pengaruh <i>priming</i> terhadap WMK (hari), Kct (%/hari), dan PHKN (cm) dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 23 |
| 3. Pengaruh varietas terhadap WMK (hari), Kct (%/hari), dan PHKN (cm) yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 24 |
| 4. Interaksi <i>priming</i> x varietas pada <i>first counting</i> muncul radikula yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 27 |
| 5. Interaksi <i>priming</i> x varietas pada T-50% yang dikecambahkan pada pada kondisi cekaman aluminium | 28 |
| 6. Interaksi <i>priming</i> x varietas pada bobot kering kecambah normal yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 29 |
| 7. Interaksi <i>priming</i> x varietas pada panjang radikula kecambah normal dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 30 |
| 8. Hasil uji bartlett data waktu munculnya kecambah yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 44 |
| 9. Hasil analisis ragam data waktu munculnya kecambah yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 44 |
| 10. Hasil uji bartlett data kecepatan perkecambahan yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 44 |

| | |
|---|----|
| 11. Hasil analisis ragam data kecepatan perkecambahan yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 44 |
| 12. Hasil uji bartlett data daya berkecambah yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium..... | 45 |
| 13. Hasil analisis ragam data daya berkecambah yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium..... | 45 |
| 14. Hasil uji bartlett data indeks vigor yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 45 |
| 15. Hasil analisis ragam data indeks vigor yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 45 |
| 16. Hasil uji bartlett data panjang hipokotil kecambah normal yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 46 |
| 17. Hasil analisis ragam data panjang hipokotil kecambah normal yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 46 |
| 18. Hasil uji bartlett data <i>first counting</i> muncul radikula yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 46 |
| 19. Hasil analisis ragam data <i>first counting</i> muncul radikula yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 46 |
| 20. Hasil uji bartlett data T-50% yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 47 |
| 21. Hasil analisis ragam data T-50% yang dikecamabahkan pada kondisi cekaman aluminium | 47 |
| 22. Hasil uji bartlett data bobot kering kecambah normal yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 47 |
| 23. Hasil analisis ragam data bobot kering kecambah normal yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 47 |

| | |
|--|----|
| 24. Hasil uji bartlett data panjang radikula kecambah normal yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 48 |
| 25. Hasil analisis ragam data panjang radikula kecambah normal yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 48 |
| 26. Hasil pengamatan waktu munculnya kecambah (hari), kecepatan perkecambahan (%/hari), dan daya berkecambah (%) yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 49 |
| 27. Hasil pengamatan indeks vigor (%), panjang hipokotil kecambah normal (cm), dan <i>first counting</i> muncul radikula (%) yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 50 |
| 28. Hasil pengamatan T-50% (hari), bobot kering kecambah normal (g), dan panjang radikula kecambah normal (cm) yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium | 51 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Kurva hidrasi benih dan fase perkecambahan pada benih yang belum <i>dipriming</i> dan sudah <i>dipriming</i> | 11 |
| 2. Grafik perlakuan <i>priming</i> pada perkecambahan benih kedelai setiap harinya | 25 |
| 3. Grafik pengaruh varietas pada perkecambahan benih kedelai setiap harinya | 26 |
| 4. Kecambah benih kedelai pada hari pertama perlakuan kontrol (tanpa <i>priming</i>) | 33 |
| 5. Kecambah benih kedelai pada hari pertama perlakuan <i>priming</i> | 33 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kedelai (*Glycine max* [L]. Merrill) merupakan salah satu sumber protein nabati yang tinggi bagi tubuh. Kebutuhan kedelai terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan berkembangnya industri pakan ternak yang menggunakan kedelai sebagai bahan baku. Kedelai juga merupakan bahan pokok yang digunakan sebagai bahan olahan pembuatan tempe, tahu, susu, dan kecap. Menurut Badan Pusat Statistika (2018) produktivitas kedelai di Lampung pada tahun 2018 sebesar 13,31 ku/ha sedangkan produktivitas di Indonesia sebesar 14,44 ku/ha. Menurut Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (2016) potensi hasil kedelai adalah $\pm 3,40$ ton/ha.

Kedelai banyak dibudidayakan di Indonesia, khususnya Provinsi Lampung tetapi produktivitasnya belum maksimum, dikarenakan ditanam pada tanah ultisol. Ultisol merupakan tanah yang memiliki masalah keasaman tanah, bahan organik rendah, aluminium tinggi dan nutrisi makro rendah (Fitriatin *et al.*, 2014). Sebagian besar lahan kering Indonesia tertutup oleh tanah masam yang menyebabkan penurunan potensial hasil panen (Kuswantoro, 2014). Reaksi tanah ultisol pada umumnya masam hingga sangat masam (pH 5-3,10). Beberapa kendala yang umum pada tanah ultisol adalah kemasaman tanah tinggi, pH rata-rata $< 4,50$, kejenuhan Al tinggi, miskin kandungan hara makro terutama P, K, Ca, dan Mg, dan kandungan bahan organik rendah (Prasetyo & Suriadikarta, 2006).

Keracunan aluminium merupakan salah satu faktor terbesar yang menghambat fase perkecambahan benih kedelai hingga fase pertumbuhan tanaman pada tanah masam. Kandungan aluminium yang cukup tinggi pada tanah masam (pH $< 4,7$) dapat menghambat pertumbuhan pada fase perkecambahan benih kedelai

(Sudrajat, 2010). Tingginya kandungan aluminium dapat mengurangi pertumbuhan akar dan ketersediaan nutrisi sehingga akan menghasilkan tanaman yang buruk kinerjanya (Adie & Krisnawati, 2016). Beberapa hasil penelitian menunjukkan target utama keracunan aluminium adalah jaringan akar tanaman, terutama ujung akar. Perlakuan *priming* memberikan respons yang baik terhadap benih baru dan lama. Pada benih baru, *priming* dapat mempercepat waktu munculnya kecambah, sedangkan pada benih lama akan meningkatkan daya berkecambahnya. Dikarenakan benih yang diberi perlakuan *priming* akan mempersiapkan proses metabolisme selanjutnya, hal ini sangat diperlukan untuk benih lama, yang mana cadangan makanan sudah digunakan untuk proses metabolisme. Sedangkan untuk benih baru tidak diperlukan untuk mempersiapkan metabolismenya, karena cadangan makanan masih terdapat didalam benih (Nawaz *et al.*, 2013).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan mutu benih kedelai khususnya di Provinsi Lampung adalah dengan melakukan *priming*. Menurut Subedi and Ma (2005) teknik *priming* adalah teknik perendaman benih untuk mendapatkan perkecambahan dan pertumbuhan yang lebih baik sehingga meningkatkan daya saing melawan gulma, meningkatkan toleransi terhadap musim kemarau, dan meningkatkan hasil tanaman. Selain itu menurut Miladinov *et al.* (2014) *priming* benih akan mengoptimalkan penggunaan air karena sistem perakaran yang lebih berkembang, pembungaan dan pematangan lebih awal, daya saing gulma yang tinggi, dan ketahanan akan hama dan penyakit. Dengan adanya *priming* maka benih yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium akan melakukan proses imbibisi terlebih dahulu. Sehingga proses-proses selanjutnya seperti perombakan cadangan makanan berjalan dengan lancar dan akan mempersiapkan benih berkecambah dan tumbuh menjadi kecambah normal.

Terdapat beberapa macam *priming* yaitu *hydro priming*, *halo priming*, *osmo priming*, dan hormonal *priming*. *Hydro priming* adalah perendaman benih pada air sebelum dikecambahkan. Hormonal *priming* adalah perawatan pra benih dengan hormon yang berbeda yaitu asam salisilat, askorbat, asam giberelin, kinetin, dll yang mendorong pertumbuhan dan perkembangan bibit. *Osmo priming* adalah perlakuan benih yang direndam dalam larutan yang memiliki tekanan osmotik, seperti KNO_3 , *Polyethylene Glycol* (PEG), NaCl, CaCl_2 , CaSO_4 , gliserol, sorbitol,

atau manitol diikuti dengan pengeringan udara sebelum disemai (Nawaz *et al.*, 2013).

