

Pengaruh metode priming organik dan anorganik terhadap viabilitas benih padi gogo

The effect of organic and inorganic priming methods on the viability of upland rice seed

Muhammad Kadir^{1*}, Baso Darwisah¹, Miss rahma Yassin¹, Erna Halid

¹Jurusan Teknologi Produksi Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Jalan Poros Makassar - Parepare Km 83 Mandalle Pangkep

*Correspondence author : muhammadkdr@gmail.com

ABSTRAK

Priming menjadi pendekatan penting untuk meningkatkan pertahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik. Banyak senyawa yang dapat digunakan untuk priming atau metode priming yang efisien digunakan sebagai perlakuan awal benih untuk meningkatkan perkecambahan dan potensi toleransi terhadap berbagai cekaman. Pengujian metode priming menggunakan bahan organik (ekstrak daun kelor) maupun senyawa anorganik dilakukan untuk mengetahui perbedaan respon bahan yang digunakan terhadap viabilitas benih padi gogo yang menjadi salah satu parameter performa pertumbuhan tanaman pada fase pertumbuhan selanjutnya. Pengujian dilakukan pada benih padi gogo varietas Situbagendit dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan beberapa perlakuan priming yaitu priming dengan air (aquadest) sebagai kontrol, Osmopriming menggunakan Polyetilenglycol (PEG) 15 %, Redox priming menggunakan larutan H₂O₂ 3 %, dan priming menggunakan bahan organik dari ekstrak daun kelor 50%. Pengamatan dilakukan terhadap Persentase berkecambah dan Potensi Tumbuh Maksimal (%), Daya Berkecambah, Kecepatan berkecambah, Indeks Vigor, dan Keserempakan berkecambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata metode priming yang berbeda pada parameter Persentase perkecambahan dengan rata-rata persentase perkecambahan terbaik pada perlakuan Osmopriming PEG (anorganik) 87.6 % dan Ekstrak Daun Kelor (Organik) 85 %. Pengaruh yang nyata juga ditunjukkan pada Parameter Kecepatan berkecambah dengan rata-rata terbaik adalah Perlakuan Priming organik menggunakan ekstrak daun kelor menunjukkan kecepatan rata-rata perkecambahan 2,36 hari serta Priming Anorganik menggunakan larutan PEG yang menunjukkan rata-rata kecepatan berkecambah 2,4 Hari.

Kata Kunci: Priming, Perkecambahan, Padi gogo, Ekstrak daun kelor

ABSTRACT

Priming is an important approach to increase plant defense against biotic and abiotic stresses. Many compounds that can be used for priming or many efficient priming methods are used to seed pretreatments to improve germination and potential tolerance

to various stresses. Testing of the priming method using organic materials (moringa leaf extract) and inorganic compounds was carried out to know the difference in the response of the materials used to the viability of upland rice seeds which became one of the parameters of plant growth performance in the next growth phase. The tests were carried out on upland rice seeds of the Situbagendit variety in a Completely Randomized Design (CRD) with several priming treatments, namely priming with water (aquadest) as a control, Osmopriming using 15% Polyetilenglycol (PEG), Redox priming using 3% H₂O₂ solution, and priming using organic materials with Moringa leaves extract 50%. Observations were carried out of Germination Percentage and Maximum Growth Potential (%), Seed Germination rate, Germination Speed, Vigor Index, and Simultaneous Germination. The results showed that there was a significant effect of different priming methods on the Percentage of Germination parameter with the best average percentage of germination in the Osmopriming with PEG (inorganic) treatment of 87.6% and Moringa Leaf Extract (Organic) 85%. The significant effect was also shown in the Germination Speed Parameter with the best average being Organic Priming Treatment using Moringa leaf extract which showed an average germination rate of 2.36 days and Inorganic Priming using PEG solution which showed an average germination rate of 2.4 Days.

