

Pengaruh Priming pada Vigor Benih Cabai (*Capsicum annuum* L.) yang Dikecambahkan pada Kondisi Cekaman Aluminium.

Effect of Priming on Vigor of Germinated Chili (*Capsicum annuum* L.) Seeds in Aluminium Stress Conditions.

Agustiansyah^{1*}, P.B. Timotiwu¹, E. Pramono¹ dan M. Maryeta¹

¹Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

*E-mail: agustiansyah.1972@fp.unila.ac.id

ABSTRACT

Seed germination in ultisol is a problem. Ultisol has a low pH, poor nutrients and organic matter, and high Al content. The low physiological quality of seeds is also a limiting factor. The purpose of this study was to determine the effect of priming on the seed vigor of two chili varieties whose seeds have expired and have not expired. This experiment consisted of 2 experiments, namely Experiment I, which used seeds that had passed (deteriorating), and Experiment II, which used seeds that had not expired (non-deteriorating). This study was structured using a completely randomized design (CRD) repeated three times. This experiment is factorial. The first factor is priming, consisting of five levels: control, immersion in water, 30% PEG, 50 ppm GA₃, and 1% KNO₃. At the same time, the second factor in the first experiment was the seeds of the Tanjung 2 and Kencana varieties that had expired (deteriorating). In the second experiment, the second factor was the seeds of the Tanjung 2 and Kencana varieties that had not passed (non-deteriorating). The data obtained were analyzed using the R statistic program with a 5% HSD test. The results showed that priming with 50 ppm GA₃ and 1% KNO₃ increased the vigor of seeds that had expired (deteriorating). Meanwhile, priming with water and 1% KNO₃ increased the vigor of seeds that had not yet expired (deterioration). The Kencana variety has a higher vigor than the Tanjung 2 variety on expired seeds. Both varieties have the same good vigor in seeds that have not passed.

Keywords: aluminum, chili, priming, seed, vigor

Disubmit : 17 Juni 2021, **Diterima**: 05 Agustus 2021, **Disetujui** : 28 Desember 2021

PENDAHULUAN

Salah satu komoditas sayuran yang sangat dibutuhkan oleh hampir semua lapisan masyarakat Indonesia adalah cabai. Selain kandungan vitamin C yang cukup tinggi, cabai juga berfungsi sebagai penggugah selera makan sehingga banyak digemari. Kebutuhan cabai di Indonesia terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan semakin berkembangnya industri pangan yang membutuhkan cabai sebagai bahan bakunya. Namun, produktivitas cabai terutama di wilayah Lampung masih tergolong rendah yaitu sekitar 6,6 ton ha⁻¹ (Badan Pusat Statistik, 2018). Sedangkan menurut Balai Penelitian Tanaman Sayuran, (2019) tanaman cabai merah yang dibudidayakan sesuai kondisi tanah di Indonesia mampu mencapai hasil 10-12 ton h⁻¹. Masih terdapat selisih antara produktivitas riil dan potensi produksi yang diharapkan, salah satunya disebabkan budidaya cabai di Lampung banyak dilakukan di tanah Ultisol. Tanah Utisol memiliki karakter antara lain pH yang dan bahan organik yang rendah (Purwanto et al., 2021), miskin unsur hara P (de Souza et al., 2016) dan kandungan aluminium yang tinggi (Widiatmaka et al., 2016).



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

Beberapa peneliti melaporkan media atau tanah yang mengandung Al tinggi menyebabkan terhambatnya perkecambahan pada tanaman cabai (Purnomo *et al.*, 2007), padi (Utama, 2010), sorghum (Agustina *et al.*, 2010) dan jagung (de Souza *et al.*, 2016).

Selain kondisi tanah, produktivitas cabai yang tinggi dipengaruhi juga oleh penggunaan benih bermutu pada lahan yang sesuai. Benih bermutu dicirikan oleh mutu fisik, genetik, dan fisiologis yang tinggi sehingga memiliki nilai 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).