Priming dapat meningkatkan perkecambahan, mempercepat waktu berkecambah dan memperbaiki pertumbuhan tanaman. Perendaman benih dengan air (H₂O) sebelum ditanam (*hydro priming*) dapat sangat membantu untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman yang baik apabila ditanam pada daerah tropis seperti Indonesia (Nawaz *et al.*, 2013). Air sangat berperan penting dalam proses imbibisi benih, sehingga perkecambahan benih dapat berjalan dengan baik (Nio Song Ail, 2010). Menurut Karimi and Varyani (2016) perlakuan hormonal *priming* yaitu menggunakan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Giberelin (GA₃) sebelum tanam juga menghasilkan persentase perkecambahan tertinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Giberelin sangat berperan penting dalam mengaktifkan α -amilase dalam perombakan cadangan makanan, sehingga dengan penambahan giberelin dari luar akan memaksimalkan perombakan cadangan makanan di dalam benih.

Perlakuan *priming* menggunakan KNO₃ menunjukkan hasil yang baik yaitu meningkatkan daya berkecambah, waktu munculnya kecambah, waktu kecepatan tumbuh 50% (T50), dan juga munculnya radikula yang lebih cepat daripada perlakuan kontrol (Miladinov *et al.*, 2018). Perendaman benih ke dalam zat kimia (KNO₃) dapat memacu aktivitas enzim untuk melakukan perombakan cadangan makanan pada benih, sehingga mempercepat dalam pemunculan radikula (Halimursyadah *et al.*, 2020). Sedangkan menurut Girolamo & Barbanti (2012) PEG 6000 memiliki prinsip dapat mengikat air, sehingga air yang tersedia akan masuk ke dalam benih secara perlahan, dan sangat berguna apabila kondisi dalam keadaan cekaman.

Selain perlakuan *priming*, faktor genetik juga dapat mempengaruhi respons varietas kedelai apabila ditanam pada lahan marginal atau kondisi tercekam (sub optimum). Menurut Sitepu *et al.*, (2015) benih kedelai varietas Anjasmoro memiliki sifat toleran terhadap lahan salin yang memiliki kandungan garam yang tinggi. Persilangan antara varietas Tanggamus dan Anjasmoro memiliki adaptasi terhadap kondisi tanah masam (kandungan aluminium tinggi), artinya faktor genetik lebih penting daripada lingkungan (Kuswanto *et al.*, 2014). Benih kedelai varietas Grobogan juga memiliki sifat yang tahan terhadap tanah salin (Ardiansyah *et al.*,

2014). Benih kedelai varietas Anjasmoro dan Burangrang termasuk varietas yang agak toleran kekeringan, sedangkan Grobogan merupakan varietas kedelai yang peka kekeringan, seperti tanah ultisol yang mempunyai kandungan aluminium yang tinggi (Warid *et al.*, 2016). Oleh karena itu respons yang berbeda disebabkan oleh perbedaan genetik.

1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh *priming* pada vigor benih kedelai yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium.
2. Mengetahui perbedaan varietas terhadap perlakuan *priming* yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium.
3. Mengetahui apakah terdapat interaksi antara perlakuan *priming* dan varietas benih kedelai yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium.

1.3 Kerangka Pemikiran

Tanah di Indonesia sebagian adalah tanah ultisol khususnya tanah di Provinsi Lampung. Menurut Kuswanto *et al.* (2014) masalah pada tanah ultisol yaitu toksisitas hara mikro (Al dan Mn) dan defisiensi hara makro (N, P, K, Ca, dan Mg). Kondisi tanah di Lampung tergolong tanah yang masam yang memiliki pH berkisar 4,6 - 6,0 (Supriatin *et al.*, 2017). Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Kondisi tanah yang sama dengan curah hujan yang berbeda juga akan menyebabkan perbedaan keragaman tanaman (Kuswanto *et al.*, 2017). Permasalahan pada tanah masam adalah rendahnya ketersediaan hara P sehingga kemampuan menyerap hara P akan menentukan tingkat toleransinya terhadap cekaman Al (Lestari *et al.*, 2017).

Kandungan aluminium yang tinggi akan menghambat perkecambahan benih kedelai (Kochian *et al.*, 2004) dan tidak efisiennya akar dalam menyerap unsur hara dan air (Milatuzzahroh *et al.*, 2019). Gejala tanaman kedelai yang tampak dari

keracunan Aluminium adalah sistem perakaran yang tidak berkembang (pendek dan tebal) sebagai akibat penghambatan perpanjangan sel (Prasetyono dan Tasliah, 2003). Menurut Firmansyah (2010) ciri utama keracunan aluminium adalah terjadi penghambatan pertumbuhan akar, yang pada akhirnya akan menurunkan produktivitas tanaman. Aluminium akan merusak pada pertumbuhan akar dan pertumbuhan keseluruhan dan pengembangan genotipe kedelai (Uguru *et al.*, 2012). Sehingga respons tanaman kedelai yang ditanam pada kondisi cekaman aluminium akan berbeda karena disebabkan oleh perbedaan genetik benih kedelai itu sendiri.

Pada umumnya benih yang disemai pada tanah marjinal seperti tanah ultisol yang memiliki kandungan aluminium tinggi, menghadapi masalah dalam perkecambahan. Benih kedelai yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium akan menghambat jaringan meristem pada benih (pembelahan sel) sehingga perkecambahan akan terhambat (Adie & Krisnawati, 2016). Solusi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai khususnya yang ditanam pada tanah ultisol di Lampung adalah dengan melakukan *priming*. Menurut Nawaz *et al.* (2013) *priming* adalah perlakuan pada benih yang akan mempersiapkan proses metabolisme benih tanpa terjadinya perkecambahan. Benih akan menyerap air yang cukup untuk mempercepat proses perkecambahan pada tanaman. Meningkatkan ketahanan terhadap tekanan cekaman kekeringan, dan cekaman panas. Jocković *et al.* (2018) menyatakan bahwa efek stimulasi dari *priming* benih adalah hasil dari selesainya aktivitas metabolisme dalam stadium pra perkecambahan, yang membuat benih siap untuk pemunculan radikula.

Menurut Nawaz *et al.* (2013) terdapat beberapa macam *priming* yaitu *hydro priming*, hormonal *priming*, dan osmo *priming*. *Hydro priming* adalah perendaman benih menggunakan air (H₂O) sebelum dikecambahkan. Hormonal *priming* adalah perendaman benih dengan hormon tanaman, seperti asam giberelin (GA₃). *Osmo priming* adalah perendaman benih dalam larutan yang memiliki tekanan osmotik, seperti KNO₃ dan *Polyethylene Glycol* (PEG).

Air merupakan salah satu faktor luar yang sangat penting dalam perkecambahan, karena penyerapan air merupakan tahap awal perkecambahan benih. Air berperan penting untuk mengaktifkan sel-sel yang bersifat embrionik di dalam benih, melunakkan kulit benih dan menyebabkan mengembangnya embrio dan endosperm, fasilitas untuk masuknya oksigen ke dalam benih, mengencerkan protoplasma dan media angkutan makanan dari endosperm atau kotiledon ke daerah titik-titik tumbuh (Nio Song Ail, 2010). Pada penelitian Langeroodi and Noora (2017) perlakuan *hydro priming* pada benih kedelai menggunakan air yang direndam selama 12 jam lebih baik terhadap perkecambahan benih dibandingkan perendaman selama 18 jam. Indeks vigor tertinggi juga dihasilkan pada perlakuan *hydro priming* benih kedelai (Karimi and Varyani, 2016).

Pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman, mengendalikan pematangan polong, meningkatkan laju pertumbuhan tanaman, tinggi tanaman, panjang ruas batang, dan berat biji pertanaman kedelai (Sudirman *et al.*, 2015). Giberelin merupakan hormon tumbuh yang berperan penting dalam proses perkecambahan, karena dapat mengaktifkan reaksi enzimatik di dalam benih (Bey *et al.*, 2005). Giberelin mengaktifkan pembentukan α -amilase yang akan merombak amilosa dan amilopektin menjadi maltosa dan glukosa juga merombak dextrin menjadi maltosa dan glukosa. Hanya enzim α -amilase yang bisa ditingkatkan oleh hormon giberelin, tapi enzim β -amilase dan protease juga meningkat pesat dengan penambahan giberelin. Giberelin mempengaruhi pemanjangan dan pembelahan sel, hal ini dibuktikan pada tumbuhan kerdil, jika diberi giberelin akan tumbuh normal. Jika pada tumbuhan normal diberi giberelin akan tumbuh lebih cepat (Dewi & Sutrisno, 2013).