Keyword: Priming, Germination, Upland Rice, Moringa Leaf Extract

PENDAHULUAN

Setiap penduduk Indonesia rata-rata membutuhkan kira-kira 130 kg beras per tahun, sehingga konsumsi 273.879.750 jiwa penduduk Indonesia dapat mencapai 35.604.367,5 ton, oleh karena itu produksi beras Indonesia yang masih berkisar diantara 31,36 (BPS, 2022) masih rentan mengalami kekurangan dari kebutuhan nasional. Jika tidak ada kondisi yang menyebabkan gangguan pada lahan dan pertanaman padi nasional, sesungguhnya kebutuhan beras masih dapat terpenuhi dalam beberapa tahun dengan adanya tambahan sejumlah impor beras. Persoalan yang rentan terjadi adalah gangguan oleh faktor lingkungan yang menyebabkan kegagalan panen atau menggagalkan target produksi padi nasional seperti, ancaman banjir pada saat bencana *La-nina*, ancaman kekeringan pada masa *El-nino*, serangan hama penyakit dan berbagai gangguan biotok dan abiotik lain yang tidak dapat dihindari atau kondisi pemanasan global (*Climate change*) juga menjadi ancaman produksi padi nasional. Antisipasi ancaman kegagalan pada panen padi sawah, saat ini diupayakan pengembangan padi ladang (padi gogo).

Padi gogo sangat potensial dikembangkan sebagai substitusi produksi beras padi sawah dari lahan-lahan kering. Indonesia memiliki lahan kering seluas 53.963.705

Ha, atau 28.67% dari seluruh luas lahan Indonesia, dan merupakan asset yang sangat besar dalam upaya mewujudkan swasembada beras. Dari luasan tersebut 12,3 juta Ha diantaranya adalah lahan Tegalan yang dimanfaatkan untuk pertanaman padi Gogo (Abdurachman, 2020). Selanjutnya Fitria et al. (2014) mengemukakan bahwa lahan kering dapat dimanfaatkan untuk ekstensifikasi padi dengan mengembangkan budidaya padi gogo. Penanaman padi gogo di lahan kering dilakukan pada awal musim hujan, baik secara monokultur maupun tumpang sari dengan beberapa tanaman pangan lainnya. Potensi Optimalisasi lahan kering untuk pertanaman padi gogo dapat dilakukan sebagai salah satu solusi meningkatkan produksi beras yang fluktuatif disebabkan oleh banyak faktor gangguan lingkungan, bencana alam, maupun berkurangnya lahan sawah akibat tingginya konversi lahan.

Potensi lahan kering untuk padi gogo adalah ekosistem yang cenderung lebih kritis dibanding dengan ekosistem lahan sawah maupun lahan pasang surut yang selama ini digunakan untuk produksi padi sawah, oleh karena itu pengembangan padi gogo memiliki banyak persoalan yang harus dihadapi, dimana selain rata-rata produktivitas padi gogo lebih rendah dibanding padi sawah, ancaman cekaman kekeringan ekstrem, erosi dan degradasi kesuburan tanah merupakan permasalahan lain yang dihadapi (Toha, et al., 2009). Ancaman gangguan hama penyakit dan masih terbatasnya varietas unggul yang berpotensi hasil tinggi dan stabil pada lahan marginal juga merupakan persoalan pengembangan padi gogo, namun ketersediaan air dan cekaman adalah hal yang paling pokok.

Cekaman kekeringan menjadi salah satu faktor utama yang membatasi produksi hampir semua jenis tanaman di dunia. Ancaman kekeringan jangka panjang akan lebih sering terjadi di masa depan yang memiliki efek negatif pada pertumbuhan dan produksi tanaman terutama akibat adanya pemanasan global (Rivero *et al.*, 2007). Mekanisme toleransi tanaman terhadap kekeringan menjadi kajian yang tidak mudah dan belum tuntas dipahami, walaupun tanaman diketahui menunjukkan begitu banyak sifat dan aktifitas fisiologis dan biokimia untuk bertahan hidup atau survive pada kondisi cekaman kekeringan yang masih dapat terus dikaji dan dipelajari. Terdapat berbagai perlakuan dalam upaya pengujian maupun meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan, diantaranya secara

eksogen melakukan perbaikan kondisi lahan pertanaman seperti pemberian rorak dan bahan organik pada tanah, atau secara endogen pemberian aplikasi hormone, ZPT, atau perlakuan priming pada benih (*seed priming*) sebelum benih ditanam atau disemaikan.