Kegagalan dalam perkecambahan benih akan semakin besar jika benih yang disemai telah mengalami kadaluarsa atau deteriorasi. *Priming* merupakan teknik untuk memperbaiki perkecambahan benih yang telah mengalami kadaluarsa sebelum disemai termasuk pada lahan marginal. Menurut (Anwar *et al.*, 2020), *priming* benih merupakan perlakuan sebelum terjadinya perkecambahan yang dapat meningkatkan kinerja perkecambahan benih pada lingkungan yang tidak mendukung atau berada dalam cekaman. Efek positif dari *priming* benih dapat memperbaiki perkecambahan pada , selada (Nasri *et al.*, 2011), tomat (Lara *et al.*, 2014), cabai (Hagroo & Johal, 2019), sorgum (Shihab & Hamza, 2020) dan jagung (Basit *et al.*, 2020)

Terdapat beberapa macam teknik *priming* yaitu *hydro priming*, *halo priming*, *osmopriming*, dan hormonal *priming*. *Hydro priming* adalah perendaman benih menggunakan air. *Halo priming* perendaman benih tomat dalam larutan garam anorganik yaitu NaCl, KNO₃, CaCl₂ dan CaSO₄ (Nawaz *et al.*, 2013). Penggunaan KNO₃ sebagai bahan *priming* dikarenakan menurut (Hagroo & Johal, 2019), KNO₃ 1% mampu meningkatkan masa penyimpanan, perkecambahan, bobot basah, bobot kering dan secara keseluruhan ini mengarah pada peningkatan dalam potensi kinerja benih. Selain itu, KNO₃ ataupun CaCl₂ mampu meningkatkan protein selama perkecambahan benih cabai dalam kondisi salinitas atau berada dalam cekaman air (Khan *et al.*, 2009) *Osmopriming* adalah perlakuan benih yang direndam dalam larutan gula, polietilen glikol (PEG), gliserol, sorbitol, atau manitol diikuti dengan pengeringan udara sebelum disemai. Hormonal *priming* adalah perawatan pratanam benih dengan hormon yang berbeda yaitu asam salisilat, askorbat, dan kinetin yang mampu mendorong pertumbuhan dan perkembangan pada bibit tomat (Nawaz *et al.*, 2013). *Priming* dapat juga dilakukan dengan menggunakan asam giberelat (GA). Giberelin merupakan hormon tanaman yang berproduksi di akar tanaman dan berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun (Bai *et al.*, 2016). Perendaman menggunakan GA₃ dapat merangsang munculnya tunas, meningkatkan pertumbuhan dan mengaktifkan enzim.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *priming* terhadap vigor benih cabai pada umur benih dan varietas yang berbeda yang dikecambahkan di media dengan cekaman aluminium.

METODE PENELITIAN

Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, dari Oktober 2020 sampai dengan Maret 2021. Penelitian ini terdiri dari dua percobaan. Percobaan I menggunakan benih kadaluarsa/deteriorasi (Habis masa simpan bulan Agustus 2019) dan percobaan II menggunakan benih yang belum kadaluarsa/non deteriorasi (masa simpan habis pada bulan Oktober 2021, 7 bulan sebelum benih kadaluarsa). Percobaan ini merupakan percobaan faktorial. Pada percobaan I dan II, faktor pertama adalah perlakuan *priming* yang terdiri atas lima taraf yaitu : kontrol (tanpa *priming*), perendaman dengan air, PEG 30% (Hagroo and Johal, 2019), GA₃ 50 ppm (Hagroo & Johal, 2019), KNO₃ 1% (Hagroo & Johal, 2019). Faktor kedua pada percobaan I adalah benih cabai varietas Tanjung 2 dan Kencana yang sudah kadaluarsa (deteriorasi). Varietas Tanjung 2 dan Kencana merupakan varietas unggulan nasional yang dirakit oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pada percobaan II faktor

keduanya adalah benih cabai varietas Tanjung 2 dan Kencana yang belum kadaluarsa (non-deteriorasi), 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 ragamnya dan dilanjutkan dengan uji lanjut pemisahan nilai tengah BNJ pada α 5% menggunakan program statistik R studio.