Perlakuan hormonal *priming* menggunakan asam giberelin meningkatkan daya kecambah, kekuatan bibit dan indeks vigor pada konsentrasi GA₃ 50 ppm yang direndam selama 14 jam dan perlakuan GA₃ 100 ppm dengan lama perendaman 14 jam juga menunjukkan daya kecambah yang tinggi dibandingkan dengan menggunakan konsentrasi yang sama tetapi lama perendaman 21 jam pada benih kedelai (Langeroodi & Noora, 2017). Interaksi antara lama perendaman 2 jam dan konsentrasi giberelin 5 ppm menghasilkan persentase benih berkecambah benih kakao yang lebih tinggi dibandingkan interaksi perlakuan lainnya (Supardy *et al.*,

2016). Tidak ada pengaruh giberelin eksogen terhadap jumlah daun, jumlah cabang batang dan bahan kering akar (Leite *et al.*, 2003).

Perendaman benih pada larutan KNO_3 diketahui memiliki *stimulator effect* terhadap perkecambahan benih, berfungsi menstimulir perkecambahan khususnya pada benih-benih yang peka terhadap cahaya dan dapat meningkatkan peran giberelin dalam perkecambahan benih menurut (Halimursyadah *et al.*, 2020). Menurut Karimi and Varyani (2016) perlakuan KNO_3 pada benih kedelai menghasilkan panjang akar maksimum dan aktivitas enzim yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Menurut Miladinov *et al.* (2014) penggunaan KNO_3 memiliki pengaruh positif terhadap perkecambahan biji kedelai. Sejumlah penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam perkecambahan benih, kemunculan dan pembentukan bibit, dan hasil panen akhir di tanah yang terkena garam. *Priming* menggunakan KNO_3 1% perendaman selama 6 jam meningkatkan waktu munculnya kecambah dan T50 (Miladinov *et al.*, 2018).

Girolamo & Barbanti (2012) melaporkan bahwa *osmo priming* dengan besar molekul 6000 atau 8000 dapat digunakan karena tidak menembus jaringan yang ada di dalam benih contohnya seperti larutan *Polyethylene Glycol* (PEG). PEG yang digunakan diberbagai penelitian benih sangat berperan dalam meningkatkan viabilitas dan waktu yang digunakan untuk proses perkecambahan menjadi lebih cepat. Menurut Ernita dan F. Mairizki (2019) konsentrasi PEG-6000 7,5% pada benih kedelai dengan lama perendaman 6 jam berpengaruh nyata terhadap daya kecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, panjang plumula, panjang akar, jumlah polong berisi penuh dan bobot biji kering pertanaman. Sedangkan menurut Langeroodi & Noora (2017) PEG 6000 digunakan untuk menginduksi cekaman kekeringan. Konsentrasi PEG 13,5% yang direndam selama 24 jam menunjukkan hasil perkecambahan dan indeks vigor tertinggi dibandingkan perendaman selama 48 jam pada benih kedelai.

Selain *priming*, faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan respons pertumbuhan kedelai apabila ditanam pada kondisi cekaman (sub optimum) yaitu perbedaan genetik varietas kedelai tersebut. Menurut Lewandowska *et al.* (2020) benih kedelai yang diberi perlakuan *priming* memberikan respons yang berbeda-beda tergantung perbedaan genetiknya. Menurut Mehran et al (2016) benih kedelai

pada lahan kering varietas Anjasmoro diikuti Burangrang dan Grobogan mempunyai kemampuan produksi yang berbeda, artinya bahwa semua varietas dapat beradaptasi secara baik pada musim kekeringan, contohnya tanah ultisol yang memiliki kandungan aluminium yang tinggi. Benih kedelai varietas Anjasmoro dan Burangrang pertumbuhannya cukup baik, sedangkan varietas Grobogan pertumbuhannya tidak baik. Benih kedelai varietas Grobogan lebih mampu mentoleransi kondisi cekaman kekeringan daripada varietas Burangrang (Saputra *et al.*, 2015). Benih kedelai varietas Anjasmoro untuk peubah tinggi tanaman menunjukkan respon yang toleran terhadap cekaman aluminium (Yusuf, 2019). Jadi, perbedaan respons masing-masing varietas kedelai disebabkan oleh perbedaan genetik.

1.4 Hipotesis

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

1. Terdapat perlakuan *priming* yang dapat meningkatkan vigor benih kedelai yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium.
2. Terdapat varietas benih kedelai yang dapat meningkatkan vigor benih kedelai yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium.
3. Varietas yang berbeda akan memberikan respons yang berbeda terhadap perbedaan *priming* dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill)

Menurut Adisarwanto (2013) berdasarkan taksonomi tanaman kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

| | |
|-----------|-----------------------------------|
| Divisi | : Spermatophyta |
| Subdivisi | : Angiospermae |
| Kelas | : Dikotyledonae |
| Sub Kelas | : Archihlamydae |
| Ordo | : Rosales |
| Subordo | : Leguminosinae |
| Famili | : Leguminosae |
| Genus | : <i>Glycine</i> |
| Spesies | : <i>Glycine max</i> (L.) Merrill |

2.2 Morfologi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill)

A. Polong dan Biji Kedelai

Bentuk biji kedelai tidak sama tergantung varietasnya, ada yang berbentuk bulat, agak gepeng, dan bulat telur. Menurut Leite *et al.* (2012) perbedaan warna pada biji kedelai dapat dilihat pada belahan ataupun selaput biji, biasanya kuning atau hijau transparan (tembus cahaya) dan ada juga yang berwarna gelap kecoklatan sampai hitam atau berbintik-bintik. Menurut Adisarwanto (2013) Ukuran biji kedelai digolongkan menjadi tiga kelompok, yaitu berbiji kecil (10 g/100 biji), berbiji sedang (10-12 g/100 biji), dan berbiji besar (13-18 g/100 biji).

B. Akar dan Bintil Akar

Sistem perakaran tanaman kedelai terdiri atas akar tunggang. Ciri khas dari perakaran kedelai adalah adanya interaksi simbiosis antara nodul akar (*Rhizobium japonicum*) dengan akar tanaman yang menyebabkan terbentuknya bintil akar. Bintil akar sangat berperan dalam proses fiksasi N₂ yang digunakan untuk menyuburkan tanah khususnya penyediaan unsur hara nitrogen (Adisarwanto, 2013).

C. Batang

Terdapat dua tipe pertumbuhan batang kedelai, yaitu determinit (apabila pada akhir fase generatif pada pucuk batang ditumbuhi polong) dan indeterminit (pada pucuk batang masih terdapat daun yang tumbuh). Jumlah buku pada batang kedelai berkisar 15-20 buku dengan jarak antar buku berkisar 2-9 cm dan jumlah cabang berkisar 1-5 cabang (Adisarwanto, 2013).

D. Daun

Daun kedelai berupa daun majemuk yang terdiri dari tiga helai anak daun dan berwarna hijau atau hijau kekuningan. Bentuk daun ada yang oval dan segitiga. Warna dan bentuk daun tergantung varietas masing-masing kedelai. Pada tanaman kedelai sudah tua, maka daun-daun tanaman akan rontok (Chailani dan Djauhari, 2012).