Seed priming terbukti menjadi metode yang efektif dalam memberikan toleransi stres pada tanaman, dimana seed priming menginduksi serangkaian perubahan biokimia dalam kebutuhan benih untuk memulai proses perkecambahan seperti aktivasi enzim, memutus dormansi, metabolisme penghambat perkecambahan walaupun tergolong sebagai teknologi yang sederhana (Maiti dan Pramanik, 2013). Metode priming benih yang berbeda telah ditemukan untuk menunjukkan dampak signifikan pada perkecambahan, pertumbuhan bibit dan hasil tanaman di bawah normal serta stres yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti aerasi, suhu, cahaya, durasi pengobatan dan kualitas benih (Dawood, 2018).

Perlakuan priming pada benih sebagai perlakuan sebelum benih ditanam bertujuan meningkatkan aktifitas tanaman secara endogen sehingga diharapkan performa aktifitas tanaman secara fisiologis dan biokimia mengalami perubahan menjadi lebih survive. Efektifitas berbagai metode priming berkaitan dengan bahan yang digunakan sehingga hasil yang diperoleh untuk meningkatkan toleransi tanaman padi pada cekaman kekeringan akan berpotensi berbeda, dimana salah satu metode mungkin akan lebih baik guna meningkatkan aktifitas biokimia dan fisiologis menuju pertumbuhan yang lebih baik pada tanaman padi gogo, oleh sebab itu penelitian ini bertujuan melihat efektifitas beberapa metode priming untuk meningkatkan toleransi tanaman padi gogo terhadap cekaman kekeringan pada fase perkecambahan dan awal pertumbuhan vegetatif.

Penelitian bertujuan mengetahui apakah perbedaan metode priming yang diberikan akan memberikan hasil berbeda terhadap Viabilas benih dan pertumbuhan awal benih padi gogo varietas Situbagendit yang nantinya akan diberikan cekaman kekeringan.

Penelitian ini diharapkan akan bermanfaat dalam memberikan dan menambah informasi teknologi pengembangan padi gogo pada lahan-lahan sub-optimal dengan keterbatasan pada kondisi air atau cekaman kekeringan. Hasil penelitian juga akan

memberikan pengayaan pengetahuan dan publikasi ilmiah terbaru mengenai tanaman padi gogo dan aspek cekaman. Informasi hasil penelitian juga akan bermanfaat bagi instansi terkait yang berhubungan dengan pengembangan padi pada lahan kering di Indonesia.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Benih Tanaman Jurusan Teknologi Produksi Tanaman Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan. Menggunakan bahan dan alat berupa benih padi Gogo Varietas Situbagendit. Bahan lain adalah Polyetilen Glycol (PEG) 6000 sebagai bahan larutan osmotikum, Hidrogen Peroksida (H_2O_2), Aquadest, Natrium Hipoklorit, Ethanol 95 %, ekstrak daun Kelor, kertas saring Whatman No.1, cawan petridish, gelas ukur, timbangan Analitik. Penelitian dilakukan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) perlakuan Priming dengan beberapa metode Masing-masing : Tanpa priming sebagai Kontrol, Metode Osmopriming menggunakan PEG 15 % (Latifah dan Diah, 2020), Metode Redox Priming menggunakan Larutan H_2O_2 3 % (Ellouzi *et al.*, 2016), dan Priming Dengan Bahan Organik dari Ekstrak daun Kelor 50%.

Benih padi didesinfeksi permukaannya dengan etanol 95% selama 30 detik dan 5% natrium hipoklorit selama 5 menit kemudian dibilas beberapa kali dengan Aquadest, dan disiapkan dalam wadah benih yang akan dibagi ke tiap cawan Petridish, yang masing-masing akan disiapkan 25 benih padi. Untuk Perlakuan *Osmopriming*, pembuatan larutan PEG-6000 konsentrasi 15% dilakukan dengan cara melarutkan sebanyak 150 g PEG dengan 1.000 ml air. Selanjutnya benih direndam pada larutan PEG sebanyak 30 mL di dalam cawan petri berdiameter 12 cm selama 24 jam pada suhu kamar $25^{\circ}C$ dalam kondisi aseptik Gelap (Mouradi *et al.* 2016). Benih yang telah dipriming kemudian dibilas beberapa kali dengan Aquadest, dikeringkan anginkan dalam cawan petri yang beralaskan kertas saring *Whatman* no.1 selama 48 jam pada suhu kamar hingga kadar air asli seperti yang tidak dipriming dan kemudian segera dikecambahkan. Untuk Perlakuan *Redox Priming* Menggunakan H_2O_2 secara terpisah Benih dipriming selama 12 jam dalam larutan H_2O_2 konsentrasi 3%. Selanjutnya benih dicuci tiga kali dengan Aquadest dan dikeringkan kembali pada