Priming dilakukan dengan merendam benih sesuai perlakuan yaitu *priming* dengan air, PEG 30%, GA₃ 50 ppm, dan KNO₃ 1% masing-masing selama 12 jam. Benih dikering-anginkan sebelum dilakukan pengecambahan. Metode pengujian yang digunakan yaitu Uji Diatas Kertas (UDK) menggunakan cawan petri. Kertas yang digunakan yaitu kertas CD (koran putih licin) yang telah direndam larutan Aluminium 0,05 mM dengan pH media 4,3. Sebanyak 25 butir benih disemai dalam cawan petri dan diulang 3 kali untuk setiap perlakuan. Benih dikecambahkan dalam germinator selama 14 hari pengamatan. Variabel yang diamati meliputi, daya berkecambah (DB), kecepatan tumbuh (KCT), waktu munculnya kecambah (WMK), panjang akar (PA), dan panjang plumula (PP).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan I : Pengaruh *priming* terhadap vigor cabai asal benih kadaluarsa yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium. Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa *priming* dengan GA₃ 50 ppm dan KNO₃ 1% dapat meningkatkan viabilitas benih pada media yang mengandung cekaman Al. *Priming* dengan GA₃ 50 ppm mampu meningkatkan kecepatan perkecambahan yaitu sebesar 25,64% per hari dan benih sudah mampu berkecambah setelah 3,91 hari. Sedangkan pada *priming* dengan KNO₃ 1% mampu meningkatkan panjang akar dan panjang plumula masing-masing sebesar 1,49 cm dan 1,11 cm. *Priming* tidak memberikan pengaruh yang nyata pada daya berkecambah dan panjang akar baik pada semua perlakuan *priming* ataupun tanpa *priming* (kontrol). Tidak berbedanya persentase daya berkecambah benih mengindikasikan bahwa fisik benih dalam keadaan baik sehingga mampu berimbibisi dan berkecambah dengan baik dan benih yang berkecambah dengan cepat mengindikasikan bahwa benih tersebut memiliki vigor yang tinggi.

Tabel 1. Pengaruh *priming* terhadap vigor cabai asal benih kadaluarsa yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium

Priming	DB (%)	KCT (%/hari)	WMK (hari)	PA (cm)	PP (cm)
Kontrol	94,00 a	20,07 b	5,00 b	1,28 a	0,86 ab
Air	98,00 a	24,10 ab	4,19 a	1,35 a	1,03 a
PEG 30%	92,00 a	20,94 b	4,91 ab	1,33 a	0,72b
GA ₃ 50 ppm	98,67 a	25,64 a	3,91 a	1,49 a	1,01 a
KNO ₃ 1%	96,00 a	21,71 ab	4,68 ab	1,49 a	1,11 a

Keterangan : DB = daya berkecambah (%), KCT = kecepatan tumbuh (%/hari), WMK = waktu munculnya kecambah (hari), PA= panjang akar (cm), dan PP = panjang plumula (cm). Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% berdasarkan uji BNJ.

Tabel 2 menunjukkan adanya respons yang berbeda pada varietas dalam menghadapi cekaman lingkungan perkecambahan. Perkecambahan varietas Kencana memberikan respons lebih baik daripada varietas Tanjung 2 pada daya berkecambah yaitu sebesar 97,60% diikuti dengan nilai panjang akar dan panjang plumula masing-masing 1,51 cm dan 1,05 cm. Hal ini dikarenakan varietas Kencana memiliki vigor yang tinggi dan daya adaptasi yang luas dibandingkan varietas lainnya disamping itu varietas Kencana memiliki ukuran benih yang lebih kecil dibandingkan varietas Tanjung 2 (Kirana *et al.*, 2014). Lewandowska *et al.*, (2020) melaporkan respons yang berbeda-beda karena perlakuan *priming* pada tanaman kedelai.

Tabel 2. Pengaruh varietas terhadap vigor cabai asal benih kadaluarsa yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium

Varietas	DB (%)	KCT (%/hari)	WMK (hari)	PA (cm)	PP (cm)
Tanjung 2	93,87 b	22,68 a	4,52 a	1,31 b	0,84 b
Kencana	97,60 a	22,30 a	4,55 a	1,51 a	1,05 a

Keterangan : DB = daya berkecambah (%), KCT = kecepatan tumbuh (%/hari), WMK = waktu munculnya kecambah (hari), PA = panjang akar (cm), dan PP = panjang plumula (cm). Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% berdasarkan uji BNJ.