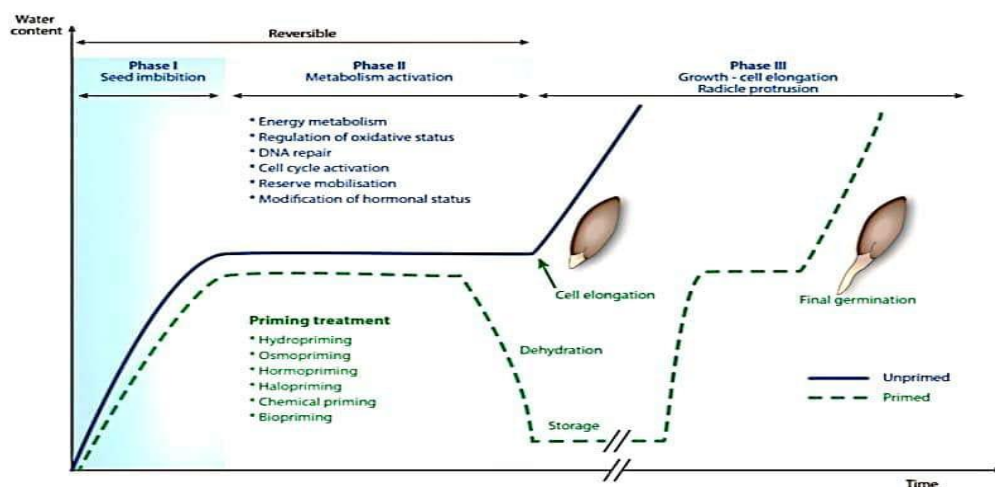
E. Bunga

Bunga kedelai disebut bunga kupu-kupu mempunyai dua mahkota, dua kelopak bunga, dan 10 benang sari (Chailani dan Djauhari, 2012). Bunga kedelai muncul pada ketiak daun dan berisi 1-7 bunga, ada yang berwarna ungu dan putih tergantung varietasnya. Bunganya termasuk bunga sempurna karena dalam satu bunga terdapat alat reproduksi jantan dan betina. Penyerbukan bunga terjadi pada saat bunga masih tertutup sehingga kemungkinan terjadinya penyerbukan silang sangat kecil, yakni 0,1% (Adisarwanto, 2013). Beberapa varietas unggul berdasarkan Balitkabi (2016) antara lain; varietas Anjasmoro, Burangrang, dan Grobogan.

2.3 Perkecambahan Benih

Viabilitas benih menunjukkan daya hidup benih, aktif secara metabolisme, dan memiliki enzim yang dapat mengatalisis reaksi metabolisme yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Viabilitas benih dapat diukur dengan tolak ukur daya berkecambah (*germination capacity*). Sedangkan vigor benih adalah sifat-sifat benih yang menentukan potensi pemunculan kecambah cepat, seragam, dan perkembangan kecambah normal pada kondisi lapang yang bervariasi. Vigor benih dipengaruhi oleh berbagai faktor mulai dari ketika benih masih berada ditanaman induk sampai pemanenan, pengolahan, ketika dalam transportasi sampai sebelum tanam (Ilyas, 2018).

Perkecambahan benih terdiri dari tiga fase perkecambahan, yaitu fase I adalah proses hidrasi benih (imbibisi), terkait dengan pergerakan air yang pertama kali terjadi di ruang apoplastik. Fase II adalah fase aktivasi yang terkait dengan pembentukan kembali aktivitas metabolisme dan proses perbaikan ditingkat sel. Fase III adalah inisiasi proses pertumbuhan yang terkait dengan pemanjangan sel dan mengarah pada penonjolan radikula. Fase I dan III melibatkan peningkatan kadar air sementara hidrasi tetap stabil selama fase II. Sebelum akhir fase II, perkecambahan merupakan proses yang dapat dibalik, yaitu benih dapat dikeringkan kembali dan dapat disimpan, untuk dapat memulai kembali perkecambahan pada kondisi menguntungkan (Gambar 1) (Lutts *et.al.*, 2016).



Gambar 1. Kurva hidrasi benih dan fase perkecambahan pada benih yang belum *dipriming* dan sudah *dipriming* (Lutts *et.al.*, 2016).

Priming benih berbasis air didefinisikan sebagai perlakuan pra perkecambahan yang menghidrasi sebagian benih tanpa memungkinkan munculnya radikula. Berbagai perlakuan memang dapat diterapkan selama fase perkecambahan reversibel. Perlakuan *priming* sangat berbeda sesuai dengan potensi osmotik larutan *priming*, durasi, suhu eksternal, dan keberadaan senyawa kimia tertentu. Perlakuan yang efisien memicu proses metabolisme yang diaktifkan selama fase II perkecambahan, yang kemudian dihentikan sementara sebelum terjadi kehilangan pengeringan (Gambar 1) (Lutts *et.al.*, 2016).

2.4 Mutu Benih

Menurut Ilyas (2018) karakteristik mutu benih dibagi menjadi empat grup utama, yaitu mutu genetik, mutu analitik atau fisik, mutu fisiologis, dan mutu saniter (*sanitary seed quality*) atau mutu patologis.

- a. Mutu genetik ditentukan oleh karakteristik tanaman, hasil dari potensi genetik embrio, termasuk variasi genetik dalam satu lot benih. Potensi genetik dipengaruhi oleh praktik agronomi dan karakteristik ekologi di daerah produksi benih.
- b. Mutu fisik merujuk pada persentase benih utuh (tidak rusak) dari varietas tanaman yang diinginkan dalam satu lot benih. Lot benih terdiri atas benih murni, bahan *inert* (batu, sekam, benih patah), dan benih tanaman/varietas lain atau biji gulma.
- c. Mutu fisiologis merujuk pada kemampuan benih berkecambah (tumbuhnya bagian-bagian penting kecambah) pada periode tertentu. Mutu fisiologis benih mencakup viabilitas, karakteristik yang berhubungan dengan dormansi, dan vigor. Mutu fisiologis dipengaruhi oleh kondisi tumbuh (tersedianya air, hara, dan tidak adanya penyakit selama stadia pengisian biji, tidak ada hujan yang berlebihan selama pemasakan biji sampai saat panen).
- d. Mutu patologi benih merujuk kepada ada/tidaknya penyakit tanaman di dalam atau diperluakan benih. Beberapa penyakit dapat dipindahkan (*transmitted*) melalui benih tanpa mempengaruhi viabilitas benih atau vigor kecambah, tetapi dapat merusak tanaman pada stadia lanjut.

2.5 Teknik *Priming* Pada Tanaman

Priming benih merupakan perlakuan perendaman benih sebelum dilakukannya perkecambahan yang dapat meningkatkan kinerja perkecambahan benih pada lingkungan yang tidak mendukung atau berada dalam cekaman (Anwar *et al.*, 2020). Ada beberapa teknik yang digunakan dalam perlakuan *priming*, yaitu *hydro priming*, *halo priming*, *osmo priming* dan *hormonal priming*. *Hydro priming* adalah perendaman benih dalam air sebelum disemai, sehingga memungkinkan benih menyerap air dan melewati fase pertama perkecambahan dimana aktivitas metabolisme pra perkecambahan dimulai sementara dua fase perkecambahan terakhir dihambat (Pill & Necker, 2001). Penelitian *priming* telah membuktikan bahwa benih tanaman yang direndam dengan air akan berkecambah lebih awal, perkembangan akar dan tunas tumbuh lebih cepat, lebih kuat dan panjang. Merendam benih dalam air semalaman sebelum disemai dapat meningkatkan kecepatan perkecambahan dan kemunculan radikula bahkan dalam kondisi tanah dimana kadar air sangat rendah (Nawaz *et al.*, 2013). Perkecambahan jagung meningkat secara signifikan dengan *priming* air dibandingkan dengan perlakuan tanpa *priming* (Harris *et al.*, 2007), *priming* juga toleransi terhadap daerah yang kering (Harris *et al.*, 2005).

Hormonal *priming* adalah perendaman benih menggunakan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) seperti asam gibberelin (GA_3) (Nawaz *et al.*, 2013). Gibberelin memainkan peran penting dalam banyak aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman, seperti perkecambahan biji, perpanjangan batang dan perkembangan bunga (Leite *et al.*, 2003). *Hormonal priming* GA_3 100 mg/L dan *hydro priming* direndam air selama 72 jam menunjukkan efek peningkatan tertinggi pada persentase perkecambahan. Aktivitas enzim secara signifikan lebih tinggi pada air dan perlakuan KNO_3 (Karimi & Varyani, 2016). *Priming* GA_3 dan KNO_3 dapat meningkatkan tinggi tanaman, bobot segar dan bobot kering, serta indeks kecambah yang kuat, kandungan klorofil, fotosintesis dan serapan hara pada bibit mentimun, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Selain itu, *priming* benih secara signifikan meningkatkan kandungan hara makro dan mikro daun. Perlakuan

GA₃ 200 ppm dan KNO₃ 5% ditemukan yang terbaik pada benih mentimun (Anwar *et al.*, 2020).

