

Efektivitas Osmopriming dalam Meningkatkan Vigor dan Viabilitas Benih Bayam

Effectiveness of Osmopriming in Enhancing the Vigor and Viability of Spinach Seeds (Amaranthus sp.)

Adhitya Vishnu Pradana¹, Anung Wahyudi^{1*}, Mertya Anugrah¹

¹Politeknik Negeri Lampung / Teknologi Perbenihan

*E-mail : anung@polinela.ac.id

ABSTRACT

The availability of quality spinach (Amaranthus sp.) seeds is often hampered by expiration issues that drastically reduce germination. This study aims to analyze the effectiveness of osmopriming treatment in restoring the physiological quality of expired spinach seeds and determine the most optimal time for observing radicle emergence (ER). The experiment was conducted in April–May 2025 at the Seed Science Laboratory of Lampung State Polytechnic using a one-factor Completely Randomized Design (CRD). Spinach seeds that had expired for six years were given four invigoration treatments, namely Control, 5% KNO₃, 5% PEG 6000, and 150 ppm GA₃ with four replications. The results showed that osmopriming using 5% PEG 6000 and 150 ppm GA₃ was the best treatment in significantly increasing seed viability and vigor. The 5% PEG 6000 treatment produced the highest germination rate (98.66%) and the best vigor index (82.66%), followed by GA₃150 ppm which produced the fastest growth rate of 96.02% KN/etmal. In contrast, the control treatment gave the lowest results with the percentage of abnormal shoots reaching 16.00%. Through the rapid test method, the 5% PEG 6000 and 150 ppm GA₃ treatments were able to trigger the fastest radicle emergence with an extreme exponential curve spike since the 16th hour after imbibition. The most optimal RE observation time was achieved at the 30th hour by the 5% PEG 6000 treatment (97.33%) and reached a perfect accumulation of 100.00% at the 42nd hour by the 150 ppm GA₃ treatment. This study proves that the RE test is effective as a rapid indicator to evaluate the recovery of vigor of small spinach seedlings.

Keywords: *Invigoration, seed deteriorated, rapid test, radicle emergence, vigor*

Disubmit : 03 Juni 2025, **Diterima :** 16 Juli 2025, **Disetujui :** 23 Juli 2025;

PENDAHULUAN

Bayam (*Amaranthus sp.*) adalah salah satu komoditas sayuran daun yang populer di Indonesia karena memiliki kandungan gizi seperti zat besi, vitamin dan serat serta mudah dibudidayakan dan memiliki masa panen yang singkat, membuat bayam digemari masyarakat untuk menanam sendiri. Tingginya tingkat konsumsi baik ditingkat petani dan di tingkat ibu rumah tangga menuntut ketersediaan benih yang lancar (Mukuwapasi et al., 2024). Produksi benih dalam jumlah besar mengakibatkan benih yang sudah tersimpan lama karena tidak laku terjual telah mencapai atau melewati masa kadaluwarsa (expired). Benih yang sudah kadaluwarsa tersebut masih memiliki manfaat biologis untuk di tanam, walau ada resiko menurunnya daya berkecambah (Makhaye et al., 2021). Namun, daya berkecambah dapat ditingkatkan dengan perlakuan yang tepat (Kamson et al., 2021). Pemanfaatan kembali benih kadaluwarsa ini sesuai dengan target Sustainable



Lisensi

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

Development Goals (SDGs) poin 2 (Tanpa Kelaparan) dan Poin 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) dengan mengurangi limbah pertanian dan optimalkan sumberdaya yang ada.

Penurunan daya berkecambah setelah terjadi penurunan mutu diperlukan penanganan benih yang tepat, cepat, murah dan mudah agar fungsi fisiologis kembali. Solusi sederhana seperti invigorasi dapat diaplikasikan pada benih (Makhaye et al., 2021). Merendam benih dengan hidrasi terkontrol memberikan benih waktu untuk menyerap air untuk mengaktifkan proses metabolisme dalam benih ditingkat seluler (Ilyas, 2012; Ma et al., 2024). Implementasi teknik invigorasi ini terbukti mampu meningkatkan kembali nilai viabilitas (daya berkecambah) sekaligus meningkatkan vigor (kecepatan dan keserempakan tumbuh) benih yang sebelumnya telah melemah (Marcos-Filho, 2016).

Keberhasilan invigorasi benih bayam dapat dilihat dari persentase daya berkecambah dan vigor benih, pengamatan tersebut memerlukan waktu beberapa hari. Metode uji cepat seperti radicle emergence (RE) dapat dijadikan indikator uji cepat yang mudah, murah dan cepat untuk menguji viabilitas dan vigor benih (Ghaleb et al., 2022). Prinsip pengujian RE didasarkan pada korelasi kuat bahwa benih dengan vigor tinggi akan memecah kulit benih dan memunculkan radikula (akar lembaga) secara signifikan lebih cepat dibandingkan dengan benih yang lemah. Pada benih bayam yang memiliki ukuran fisik kecil, pengamatan RE memberikan keuntungan praktis karena tidak memerlukan waktu pengamatan yang lama seperti pada uji laboratorium konvensional. Demir et al. (2022) menjelaskan informasi mengenai radicle emergence sebagai parameter utama pada tanaman hortikultura pada bayam masih terbatas, sehingga perlu kajian mendalam untuk menemukan formula osmopriming yang paling responsif dalam memulihkan kualitas fisiologis benih bayam.