Percobaan II : Pengaruh *priming* terhadap vigor cabai asal benih non kadaluarsa yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium. Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa priming tidak berpengaruh nyata pada daya berkecambah benih yang belum kadaluarsa. Namun perlakuan priming dengan air dan KNO₃ 1% secara konsisten mampu memberikan pengaruh yang nyata pada peubah kecepatan perkecambahan, waktu munculnya kecambah, panjang akar dan panjang plumula. Perlakuan priming dengan air mampu meningkatkan kecepatan perkecambahan pada benih cabai yaitu sebesar 26,91 % per hari. Hal tersebut didukung dengan meningkatnya waktu munculnya kecambah pada hari ke-3. Sedangkan penggunaan KNO₃ 1% mampu meningkatkan panjang akar dan panjang plumula benih cabai yaitu sebesar 1,92 cm dan 1,15 cm. Penggunaan air sebagai bahan priming mendapatkan hasil terbaik tanpa harus diberikan induksi oleh hormon lain. Selain itu, pada benih yang belum kadaluarsa memiliki kadar air yang tinggi, sehingga proses imbibisi pada benih tidak terganggu (Ai dan Ballo, 2010). Sedangkan kegunaan KNO₃ pada proses perkecambahan dikarenakan mengandung unsur tambahan berupa kalium dan nitrogen. Nitrat yang dikombinasikan dengan faktor lingkungan, seperti cahaya dan suhu, dapat merangsang sintesis giberelin dan mendukung perkecambahan (Reis et al., 2013).

Tabel 3. Pengaruh priming terhadap vigor cabai asal benih non kadaluarsa yang dikecambahkan pada kondisi cekaman aluminium

Priming	DB (%)	KCT (%/hari)	WMK (hari)	PA (cm)	PP (cm)
Kontrol	95,33 a	22,51 ab	4,45 ab	1,26 b	0,92 bc
Air	91,33 a	26,91 a	3,80 a	1,62 ab	1,06 ab
PEG 30%	95,33 a	21,28 b	4,76 b	1,45 ab	0,80 c
GA ₃ 50 ppm	92,00 a	25,52 ab	3,93 ab	1,45 ab	0,97 abc
KNO ₃ 1%	90,67 a	24,19 ab	4,18 ab	1,92 a	1,15 a

Keterangan : DB = daya berkecambah (%), KCT = kecepatan tumbuh (%/hari), WMK = waktu munculnya kecambah (hari), PA = panjang akar (cm), dan PP = panjang plumula (cm). Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% berdasarkan uji BNJ.

Pada Tabel 4, benih kedua varietas yang digunakan dalam percobaan ini yaitu benih varietas Tanjung 2 dan Kencana memberikan respons yang tidak berbeda pada semua variabel yang diamati kecuali pada variabel panjang plumula. Pada variabel ini varietas Kencana memiliki panjang plumula 1,18 cm, sedangkan varietas Tanjung 2 memiliki panjang 0,78 cm. Perbedaan pada panjang plumula semata-mata disebabkan adanya perbedaan genetik di antara kedua varietas tersebut. Sadjad (1993) dan Copeland dan McDonald (2001) menyatakan bahwa 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.

Tabel 4. Pengaruh varietas terhadap vigor cabai asal benih non kadaluarsa yang dikecambahkan pada cekaman aluminium

Varietas	DB (%)	KCT (%/hari)	WMK (hari)	PA (cm)	PP (cm)
Tanjung 2	93,60 a	23,66 a	4,31 a	1,50 a	0,78 b
Kencana	92,27 a	24,50 a	4,14 a	1,57 a	1,18 a

Keterangan : DB = daya berkecambah (%), KCT = kecepatan tumbuh (%/hari), WMK = waktu munculnya kecambah (hari), PA = panjang akar (cm), dan PP = panjang plumula (cm). Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji BNJ.