Osmo priming melibatkan perendaman benih dalam larutan osmotik, seperti KNO₃ dan *Polyethylene Glycol* (PEG). Perendaman benih menggunakan larutan garam (KNO₃) memiliki peran yang sangat penting dalam perkecambahan, kemunculan bibit, dan pertumbuhan tanaman pada semua tahap perkembangan tanaman. *Priming* juga dapat meningkatkan kinerja tanaman dengan mengurangi efek garam di bawah kondisi tanah salin (Janmohammadi *et al.*, 2008). Benih kedelai yang diberi larutan garam campuran berkecambah lebih cepat dibandingkan benih yang tidak diberi perlakuan *halo priming*. Meskipun dalam larutan garam serapan air berkurang oleh potensi osmotik eksternal yang dihasilkan, tetapi larutan KNO₃ memiliki pengaruh stimulatif pada perkecambahan (Miladinov *et al.*, 2018). *Priming* berguna untuk meningkatkan kecepatan dan keseragaman perkecambahan biji dan pertumbuhan bibit. *Priming* benih dikenal karena efeknya yang mendorong benih dan sifat semai di bawah kondisi stres seperti salinitas, suhu, dan tekanan kekeringan (Nawaz *et al.*, 2013).

Dasar *osmo priming Polyethylene Glycol* (PEG) tercermin pada kenyataan bahwa hidrasi benih yang terkendali, dengan mengurangi serapan air, akan mencegah penyelesaian perkecambahan (kemunculan radikula), yang nantinya akan menghasilkan perkecambahan benih yang meningkat di bawah ketersediaan air yang rendah. *Osmo priming* dianggap sebagai teknik yang ekonomis dan aman dan secara signifikan dapat meningkatkan kinerja benih dan tanaman terutama dalam kondisi sub optimum (Nawaz *et al.*, 2013). Perlakuan *osmo priming* menunjukkan bahwa interaksi antara varietas kedelai dengan konsentrasi PEG-6000 berpengaruh sangat nyata pada indeks vigor, bobot kering kecambah normal, dan panjang hipokotil serta berpengaruh nyata pada panjang akar dan daya hantar listrik (Aisyah *et al.*, 2018).

2.6 Aluminium Pada Tanaman

Sebagian besar lahan kering Indonesia (ultisol) tertutup oleh tanah masam yang menyebabkan penurunan potensial hasil panen. Tanah masam dapat menyebabkan produktifitas kedelai menjadi rendah. Oleh karena itu, varietas kedelai yang adaptif terhadap tanah masam sangat diperlukan. Menurut Pasang *et al.* (2019) tanah ultisol memiliki unsur hara yang rendah, pH rendah, dan kandungan bahan organik yang rendah. Hal ini disebabkan karena kandungan unsur hara pada tanah ultisol rendah sehingga kejenuhan basa rendah pula. P-tersedia dianalisis dengan metode *bray*, kandungan P tersedia pada tanah tergolong rendah sedangkan Al-dd (Aluminium yang dapat ditukar) tanah tergolong tinggi.

Masalah di tanah masam dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu toksisitas hara mikro (Al dan Mn) dan defisiensi hara makro (N, P, K, Ca, dan Mg) serta merugikan pengaruh ion H^+ (Kuswantoro *et al.*, 2014). Semakin menurunnya pH tanah maka nilai Al-dd di dalam tanah akan semakin meningkat (Ewin Syahputra, Fauzi*, 2015). Faktor mendasar yang secara langsung menyebabkan pertumbuhan yang kerdil adalah keracunan aluminium, dimana keracunan Al merupakan salah satu faktor terbesar yang menghambat pertumbuhan tanaman pada tanah masam. Konsentrasi aluminium yang cukup tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman, tidak hanya merusak ketersediaan fosfat juga penghambatan besi dan memiliki efek beracun secara langsung terhadap metabolisme tumbuhan (Sudrajat, 2010).

Peningkatan produksi kedelai di lahan masam dapat ditempuh melalui perakitan varietas kedelai toleran tanah masam. Varietas toleran tanah masam mampu menghasilkan pertumbuhan akar, bintil akar, tinggi tanaman, jumlah polong, dan hasil biji lebih tinggi dibandingkan dengan varietas rentan (Uguru *et al.*, 2012). Varietas yang tidak toleran tanah masam akan mengalami hambatan pertumbuhan terutama terjadi pada akarnya, serapan hara yang berbeda pada genotipe toleran dan rentan salah satunya juga disebabkan oleh hambatan pertumbuhan di akar (Kuswantoro, 2014). Pembentukan bintil akar juga terhambat, terganggunya pertumbuhan mengakibatkan jumlah cabang berkurang, ukuran biji mengecil dan hasil biji menjadi rendah (Kuswantoro *et al.*, 2014).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Dilaksanakan mulai dari Desember 2020 sampai dengan Maret 2021.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah botol kaca, gunting, gelas ukur, pipet tetes, beker *glass*, nampan, spatula, oven, moister tester, timbangan digital, germinator, *seed counter*, pH meter dan alat pengempah kertas.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini benih kedelai varietas Anjasmoro, Burangrang, dan Grobogan. Bahan lainnya seperti air, KNO₃ 1%, KNO₃ 2%, GA₃ 50 ppm, GA₃ 100 ppm, PEG-6000 7,5%, aquades, AlCl₃.6H₂O 0,05 mM, plastik, karet, label, dan kertas CD.

3.3 Metode

Percobaan ini merupakan percobaan faktorial, disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang diulang sebanyak tiga kali. Faktor pertama pada penelitian ini adalah perlakuan *priming* yaitu kontrol/tanpa *priming* (P₀), *priming* air 12 jam (P₁), KNO₃ 1% 6 jam (P₂), KNO₃ 2% 6 jam (P₃), GA₃ 50 ppm 14 jam (P₄), GA₃ 100 ppm 14 jam (P₅), dan PEG 7,5% 24 jam (P₆). Faktor kedua adalah 3 varietas benih kedelai yang terdiri dari Anjasmoro (V₁), Burangrang (V₂), dan Grobogan (V₃). Dilakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf kepercayaan 5%,

selanjutnya data yang diperoleh dianalisis menggunakan program statistika Rstudio. Berdasarkan 2 perlakuan tersebut (7 perlakuan *priming* x 3 varietas), terdapat 21 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 63 satuan percobaan. Satuan percobaan di Laboratorium adalah kertas CD dengan benih sebanyak 25 butir untuk 1 ulangan. Pengacakan pada penelitian dilakukan pada saat pengecambahan benih kedelai di dalam germinator, dimana satuan percobaan (gulungan kertas CD) diletakkan secara acak di dalam germinator perkecambahan benih.

3.4 Pelaksanaan

3.4.1 Pembuatan Larutan *Priming*

Larutan yang digunakan sebagai perlakuan dalam penelitian ini dibuat dengan konsentrasi KNO_3 1% dan KNO_3 2% berdasarkan metode *priming* (Miladinov *et al.*, 2018). *Priming* menggunakan air, GA_3 50 ppm dan GA_3 100 ppm berdasarkan metode (Langeroodi & Noora, 2017). Serta *priming* menggunakan PEG-6000 7,5% berdasarkan metode (Ernita dan F. Mairizki, 2019), kemudian konsentrasi $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,05 mM menurut penelitian (Timotiwu dan Agustiansyah, 2006).

Perlakuan KNO_3 1% direndam 75 butir benih tiap varietas dalam larutan KNO_3 1% dengan volume 50 ml dengan berat 1,061 g KNO_3 (3 botol kaca). Perendaman 75 butir benih tiap varietas direndam dalam larutan KNO_3 2% dengan volume 50 ml dengan berat 2,13 g KNO_3 (3 botol kaca). Sehingga diperlukan larutan KNO_3 1% sebanyak 3,17 g/150 ml untuk 3 varietas kedelai dan larutan KNO_3 2% sebanyak 6,37 g/150 ml untuk 3 varietas kedelai.