suhu kamar selama 48 jam hingga kadar air benih asli seperti yang tidak dipriming dan kemudian segera dikecambahkan. Untuk Perlakuan Priming Organik dengan ekstrak Daun Kelor Benih dipriming selama 12 jam dalam larutan Ekstrak Daun Kelor 50 %, selanjutnya benih dicuci tiga kali dengan Aquadest dan dikeringkan kembali pada suhu kamar selama 48 jam hingga kadar air benih asli seperti yang tidak dipriming dan kemudian segera dikecambahkan. Semua proses perkecambahan diamati selama 12 Hari dengan arameter Pengamatan terdiri dari **Persentase berkecambah dan Potensi Tumbuh Maksimal (%)** diukur berdasarkan persentase kecambah normal maupun Abnrmal pada hari ke-7 setelah benih dikecambahkan. Menggunakan persamaan (1)

$$PTM = \frac{Jml\ Benih\ yang\ Tumbuh}{Jumlah\ benih\ ditanam} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Kecepatan berkecambah diukur berdasarkan jumlah tambahan kecambah normal setiap hari. Kecepatan tumbuh dihitung setiap hari selama 7 hari pada benih yang tumbuh normal. Kecepatan tumbuh dihitung dengan persamaan (2):

$$KCT = \sum \frac{\%Kecambah\ Normal\ Saat\ pengamatan}{Waktu\ Pengamatan\ ke\ i} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Indeks Vigor dilakukan terhadap jumlah kecambah normal pada hitungan pertama (*first count*) yaitu pada hari ke-5 (ISTA, 2010). Dengan Persamaan (3):

$$IV = \frac{Jml\ Kecambah\ Normal\ Hitungan\ Pertama}{Jumlah\ benih\ ditanam} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keserempakan berkecambah berkecambah diukur berdasarkan jumlah normal kuat pada hari ke 6 setelah benih dikecambahkan. Menggunakan persamaan (4)

$$KST = \frac{Jml\ Kecambah\ Normal\ HT6}{Jumlah\ benih\ ditanam} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa data menunjukkan bahwa dari parameter pengamatan viabilitas benih padi gogo dengan perlakuan metode priming berbeda, yaitu *Persentase berkecambah dan Potensi Tumbuh Maksimal (%)*, *Kecepatan berkecambah*, *Indeks Vigor dan Keserempakan berkecambah*, hanya parameter Persentase Perkecambahan (dan potensi tumbuh maksimal) (%) dan Kecepatan Berkecambah (hari) yang memberikan pengaruh nyata, sementara parameter indeks Vigor dan keserempakan berkecambah berbeda tidak nyata.

Rata-rata Persentase perkecambahan dan potensi tumbuh maksimal (%) benih padi gogo pada berbagai metode priming benih ditunjukkan pada Tabel 1, sementara rata-rata kecepatan perkecambahan (hari) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata persentase perkecambahan dan potensi tumbuh maksimal (%) benih padi gogo pada berbagai metode priming benih

Metode Priming	Rata-rata % perkecambahan
Kontrol	75.00 b
Osmopriming	87.60 a
Redox Priming	77.25 b
Organik Priming	85.00 a

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama untuk membandingkan dua nilai pengamatan berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT 0.05