Berdasarkan hasil penelitian pada benih yang telah mengalami kadaluarsa perlakuan *priming* dengan GA₃ 50 ppm dan KNO₃ 1% merupakan perlakuan yang dapat meningkatkan vigor benih cabai yang dikecambahkan pada kondisi media dengan cekaman aluminium. Konsentrasi GA₃ 50 ppm ini sejalan dengan (Ghobadi et al., 2012) pada benih gandum; kelor (Sucianto et al., 2019); mentimun (Bai et al., 2016); dan benih black gram (*Vigna mungo*) dan horse gram (*Macrotyloma uniflorum*) (Chauhan et al., 2009) yang menyimpulkan bahwa pemberian GA₃ 50 ppm mempercepat perkecambahan benih. Menurut Copeland dan McDonald (2001), pada perkecambahan benih, hormon giberelin berfungsi membantu transkripsi gen penanda enzim hidrolitik yang berperan dalam hidrolisis pati dan protein sebagai sumber energi untuk perkecambahan.

Selain GA₃ 50 ppm, penggunaan KNO₃ 1% juga mampu meningkatkan vigor benih. Menurut (Anosheh et al., 2011), KNO₃ mengandung unsur kalium dan nitrogen. Kalium berfungsi dalam merangsang titik tumbuh dan mampu meningkatkan protoplasma dalam menyerap air, sehingga proses imbibisi dapat berjalan dengan baik. Sedangkan nitrogen berperan dalam sintesis asam amino dan protein dalam endosperm dan energi yang dihasilkan digunakan benih untuk berkecambah. Adanya unsur kalium dan nitrogen dalam KNO₃ maka dapat merangsang pertumbuhan benih sehingga benih lebih cepat tumbuh dan lebih tinggi. (Mirabi & Hasanabadi, 2012) juga mengungkapkan bahwa perendaman KNO₃ dapat meningkatkan panjang akar kecambah pada benih tomat; (Nasri et al., 2011) pada tanaman selada; (Utami et al., 2014) pada tanaman kacang panjang; (Anwar et al., 2020) pada tanaman mentimun dan (Anosheh et al., 2011) pada tanaman jagung.

Pada benih yang belum mengalami kadaluarsa semua perlakuan *priming* dibandingkan kontrol tidak memberikan pengaruh yang nyata pada variabel daya berkecambah benih, kecepatan berkecambah, waktu munculnya kecambah, dan panjang akar (Tabel 3). Hal ini diduga karena benih belum kadaluarsa (non-deteriorasi) masih memiliki mutu fisiologis yang masih tinggi. Benih yang memiliki mutu fisiologis tinggi masih memiliki komponen kimia yang tinggi sehingga dapat berkecambah dengan normal dan cepat. Pada benih yang belum mengalami deteriorasi perlakuan *priming* dengan air dan KNO₃ merupakan perlakuan *priming* yang dapat membedakan benih yang memiliki vigor yang tinggi atau rendah. Menurut (Farooq et al., 2009) *priming* akan efektif jika diperlakukan pada benih yang sudah mengalami deteriorasi. (Khan et al., 2017) mengungkapkan bahwa penggunaan air dengan durasi 18 dan 24 jam mampu meningkatkan kecepatan perkecambahan benih okra yang telah mengalami deteriorasi.

Varietas Kencana merupakan salah satu varietas yang berhasil dilepas oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran pada tahun 2011. Varietas ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan varietas lainnya yang tersebar di pasaran antara lain toleran terhadap genangan, memiliki daya adaptasi yang sangat luas mulai dari tanah andisol sampai tanah gambut. Sehingga apabila benih dikecambahkan pada lingkungan suboptimum tetap meningkatkan perkecambahan karena memiliki vigor yang tinggi. Hal ini didukung oleh pernyataan (Kirana et al., 2014) yang mengungkapkan bahwa varietas Kencana memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan Tanjung 2. Benih berukuran kecil umumnya memiliki luas permukaan yang lebih kecil sehingga optimal dalam imbibisi air dan dalam mobilisasi perombakan cadangan makanan pun akan lebih cepat.