Perlakuan GA_3 digunakan larutan stok GA_3 300 ppm. Direndam 75 butir benih tiap varietas dalam larutan GA_3 50 ppm dengan volume 50 ml sebanyak 8,33 ml GA_3 stok 300 ppm (3 botol kaca). Perendaman 75 butir benih tiap varietas direndam dalam larutan GA_3 100 ppm dengan volume 50 ml sebanyak 16,67 ml GA_3 stok 300 ppm (3 botol kaca). Sehingga diperlukan larutan GA_3 50 ppm sebanyak 25 ml/150 ml untuk 3 varietas kedelai dan larutan GA_3 100 ppm sebanyak 50 ml/150 ml untuk 3 varietas kedelai.

Perlakuan PEG-6000 7,5% direndam 75 butir benih tiap varietas dalam larutan PEG 7,5% dengan volume 50 ml dengan berat 4,05 g PEG 7,5% (3 botol kaca). Sehingga diperlukan larutan PEG 7,5% sebanyak 12,15 g/150 ml untuk 3 varietas kedelai. Sedangkan untuk perlakuan air direndam 75 butir benih tiap varietas dalam air kemasan dengan volume 50 ml (3 botol kaca). Sehingga diperlukan air sebanyak 150 ml untuk 3 varietas kedelai.

Larutan aluminium ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) yang digunakan menggunakan konsentrasi 0,05 mM dengan pH 4,09. Pembuatan larutan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,05 mM untuk mengempah kertas CD sebanyak 63 gulungan (3 lembar untuk alas dan 2 lembar untuk penutup) sehingga didapatkan 315 lembar kertas CD yang harus dikempah menggunakan larutan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,05 mM untuk membuat kondisi masam/cekaman aluminium di laboratorium. Dibutuhkan 13,5 gr $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ untuk pengenceran 1000 ml sehingga untuk 1 kali percobaan diperlukan 67,5 gr $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ untuk 5000 ml. Serta sisa dari larutan digunakan untuk larutan stok sebagai perawatan atau penyemprotan $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ pada saat kondisi kering (menjaga kelembaban serta kondisi cekaman aluminium di kertas CD).

3.4.2 Aplikasi *Priming*

Benih kedelai didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) yang memiliki kedaluarsa sampai bulan September 2020. Daya berkecambah awal benih kedelai varietas Anjasmoro 88 %, Burangrang 90,6 % dan Grobogan 94,6%. Kadar air awal benih kedelai varietas Anjasmoro 10,4 %, Burangrang 10,1% dan Grobogan 10,2%.

Aplikasi *priming* dilakukan pada tiap variabel perlakuan dengan direndam larutan (air selama 12 jam, KNO_3 1% dan 2% selama 6 jam, GA_3 50 ppm dan 100 ppm selama 14 jam, dan PEG-6000 7,5% selama 24 jam). Kemudian benih dimasukkan kedalam botol kaca untuk dilakukan perendaman menggunakan air (*hydro priming*), KNO_3 1% dan KNO_3 2% (*halo priming*), GA_3 50 ppm dan GA_3 100 ppm (hormonal *priming*), PEG 7,5% (*osmo priming*) dan kontrol (tanpa *priming*). Untuk perendaman menyesuaikan jam, apabila direndam 24 jam (PEG-6000 7,5%) maka dilakukan perendaman lebih awal, kemudian perendaman 14 jam

(GA₃ 50 ppm dan 100 ppm), 12 jam (air), dan 6 jam (KNO₃ 1% dan 2%) agar benih dapat dikecambahkan pada waktu yang bersamaan. Setelah benih direndam sesuai dengan waktu perendaman, kemudian benih dilembabkan atau diangin-anginkan di kertas CD sampai air pada benih meresap ke kertas CD.

3.4.3 Pengecambahan Benih Kedelai di Germinator

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium dengan mengecambahkan benih pada germinator tipe IPB 73-2B menggunakan Metode Uji Kertas Digulung dengan Plastik (UKdP). Dikecambahkan benih kedelai sebanyak 25 butir untuk 1 ulangan menggunakan kertas CD yang telah dikempah dengan larutan AlCl₃.6H₂O 0,05 mM dan apabila kertas CD kering, dilakukan perawatan berupa penyemprotan larutan AlCl₃.6H₂O 0,05 mM untuk menjaga kelembaban pada satuan percobaan (kertas CD). Lalu dilakukan pengecambahan benih pada kertas CD secara *zig-zag* dengan menanam 25 butir/ulangan. Kemudian benih dikecambahkan dalam germinator selama 14 hari pengamatan.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Kecepatan Perkecambahan

Kecepatan perkecambahan dihitung berdasarkan jumlah kecambah normal setiap harinya. Pengamatan kecepatan perkecambahan dilakukan dari hari ke-1 sampai hari ke-14 dengan menghitung jumlah kecambah normal (KN). Kemudian dilakukan analisis menggunakan program statistika Rstudio.

3.5.2 Daya Berkecambah

Pengamatan dilakukan pada hari ke-5 dan ke-8, dengan mengamati jumlah kecambah normal. Kemudian dilakukan analisis menggunakan program statistika Rstudio.

3.5.3 Waktu Munculnya Kecambah

Waktu munculnya kecambah diamati pada hari keberapakah kecambah (radikula) pertama kali muncul untuk setiap perlakuannya. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan program statistika Rstudio.

3.5.4 Jumlah Radikula Yang Muncul Pada Hari Pertama

Pengamatan jumlah kecambah (radikula) yang muncul pada hari pertama, dilakukan pada saat hari pertama benih muncul (*First Counting*). Dengan menghitung persentase jumlah kecambah yang muncul pada hari pertama tersebut.

3.5.5 T-50%

T-50% adalah waktu yang dibutuhkan benih untuk berkecambah pada hari beberapa benih sudah berkecambah mencapai 50%. Kemudian dilakukan analisis menggunakan program statistika Rstudio T-50% berdasarkan metode (Farooq et al., 2005).

3.5.6 Indeks Vigor

Pengamatan untuk perhitungan indeks vigor dilakukan pada pengamatan ke-1 (*first counting*) dengan menghitung persentase jumlah kecambah normal pada hari ke-1 sampai hari ke-5.

3.5.7 Berat Kering Kecambah Normal

Berat kering kecambah normal dihitung pada hari terakhir, yaitu hari ke-14. Dengan menimbang seluruh kecambah normal yang didapatkan untuk setiap kombinasi perlakuan yang telah dibuang kotiledon pada kecambah normal kedelainya. Kemudian dimasukkan ke dalam amplop dan dioven selama 3 x 24 jam dengan suhu 80°C, setelah itu berat kering kecambah normal ditimbang

menggunakan timbangan digital dengan tingkat ketelitian 2 angka dibelakang koma.

3.5.8 Panjang Hipokotil Kecambah Normal

Panjang hipokotil kecambah normal dilakukan pada pengamatan hari terakhir, yaitu hari ke-14 dengan mengukur menggunakan milimeterblok mulai dari pangkal hipokotil hingga kotiledon. Pengukuran dilakukan pada semua kecambah normal setiap ulangnya, selanjutnya hasilnya dibagi berdasarkan banyaknya kecambah normal yang diukur panjang hipokotilnya. Sehingga didapatkan panjang hipokotil kecambah normal untuk satu kecambah normal.

3.5.9 Panjang Radikula Kecambah Normal

Panjang radikula kecambah normal dilakukan pada hari terakhir, yaitu hari ke-14 dengan mengukur panjang radikula mulai dari ujung munculnya radikula hingga pangkal radikula. Pengukuran panjang radikula ini dilakukan menggunakan milimeterblok. Dilakukan pengukuran seluruh kecambah normal yang terdapat pada setiap ulangan, kemudian hasilnya dibagi berdasarkan banyaknya kecambah normal yang diukur panjang radikulanya. Sehingga didapatkan panjang radikula kecambah normal untuk setiap satu kecambah normal.

V. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. *Priming* menggunakan air, GA₃ 50 ppm, GA₃ 100 ppm, dan KNO₃ 1% meningkatkan vigor benih kedelai dibandingkan perlakuan kontrol pada kondisi cekaman aluminium. Berdasarkan variabel waktu munculnya kecambah, kecepatan perkecambahan, dan panjang hipokotil kecambah normal dengan selisih masing-masing 0,69 hari, 4,64 %/hari, dan 4,43 cm.
2. Benih kedelai varietas Burangrang memiliki vigor terbaik dibandingkan Anjasmoro dan Grobogan apabila dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium. Berdasarkan variabel waktu munculnya kecambah, kecepatan perkecambahan, dan panjang hipokotil kecambah normal, dengan selisih masing-masing 0,14 hari, 2,1 %/hari, dan 1,33 cm.
3. Interaksi *priming* dan varietas benih kedelai didapatkan bahwa *priming* menggunakan air, GA₃ 50 ppm dan GA₃ 100 ppm meningkatkan vigor benih kedelai pada variabel T-50% dan panjang radikula kecambah normal dibandingkan perlakuan kontrol, dengan selisih masing-masing 0,49 hari dan 1,25 cm apabila digunakan varietas Anjasmoro. Seluruh perlakuan *priming* meningkatkan vigor benih kedelai pada variabel T-50%, *first counting* muncul radikula, dan panjang radikula kecambah normal dibandingkan perlakuan kontrol, dengan selisih masing-masing 0,82 hari, 72,66%, dan 1,41 cm apabila digunakan varietas Burangrang. *Priming* menggunakan KNO₃ 1% dan KNO₃ 2% meningkatkan vigor benih kedelai pada variabel T-50%, berat kering kecambah normal, dan panjang radikula kecambah normal dibandingkan perlakuan kontrol, dengan selisih masing-masing 0,4 hari, 0,57 gram, dan 2,03 cm apabila digunakan varietas Grobogan pada kondisi cekaman aluminium.

DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M. M., & Krisnawati, A. 2016. Identification of soybean genotypes adaptive and productive to acid soil agro-ecosystem. *Biodiversitas*. 17(2). 565–570. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d170225>
- Adisarwanto. 2013. *Kedelai Tropika Produktivitas 3 ton/ha*. Penebar Swadaya. Malang.
- Aisyah, D. N., Kendarini, N., & Ashari, S. 2018. Efektivitas PEG-6000 sebagai media osmoconditioning dalam peningkatan mutu benih dan produksi kedelai (*Glycine max L. Merr.*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(7). 1344–1353.
- Al-Baldawi, M. H. K., & Hamza, J. H. 2017. Seed *priming* effect on field emergence and grain yield in sorghum. *Journal of Central European Agriculture*. 18(2). 404–423. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/18.2.1915>
- Amoozadeh, A., Rahmani, S., & Nemati, F. 2013. Poly(ethylene)glycol/ AlCl_3 as a new and efficient system for multicomponent Biginelli-type synthesis of pyrimidinone derivatives. *Heterocyclic Communications*. 19(1). 69–73. <https://doi.org/10.1515/hc-2012-0157>
- Anosheh, H. P., Sadeghi, H. and Emam, Y. 2011. ‘Chemical priming with urea and KNO_3 enhances maize hybrids (*Zea mays L.*) seed viability under abiotic stress’. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 14(4). pp. 289–295. doi: 10.1007/s12892-011-0039-x.
- Anwar, A., Yu, X., & Li, Y. 2020. Seed *priming* as a promising technique to improve growth, chlorophyll, photosynthesis and nutrient contents in cucumber seedlings. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 48(1). 116–127. <https://doi.org/10.15835/NBHA48111806>
- Ardiansyah, M., Mawarni, L., dan Rahmawati, N. 2014. Pertumbuhan dan Produktivitas Kedelai Hasil Seleksi Terhadap Pemberian Asam Askorbat dan Inokulasi Fungsi Mikoriza Asburkular di Tanah Salin. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(3). 948-954.

- Arif, M., Jan, M. T., Mian, I. A., Khan, S. A., Hollington, P., & Harris, D. 2014. Evaluating the impact of osmopriming varying with polyethylene glycol concentrations and durations on soybean. *International Journal of Agriculture and Biology*. 16(2). 359–364.
- Badan Statistika Pusat. 2018. *Produktivitas Kedelai*. BPS. Jakarta.
- Balitkabi. 2016. *Deskripsi Varietas Unggul Kedelai 1918-2016*. Badan litbang. Puslitbangtan. Balitkabi Malang.
- Bey, Y., Syafii, W., & Ngafifah, N. 2005. Pengaruh Pemberian Giberelin Pada Media Vacin Dan Went Terhadap Perkecambahan Biji Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* BI) Secara In Vitro. *Jurnal Biogenesis*. 1(2). 57–61.
- Čanak, P., Miroslavljević, M., Ćirić, M., Vujošević, B., Kešelj, J., Stanisavljević, D., & Mitrović, B. 2016. Seed priming as a method for improving maize seed germination parameters at low temperatures. *Ratarstvo i Povrtarstvo*. 53(3). 106–110. <https://doi.org/10.5937/ratpov53-10825>
- Chailani, S. R. dan Djauhari, S. 2012. *Seed Pathology (Penyakit Benih)*. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Dewi, R., & Sutrisno, H. 2013. Pemulihan Deteriorasi Benih Kedelai (*Glycine Max* L .) dengan Aplikasi Giberelin Recovery Deterioration Seed Soybean (*Glycine Max* L .) with Gibberellin Applications. *J. Penelitian Pertanian Terapan*. 13(2). 116–122.
- Ernita dan F. Mairizki. 2019. Penggunaan Polietilen Glikol Sebagai Teknik Invigorasi Untuk Memperbaiki Viabilitas, Vigor, Dan Produksi Benih Kedelai. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 16(1). 8–18.
- Ewin Syahputra, Fauzi*, R. 2015. Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Theoretical and Applied Climatology*. 115(3). 143–158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.05.006>
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Ahmad, N., & Hafeez, K. 2005. Thermal hardening: A new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology*. 47(2). 187–193. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00031.x>
- Firmansyah, M. A. 2010. Respon Tanaman Terhadap Aluminium. *Agripura*. 6(2). 5–10.
- Fitriatin, B. N., Yuniarti, A., Turmuktini, T., & Ruswandi, F. K. 2014. The effect of phosphate solubilizing microbe producing growth regulators on soil phosphate, growth and yield of maize and fertilizer efficiency on Ultisol. *Eurasian Journal of Soil Science (Ejss)*. 3(2). 101. <https://doi.org/10.18393/ejss.34313>

- Girolamo, G. Di, & Barbanti, L. 2012. *Influencing Seed Priming Effectiveness on M Er Ci Al Us E on on M Al*. 7(June 2015). <https://doi.org/10.4081/ija.2012.25>
- Halimursyadah, Syamsuddin, Hasanuddin, Efendi, & Anjani, N. 2020. Penggunaan kalium nitrat dalam pematangan dormansi fisiologis setelah pematangan pada beberapa galur padi mutan organik spesifik lokal Aceh. *Jurnal Kultivasi*. 19(1). 1061–1068. <http://jurnal.unpad.ac.id/kultivasi/article/download/25468/13000>
- Harris, D., Rashid, A., Arif, M., & Yunas, M. 2005. Alleviating micronutrient deficiencies in alkaline soils of the North-West Frontier Province of Pakistan: on-farm seed *priming* with zinc in wheat and chickpea. *Soil Science. Micronutrients in South and South East Asia*. 143–151.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., dan Shah. H. 2007. ‘On-farm’ seed *priming* with zinc sulphate solution-A cost-effective way to increase the maize yields of resource poor farmers. *Field Crops Res*. 102. 119-127.
- Ilyas, S. 2018. *Ilmu dan Teknologi Benih*. PT Penerbit Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Janmohammadi, M., Moradi Dezfuli, P., & Sharifzadeh, F. 2008. Seed Invigoration Techniques To Improve Germination and Early Growth of Inbred Line of Maize Under Salinity and Drought Stress. *Gen. Appl. PIAnt PhysioloGy*. 34. 3–4.
- Jocković, M., Čanak, P., Miklič, V., Ovuka, J., Radić, V., Jocić, S., Cvejić, S., & Marjanović-Jeromela, A. 2018. Effect of Seed *Priming* Techniques on Germination Parameters of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) . *Contemporary Agriculture*. 67(2). 157–163. <https://doi.org/10.2478/contagri-2018-0022>
- Karimi, M., & Varyani, M. 2016. Role of *priming* technique in germination parameters of calendula (*Calendula officinalis* L.) seeds. *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade*. 61(3). 215–226. <https://doi.org/10.2298/jas1603215k>
- Kochian, L. V., Hoekenga, O. A., & Piñeros, M. A. 2004. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Annual Review of Plant Biology*. 55. 459–493. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.031903.141655>
- Kuswanto, H. 2014. Potential yield of soybean promising lines in acid soil of Central Lampung, Indonesia. *International Journal of Plant Biology*. 5(1). 45–48. <https://doi.org/10.4081/pb.2014.5566>