Berdasarkan kondisi tersebut penelitian ini difokuskan pada penerapan teknik osmopriming menggunakan bahan kimia seperti KNO₃ (kalium nitrat), PEG 6000 (Polyethylene Glycol) dan GA₃ (asam giberelat). Penggunaan kalium nitrat untuk merangsang perkecambahan, PEG 6000 berperan dalam pengaturan tekanan osmotik, dan giberelin berperan meningkatkan aktivitas enzim hidrolitik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan efektifitas perlakuan osmopriming serta mempelajari waktu pengamatan radicle emergence yang paling optimal untuk menentukan viabilitas dan vigor benih.

METODE PENELITIAN

Percobaan ini dilakukan pada bulan April - Mei 2025 di Laboratorium Ilmu Benih, Program Studi Teknologi Benih, Jurusan Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Negeri Lampung. Benih bayam yang diproduksi oleh East-West telah melewati tanggal kadaluarsa selama enam tahun.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acal Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu perlakuan osmopriming. Perlakuan yang digunakan adalah kontrol, KNO₃ 5%, PEG 6000 5% dan GA₃ 150 ppm. Perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga diperoleh 16 unit percobaan. Benih yang digunakan dalam satu unit sebanyak 25 butir. Benih ditanam menggunakan metode *Top Paper* dalam kotak transparan (17 cm × 11 cm × 5 cm) yang berisi tiga lapis kertas buram. Benih dikecambahkan pada suhu ruangan 25°C dan kelembaban relatif 70-80%. Pengamatan dilakukan pada kemunculan radikel (RE) (%), persentase perkecambahan (%), indeks vigor (%), benih segar (%), berat kering kecambah normal (g), dan persentase kecambah abnormal (%) yang mengacu pada ISTA 2024. Selain itu, laju pertumbuhan (%KN/etmal) dan potensi pertumbuhan maksimum (%) (Miranda et al., 2025).

Pengamatan dilakukan setiap 2 hingga 48 jam, sebelum melanjutkan ke penghitungan pertama pada hari ketiga. Pengamatan pertama persentase perkecambahan dilakukan pada hari ke-3 dan pengamatan penghitungan terakhir dilakukan pada hari ke-5. Pengamatan kemunculan radikel (RE) dilakukan setelah munculnya radikel dengan panjang 2 mm. Persentase kecambah abnormal diamati pada hari ke-5 yang tidak berkecambah secara normal. Indeks vigor diamati ketika persentase kecambah normal pada penghitungan

pertama pada hari ke-3. Berat kering kecambah normal ditentukan dengan memisahkan kecambah normal untuk ditimbang. Berat kering kecambah normal diperoleh dengan mengeringkan kecambah normal dalam oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Kecepatan tumbuh dihitung berdasarkan jumlah Kecambah Normal (KN) yang mampu berkecambah setiap 24 jam (etmal). Potensi pertumbuhan maksimum diamati dengan menjumlahkan kecambah normal pada hari pertama, hari kedua, dan kecambah abnormal.

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik MINITAB 22 dengan regresi linier dan uji analisis varians (ANOVA) pada $\alpha=5\%$, untuk menguji perbandingan rata-rata perlakuan. Jika hasilnya menunjukkan efek yang signifikan, pengujian lebih lanjut dilakukan menggunakan Uji Tukey/*Honestly Significant Design* (HSD) pada tingkat $\alpha=5\%$ untuk menentukan perbedaan rata-rata antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis HSD menunjukkan hasil osmopriming terbaik pada perlakuan PEG 6000 5% dengan daya berkecambah dan indeks vigor masing masing 98,66% dan 82,66% diikuti dengan GA₃ 150 ppm dan KNO₃ 5% (Tabel 1). Hasil kecambah abnormal terendah ditunjukkan pada perlakuan PEG 6000 5% yaitu 1,33% dan tertinggi pada perlakuan kontrol 6%. Kecepatan kecambah tertinggi pada perlakuan GA₃ 150 ppm yaitu 96,02 %KN/Etmal. Berat kering kecambah normal pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada masing masing perlakuan.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil uji lanjut HSD

Perlakuan	Germination Rate (%)	Abnormal Seedling Rate (%)	Vigour Index (%)	Growth Rate (%KN/Etmal)	Normal Seedling Dry Weight (%)	Maximum Potential Growth (%)
Kontrol	64,00b	16,00a	9,33c	11,21c	0,17a	80,00b
KNO ₃ 5%	97,33a	1,33b	37,33b	52,57b	0,31a	98,66a
PEG 6000 5%	98,66a	1,33b	82,66a	89,95a	0,24a	100,00a
GA ₃ 150 ppm	97,33a	2,66b	82,66a	96,02a	0,24a	100,00a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama artinya tidak berbeda nyata