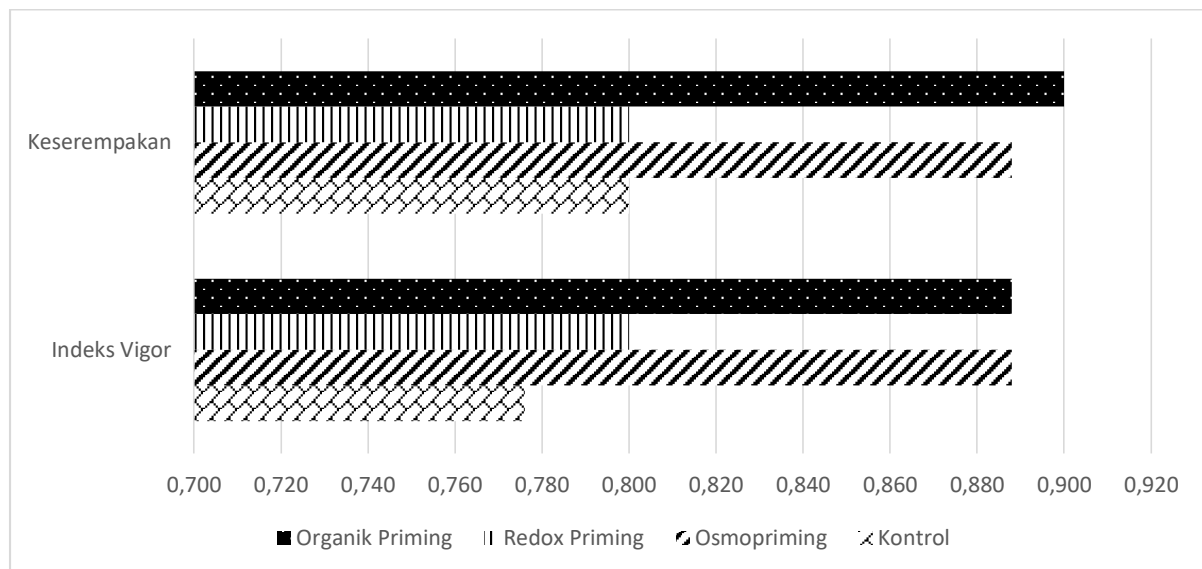
Tabel 1 menunjukkan bahwa terhadap kelima perlakuan, metode priming Osmopriming menggunakan PEG 15 % dan Priming dengan bahan Organik dari Ekstrak daun Kelor 50% memberikan persentase terbaik dengan masing-masing 87,6 dan 85 %, kedua metode ini memberikan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan redox dan Kontrol.

Tabel 2. Rata-rata kecepatan berkecambah (hari) benih padi gogo pada berbagai metode priming benih

Metode Priming	Rata-rata % perkecambahan
Kontrol	2.81 a
Osmopriming	2.40 b
Redox Priming	2.65 ab
Organik Priming	2.36 b

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama untuk membandingkan dua nilai pengamatan berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT 0.05

Tabel 2 menunjukkan bahwa metode Priming dengan bahan Organik Ekstrak daun Kelor 50% memberikan rata-rata kecepatan perkecambahan 2,36 hari dan priming Osmopriming menggunakan PEG 15 % memberikan kecepatan berkecambah rata-rata 2,4 hari, dimana rata-rata kedua perlakuan tersebut lebih baik dan berbeda nyata dengan perlakuan Kontrol pada taraf uji BNT 0.05.



Gambar 1. Rata-rata Indeks Vigor dan Keserempakan tumbuh Kecambah padi Gogo pada berbagai metode priming benih

Indeks vigor maupun keserempakan tumbuh ditunjukkan pada Gambar 1 dimana untuk Indeks Vigor tertinggi ditunjukkan priming bahan Organik Ekstrak daun Kelor 50% dan metode Priming Osmopriming, demikian pula untuk keserempakan tumbuh kecambah kedua perlakuan menunjukkan nilai yang lebih tinggi.

Manfaat yang dapat diberikan seed-priming termasuk tingkat perkecambahan yang lebih cepat, kekuatan bibit dan pembentukan tanaman dalam kondisi kurang optimal, juga mengurangi serangan penyakit yang ditularkan melalui tanah, meningkatkan produksi enzim seperti POD dan CAT yang melindungi tanaman terhadap kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas sehingga mengurangi efek samping yang disebabkan oleh stres pada tanaman (Pawar dan Laware, 2018). Mekanisme pertahanan yang dikembangkan sebagai hasil dari priming benih juga membentuk 'memori primer' yang membantu mencapai toleransi yang lebih besar terhadap stres abiotik pada paparan selanjutnya (Hasanuzzaman *et al.*, 2019)