- Kuswanto, H., S., & Supeno, D. A. 2017. Keragaan Agronomi Galur-galur Kedelai Potensial pada Dua Agroekologi Lahan Kering Masam. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. 45(1). 23–29. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i1.13685>
- Kuswanto, H., Indriani, F. C., Patriawaty, N. R., Sulisty, A., Han, W. Y., Lee, P. Y., Cho, Y. H., & Baek, I. Y. 2014. Performance of acid-adaptive soybean expected lines in South Lampung, Indonesia. *Agrivita*. 36(2). 153–159. <https://doi.org/10.17503/Agrivita-2014-36-2-p153-159>
- Langeroodi, A. R. S., & Noora, R. 2017. Seed *priming* improves the germination and field performance of soybean under drought stress. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 27(5). 1611–1620.
- Leite, V. M., Rosolem, C. A., & Rodrigues, J. D. 2003. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. *Scientia Agricola*. 60(3). 537–541. <https://doi.org/10.1590/s0103-90162003000300019>
- Lestari, T., T., Ardie, S. W., & Sopandie, D. D. 2017. Peranan Fosfor dalam Meningkatkan Toleransi Tanaman Sorgum terhadap Cekaman Aluminium. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. 45(1). 43–48. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i1.13814>
- Lewandowska, S., Łoziński, M., Marczewski, K., Kozak, M., & Schmidtke, K. 2020. Influence of priming on germination, development, and yield of soybean varieties. *Open Agriculture*. 5(1). 930–935. <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0092>
- Lutts, S., Benincasa, P., Wojtyla, L., Kubala S.S., Pace, R., Lechowska, K., Quinet, M., & Garnczarska, M. 2016. Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique. INTECH. Belgium.
- Maslukah, R., Yulianti, F., Roviq, M., & Maghfoer, M. D. 2019. Influence of Polyethylene Glycol (PEG) to Hardening Planlet Apple (*Malus sp.*) by The Effect of Hyperhydricity On In Vitro. *PLANTROPICA: Journal of Agricultural Science*. 4(1). 30–38. <https://doi.org/10.21776/ub.jpt.2019.004.1.4>
- Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Djordjević, V., Djukić, V., Ilić, A., & Čobanović, L. 2014. 10.5937/ratpov51-6572 = Effect of soybean seed *priming* on germination and vigour depending on the seed lot and sowing date. *Ratarstvo i Povrtarstvo*. 51(2). 110–115. <https://doi.org/10.5937/ratpov51-6572>
- Miladinov, Z., Balešević-Tubić, S., Đukić, V., Ilić, A., Čobanović, L., Dozet, G., & Merkulov-Popadić, L. 2018. Effect of *priming* on soybean seed germination parameters. *Acta Agriculturae Serbica*. 23(45). 15–26. <https://doi.org/10.5937/aaser1845015m>

- Milatuzzahroh, L., Ridlo, S., & Anggraito, U. 2019. Pengaruh Berbagai Konsentrasi dan Lama Cekaman Aluminium terhadap Pertumbuhan Akar Kemampuan *Root re-growth* Stek Batang *Hydrangea macrophylla* pada Kultur Cair. *Life Science*. 8(1). 96–105.
- Mehran, Chairunas, Bakar, B. A., & Azis, A. (2017). Keragaan Empat Varietas Kedelai Lahan Sawah dan Lahan Kering di Aceh Timur. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi*. 27. 326–334. http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/wpcontent/uploads/2017/07/pros16_40.pdf
- Nawaz, J., Hussain, M., Jabbar, A., Nadeem, G. A., Sajid, M., Subtain, M., & Shabbir, I. 2013. Seed Priming A Technique. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 6(20). 1373–1381.
- Nio Song Ail, M. B. 2010. Peranan Air Dalam Perkecambahan Biji. *Jurnal Ilmiah Sains*. 10(2). 190–195.
- Nugraha, Y. S., Sumarni, T., & Sulistyono, R. 2014. The influence of interval time and the level provision of water to the growth and yield of soybean (*Glycine max* (L) Merrill.). *Produksi Tanaman*. 2(7). 552–559.
- Pasang, Y. H., Jayadi, M., & Neswati, R. 2019. Peningkatan Unsur Hara Fospor Tanah Ultisol Melalui Pemberian Pupuk Kandang, Kompos Dan Pelet. *Jurnal Ecosolum*. 8(2). 86. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v8i2.7872>
- Pill, W. G., & Necker, A. D. 2001. The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Seed Science and Technology*. 29(1). 65–72.
- Prasetyono, J. dan Tasliah. 2003. Strategi Pendekatan Bioteknologi untuk Pemuliaan Tanaman Toleran Keracunan Aluminium. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 10 (1). 171-178.
- Prasetyo, B., & Suriadikarta, D. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 25(2). 39–47. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/p3252061.pdf>
- Saputra, D., Timotiwu, P. B., & Ermawati. 2015. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Benih Lima Varietas Kedelai. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(1). 7–13.
- Sitepu, M., Rosmayati, R., & Bangun, M. 2015. Persilangan Genotipe-Genotipe Kedelai (*Glycine max* L. Merrill.) Hasil Seleksi Pada Tanah Salin Dengan Tetua Betina Varietas Anjasmoro. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*. 3(1). 257-263. <https://doi.org/10.32734/jaet.v3i1.9475>

- Subedi, K. D., & Ma, B. L. 2005. Seed *priming* does not improve corn yield in a humid temperate environment. *Agronomy Journal*. 97(1). 211–218. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0211a>
- Sudrajat, D. 2010. Identifikasi Karakter Morfofisiologi Kedelai Adaptif Lahan Masam Morfofisiologi Identification Character Adaptif Soybean Sour Land. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 10(2). 103–110.
- Sudirman, Rasyad, A., & Nurhidayah, T. 2015. Pengaruh Pemberian Giberelin terhadap Pertumbuhan dan Produksi Empat Varietas Kedelai (*Glycine max* L . Merrill). *J. Agrotek. Trop*. 4(2). 47–54.
- Supardy, Adelina, E., & Made, U. 2016. Pengaruh lama perendaman dan konsentrasi Giberelin (GA 3) terhadap viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao* L .). *E-J. Agrotekbis*. 2(3). 425–431. <https://media.neliti.com/media/publications/244882-none-26dae8a4.pdf>
- Supriatin, Sarno, J. Lumbanraja dan Dermiyati. 2017. Penetapan Sample Tanah Standar Untuk Menjamin Mutu (Quality Kontrol) 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] Merrill.) Pada Kondisi Stres Aluminium. *Laporan Hasil Penelitian*. Universitas Lampung.
- Uguru, M. I., Benedict, •, Oyiga, C., & Jandong, E. A. 2012. Responses of Some Soybean Genotypes to Different Soil pH Regimes in two Planting Seasons. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology*. 6(1). 26–37.
- Warid, Khumaida, N., Purwito, A., Syukur, M., dan Aardie, W. (2016). Penapisan cepat beberapa varietas kedelai terhadap cekaman kekeringan pada fase perkecambahan. *Seminar Nasional Perhoti dan Peragi. Universitas Hasanuddin*
- Yuanasari, B. ., N, K., & D, S. 2015. Peningkatan Viabilitas Benih Kedelai Hitam (*Glycine max* L . Merr) Melalui Invigorasi Osmoconditioning. *Jurnal Produksi Tanaman*. 3(6). 518–527.
- Yusuf, E. Y. 2019. Pagaruh Genotip Cekaman Kekeringan dan Tingkat Netralisasi Al Terhadap Pertumbuhan dan Perakaran Kedelai. *Jurnal Agro Indragiri*. 6(2). 55-65.