Penggunaan PEG 6000 pada penelitian ini tidak terlalu efektif jika dibandingkan bahan priming air, GA₃ dan KNO₃. Hal tersebut ditandai dengan nilai yang diperoleh hampir setiap tolak ukur tidak terlalu tinggi. Penggunaan PEG 6000 sebagai bahan *priming* ini memang relatif aman bagi benih, hanya saja jika konsentrasinya terlalu tinggi dapat menurunkan viabilitas benih, namun tidak sampai menyebabkan kematian benih. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian (Widyastuti et al., 2017) yang mengungkapkan bahwa penggunaan PEG 25% memperlihatkan genotipe padi mengalami penurunan terhadap semua variabel yang diamati dibandingkan kontrol. Hal ini dikarenakan konsentrasi yang tinggi pada larutan PEG 6000 mengakibatkan nilai potensial air di sekitar benih menjadi semakin negatif, sehingga air sulit diserap oleh benih sebab PEG memiliki sifat yang mudah mengikat air (Verslues et al., 2006).

KESIMPULAN

Perlakuan *priming* dengan GA₃ 50 ppm dan KNO₃ 1% mampu memperbaiki vigor benih yang telah kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium. Sedangkan *priming* dengan air dan KNO₃ 1% mampu memperbaiki vigor pada benih yang belum kadaluarsa pada kondisi cekaman aluminium. Varietas Kencana pada benih kadaluarsa memiliki daya berkecambah lebih tinggi dibandingkan varietas Tanjung 2 pada kondisi cekaman aluminium. Sedangkan pada benih yang belum kadaluarsa varietas Kencana dan Tanjung 2 memiliki vigor yang sama pada cekaman aluminium.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, K., Sopandie, D. & D. Wirnas. 2010. Tanggap 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.
- Anosheh, H. P., Sadeghi, H. & Emam, Y. 2011. Chemical priming with urea and KNO₃ 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), pp. 116–127. doi: 10.15835/NBHA48111806.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan Semusim Indonesia 2018', *Subdirektorat Statistika Hortikultura*, p. 101. Available at: <https://www.bps.go.id/publication/2019/10/07/9c5dede09c805bc38302ea1c/statistik-tanaman-sayuran-dan-buah---buah-semusim-indonesia-2018.html>.
- Bai, L., H. Deng, X. Zhang, X. Yu, & Y. Li. 2016. Gibberellin is involved in inhibition of cucumber growth and nitrogen uptake at suboptimal root-zone temperatures, *PLoS ONE*, 11(5), pp. 1–15. doi: 10.1371/journal.pone.0156188.
- Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2017. *Cabai Unggul Penentu Keberhasilan Produksi*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung Barat.
- Basit, A., Shahid H. Muhammad A. Muhammad Z. & Niaz A. 2020. Zinc and potassium priming of maize (*Zea mays L.*) seeds for salt-affected soils, *Journal of Plant Nutrition*, 44(1), pp. 130–141. doi: 10.1080/01904167.2020.1799005.