Priming menjadi pendekatan penting untuk meningkatkan pertahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik (Hossain *et al.* 2015). Hal ini didefinisikan sebagai pra-paparan benih atau bibit muda untuk agen kimia atau stres abiotik (salinitas, kekeringan, suhu dingin) membuat tanaman lebih tahan terhadap tekanan berikutnya dan lebih mampu dengan cepat mendeteksi sinyal

kedua (Borges *et al.*, 2014). Priming memperkuat sistem antioksidan dan meningkatkan potensial perkecambahan biji yang berakibat pada meningkatnya toleransi terhadap stres. Priming menghasilkan seedling yang lebih sehat dan kuat sehingga tanaman dapat tumbuh lebih cepat di lapangan serta terhindar dari penyakit atau tekanan lain dalam proses perkembangannya. Seedling yang lebih kuat memiliki kemampuan yang lebih baik dalam bertahan terhadap kondisi stress (Cheng *et al.*, 2016; Debarma, dan Das, 2017). Banyak senyawa priming atau metode priming yang efisien digunakan. Salah satu hasil penelitian melaporkan bahwa perlakuan awal benih dengan GA (priming hormonal) meningkatkan perkecambahan dan meningkatkan toleransi pada tanaman trifolium yang ditanam di tanah yang terkontaminasi logam berat (Galhaut *et al.* 2014). Ouhibi *et al.* (2014) menjelaskan bahwa paparan radiasi UV biji selada memperkuat ketahanan spesies ini terhadap stress garam (salinitas). Perlakuan Osmopriming (Menggunakan Sorbitol, mannitol atau PEG) adalah perlakuan awal yang bermanfaat untuk biji kapas dan memberi spesies ini toleransi stres oksidatif berikutnya. Selain *Osmopriming*, ada berbagai metode priming untuk tujuan peningkatan toleransi tanaman terhadap kekeringan atau cekaman abiotik lainnya yang dilaporkan Rani *et al.*, 2021, diantaranya *Halopriming* (menggunakan media/agen NaCl, NaCl, KNO₃, CaSO₄), **Hydropriming** (menggunakan media/agen H₂O), Chemical Priming (Ethanol, Choline, ZnSO₄, BABA, dll), **Redox Priming** (H₂O₂, Glutathione, Cysteine), Biopriming (menggunakan agens hayati *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, *Trichoderma sp*) maupun **Priming menggunakan ekstrak tanaman** (Essensial oil). Perlakuan priming dapat meningkatkan perkecambahan, mempercepat waktu kemunculan bibit dan meningkatkan pembentukan tegakan (Nawaz *et al.*, 2013).

SIMPULAN

Terdapat pengaruh nyata metode priming yang berbeda pada parameter Persentase perkecambahan dengan rata-rata persentase perkecambahan terbaik pada perlakuan Osmopriming PEG (anorganik) 87.6 % dan Ekstrak Daun Kelor (Organik) 85 %. Pengaruh yang nyata juga ditunjukkan pada Parameter Kecepatan berkecambah dengan rata-rata terbaik adalah Perlakuan Priming organik menggunakan ekstrak daun

kelor menunjukkan kecepatan rata-rata perkecambahan 2,36 hari serta Priming Anorganik menggunakan larutan PEG yang menunjukkan rata-rata kecepatan berkecambah 2,4 Hari