- Chauhan, J.S., Y.K. Tomar, N. Indrakumar Singh, S. Ali, & Debarati. 2009. Effect Of Growth Hormones On Seed Germination And Seedling Growth Of Black Gram And Horse Gram, *Journal of American Science*, 5(5), pp. 79–84.
- Copeland, L.O & 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.
- Farooq, M., S. M. A. Basra, N. Ahmad & K. Hafeez . 2009. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(4), pp. 237–246. doi: 10.1111/j.1439-037X.2009.00365.x.
- Ghobadi, M., M. A. Abnavi, S. J. Honarndan, M. E. Ghobadi, & G. R. Mohammadi. 2012. Effect of Hormonal Priming (GA3) and Osmopriming on Behavior of Seed Germination in Wheat (*Triticum aestivum* L.), *Journal of Agricultural Science*, 4(9), pp. 244–250. doi: 10.5539/jas.v4n9p244.
- Hagroo, R. P. & Johal, N. 2019. Effect of priming on physiological seed quality in aged seeds of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) var . Punjab Sindhuri and hybrid CH-27, pp. 545–552.
- Hasanuddin, Maulidia, V. & Syamsuddin. 2016. Perlakuan Biopriming Kombinasi Air Kelapa Muda dan Trichoderma Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Cabai Kadaluarsa (*Capsicum annuum* L.), *Jurnal Agrotek Lestari*, 2(2), pp. 75–82. Available at: <http://jurnal.utu.ac.id/jagrotek/article/download/601/486>.
- Khan, A.Z., T. Shah, S. Khan, A. Rehman, H. Akbar, A. Muhammad, & S.K. Khalil. 2017. Hydropriming -a useful technique for seed invigoration in okra (*Abelmoschus esculentus*) and parsley (*Petroselinum crispum*), *Journal of Applied and Natural Science*, 9(3), pp. 1792–1795. doi: 10.31018/jans.v9i3.1440.
- Khan, H. A., C.M. Ayub, M.A. Pervez, R.M. Bilal, M.A. Shahid & K. Ziaf. 2009. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage', *Soil and Environment*, 28(1), pp. 81–87. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00074-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00074-4).
- Kirana, R, Kusmana, Hasyim, A & Sutary. 2014. Persilangan Cabai Merah Tahan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum acutatum*) Pepper , Hort, J., pp. 189–195.
- Lara, T. S. J. Marcel, A. Rodrigues, M. Rakocevic & A. Alvarenga. 2014. Potassium Nitrate Priming Affects the Activity of Nitrate Reductase and Antioxidant Enzymes in Tomato Germination, *Journal of Agricultural Science*, 6(2). doi: 10.5539/jas.v6n2p72.
- 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>.
- Mirabi, E. & Hasanabadi, M.. 2012. Effect of Seed Priming on Some Characteristic of Seedling and Seed Vigor of Tomato (*lycopersicon esculentum*)', III(Iii).
- Nasri, N., R. Kaddour. H. Mahmoudi. O. Baatour. N. Bouraoui & M. Lachaal. 2011. The effect of osmopriming on germination, seedling growth and phosphatase activities of lettuce under saline condition, *African Journal of Biotechnology*, 10(65), pp. 14366–14372. doi: 10.5897/ajb11.1204.
- Nawaz, J., Hussain, M., Jabbar, A., Nadeem, G. A., Sajid, M., Subtain, M., & Shabbir, I . 2013. Tomato seed invigoration with cytokinins, *Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(1), pp. 121–128.

Agustiansyah, dkk : Pengaruh Priming pada Vigor Benih Cabai (*Capsicum annum L.*) yang Dikecambahkan..

- Purnomo, D. W., Purwoko, B. S. & Yahya, S. 2007. Evaluasi Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Genotipe Cabai (*Capsicum annum L.*) untuk Toleransi terhadap Cekaman Aluminium, *Indonesian Journal of Agronomy*, 35(3), pp. 183–190. doi: 10.24831/jai.v35i3.1329.
- Purwanto, S., Gani, R. A. & Suryani, E. 2021. Characteristics of Ultisols derived from basaltic andesite materials and their association with old volcanic landforms in Indonesia, *Sains Tanah*, 17(2), pp. 135–143. doi: 10.20961/STJSSA.V17I2.38301.
- Reis, R. G. E., H. P. Silva, J. M. G. Neves, dan R. M. Guimaraes. 2013. Physiological quality of osmoprimed gherkin seeds1. *Journal of Seed Science*, 35(3):368-373.
- Sadjad, S. 1993. Dari Benih Kepada Benih , Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Shihab, M. O. & Hamza, J. H. 2020. Seed priming of sorghum cultivars by gibberellic and salicylic acids to improve seedling growth under irrigation with saline water, *Journal of Plant Nutrition*, 43(13), pp. 1951–1967. doi: 10.1080/01904167.2020.1766066.
- Sucianto, Y. A., Sutarno, S. & Anwar, S. 2019. Invigorasi Benih Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Berbagai Konsentrasi dan Jenis ZPT Terhadap Pertumbuhan dan Bobot Biomasa, *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 4(2), pp. 1–7.
- 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. & 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), pp. 523–539. doi: 10.1111/j.1365-313X.2005.02593.x.
- 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*, 2016. doi: 10.1155/2016/7302148.
- Widyastuti, Y., Purwoko, B. S. & Yunus, D. M. 2017. Identifikasi Toleransi Kekeringan Tetua Padi Hibrida pada Fase Perkecambahan Menggunakan Polietilen Glikol (PEG) 6000, *J. Agron. Indonesia*, 44(3), p. 235. doi: 10.24831/jai.v44i3.13784.