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih kami tujukan Kepada Direktur Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, dan LPPM Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene dan Kepulauan dimana penelitian ini terlaksana atas bantuan dana penelitian BOPTN tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrachman, S.S. 2020. Statistik Lahan pertanian Tahun 2015-2019. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Sekjen Departemen Pertanian Republik Indonesia. Jakarta
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Statistika Pertanian Indonesia. BPS. Jakarta
- Borges A.A, Jiménez-Arias D, Expósito-Rodríguez M, Sandalio L.M, Pérez J.A. 2014. Priming crops against biotic and abiotic stresses: MSB as a tool for studying mechanisms. *Front. Plant. Sci* 2014; 5: 642 doi: 10.3389/fpls.2014.00642
- Cheng, X., Deng, G., Su, Y., Liu, J.J., Yang, Y., Du, G.H., Chen, Z.Y., Liu, F.H., 2016. Protein mechanisms in response to NaCl-stress of salt-tolerant and salt-sensitive industrial hemp based on iTRAQ technology. *Ind. Crop. Prod.* 83, 444–452.
- Dawood, M.G., 2018. Stimulating plant tolerance against abiotic stress through seed priming. In: Rakshit, A., Singh, H.B. (Eds.), *Advances in Seed Priming*. Springer, Singapore, pp. 147183.
- Debbarma, M., S.P. Das. 2017. Priming of seed: Enhancing growth and development. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sc.* 6:2390-2396.
- Ellouzi, H, Sghayar S, Abdelly C. 2016. H₂O₂ seed priming improves tolerance to salinity; drought and their combined effect more than mannitol in *Cakile maritima* when compared to *Eutrema salsugineum*. *Journal of Plant Physiology* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2016.11.014>
- Fitria, Eka, Ali MN. 2014. Kelayakan usaha tani padi gogo dengan pola Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Widyariset.* 17(3): 425-434.
- Galhaut L, Lespinay A, Walker DJ, Bernal MP, Correal E, Lutts S.. Seed priming of *Trifolium repens L* improved germination and early seedling growth on heavy metal-contaminated soil. *Water. Air. Soil. Pollut.* 2014; 225-1905 doi:10.1007/s11270-014-1905-1
- Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Oku, H., Islam, M.T., 2019. *Plant Tolerance to Environmental Stress: Role of Phytoprotectants*. CRC Press.
- Hossain MA, Bhattacharjee S, Armin SM, Qian P, Xin W, Li HY, Burritt DJ, Fujita M, Tran LSP Hydrogen peroxide priming modulates abiotic oxidative stress

- tolerance: insights from ROS detoxification and scavenging. *Front Plant Sci* 2015; 6: 420 doi: 10.3389/fpls.2015.00420
- [ISTA] International Seed Testing Association (ISTA). 2010. *Seed Science and Technology*. International rules for seed testing. Zurich: International Seed Testing Association.
- Rao, K.V.M., A.S. Raghavendra, K.J. Reddy. 2006. Raghavendra, K.J. Reddy. 2006. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Springer, Netherlands, NL.
- Latifa, A., Diah R. 2020. Pengaruh *Osmopriming* Benih terhadap Pertumbuhan dan Morfologi Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) pada Cekaman Kekeringan. *J. Agron. Indonesia*, Agustus 2020, 48(2):165-172
- Maiti, R., Pramanik, K., 2013. Vegetable seed priming: a low cost, simple and powerful techniques for farmers'livelihood. *Int. J. Bio-resour. Stress Manag.* 4(4), 475-481.
- Mouradi,M., Abdelaziz B, Farissi M, Lahbib L, Ahmed Q, Cherki G. 2016. Seed osmopriming improves plant growth, nodulation, chlorophyll fluorescence and nutrient uptake in alfalfa (*Medicago sativa* L.) – rhizobia symbiosis under drought stress *Scientia Horticulturae* 213 (2016) 232–242
- 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.
- Ouhibi C, Attia H, Rebah F, Msilini N, Chebbi M, Aarouf J, Urban L, Lachaal M. 2014. Salt stress mitigation by seed priming with UV-C in lettuce plants, growth, antioxidant activity and phenolic compounds. *Plant. Physiol. Biochem.* 2014; 83: 126–133 doi:10.1016/j.plaphy.2014.07.019
- Pawar, V.A., Laware, S.L., 2018. Seed priming a critical review. *Int. J. Sci. Res. Biol. Sci.* 5, 94–101.
- Rani, S., Pradeep K, Pooja S., 2021. Biotechnological interventions for inducing abiotic stress tolerance in crops. *Plant Gene* 27 (2021) 100315. <https://doi.org/10.1016/j.plgene.2021.100315>
- Santhy, V, Meshram M, Wakde R, Vijaya Kumari PR. Hydrogen peroxide pre-treatment for seed enhancement in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Afric. J. Agric. Res* 2014; 9: 1982–1989 doi: 10.5897/AJAR2013.7210
- Rivero, R.M., Kojima, M., Gepstein, A., Sakakibara, H., Mittler, R., Gepstein, S., Blumwald, E., 2007. Delayed leaf senescence induces extreme drought tolerance in a flowering plant. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 104, 19631–19636.
- Toha, H.M., K.Pirngadi, K. Permadi dan A.M.Fagi. 2009. Meningkatkan dan Memantapkan Produktivitas dan Produksi Padi Gogo. http://www.litbang.deptan.go.id/special/padi/bbpadi_2009_itp_06.pdf. (21 April 2022)