KNO₃ berperan penting dalam perbaikan jaringan yang rusak, termasuk membran sel, DNA, dan protein responsif terhadap stres, pada benih yang mengalami stres abiotik dengan menetralkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Thakur *et al.*, 2019). Secara keseluruhan, KNO₃ secara signifikan meningkatkan kekuatan bibit yang berasal dari benih bayam yang sudah kadaluarsa. Perlakuan zat pengatur tumbuh eksogen berupa GA₃ 150 ppm juga memberikan efektivitas yang setara dalam memacu pertumbuhan tanaman, bahkan menghasilkan kecepatan pertumbuhan (*growth rate*) tertinggi sebesar 96,02%. Giberelin bertindak sebagai kurir kimiawi yang langsung aktif menuju lapisan aleuron untuk memicu transkripsi gen pengkode enzim hidrolitik, khususnya amilase. Enzim-enzim ini secara agresif merombak cadangan makanan (seperti pati) di dalam endosperma menjadi gula sederhana yang siap ditranslokasikan ke titik tumbuh embrio (Thongtip *et al.*, 2022).

Hasil pengamatan *radicle emergence* (RE) pada bayam menunjukkan pada pengamatan jam ke 30 perlakuan PEG 6000 5% dan GA₃ 150 ppm masing-masing 97,33% dan 90,66%. Hasil terendah pada perlakuan kontrol yaitu 2,66 %. Pengamatan terakhir pada jam ke 42 ditunjukkan oleh GA₃ 150 ppm yaitu 100%. Perlakuan kontrol dan KNO₃ 5% masih dibawah 80% (Tabel 2).

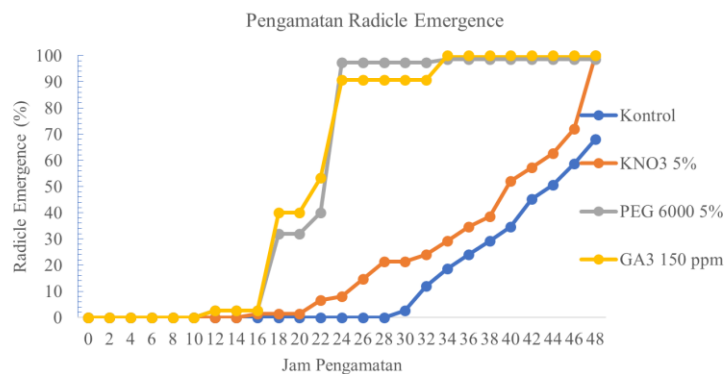
Keunggulan PEG 6000 terletak pada kemampuannya mengatur potensial osmotik secara presisi selama proses perendaman pra-tanam. Saat benih divakor menggunakan PEG, benih diberikan kesempatan untuk melakukan hidrasi secara perlahan tanpa merusak struktur seluler akibat desorpsi air yang mendadak. Kondisi ini memicu aktivasi sistem perbaikan internal (*repair mechanism*) (Cañizares *et al.*, 2024). Pandey (2017) menyatakan bahwa priming kimia lebih unggul daripada hydropriming dalam meningkatkan perkecambahan dan vigor. Efek ini disebabkan oleh matriks sinergis fitohormon (IAA, GA, dan sitokinin)

(Paiman, 2023), metabolit berbasis sulfur, dan antioksidan yang berfungsi sebagai biostimulan untuk mengkatalisis perbanyakan sel dan mengurangi stres oksidatif yang disebabkan oleh invigorasi.

Tabel 2. Tekapitulasi Hasil uji lanjut HSD radicle emergence

Source	Radicle Emergence 30 hours (%)	Radicle Emergence 42 hours (%)
Kontrol	2,66c	45,33b
KNO ₃ 5%	21,33b	57,33b
PEG 6000 5%	97,33a	98,66a
GA ₃ 150 ppm	90,66a	100,00a

Ketereangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata



Gambar 1. Pengamatan radicle emergence pada masing masing perlakuan

Berdasarkan visualisasi kurva *Radicle Emergence* (RE), perlakuan invigorasi menggunakan GA₃150 ppm dan PEG 6000 5% terbukti paling efektif dalam memulihkan kekuatan tumbuh benih bayam yang mengalami kemunduran mutu, ditandai dengan lonjakan grafik eksponensial yang ekstrem sejak jam ke-16 (Gambar 1) hingga mencapai titik optimal 90–100% jauh lebih cepat dan serempak dibandingkan perlakuan lainnya.

Lompatan kurva eksponensial yang cepat pada perlakuan PEG 6000 5% terjadi karena metode invigorasi (osmopriming) telah menyelesaikan fase imbibisi (Fase I) dan sebagian besar fase aktivasi metabolik (Fase II) secara terkontrol sebelum benih ditanam. Ketika benih diimbibisi kembali dengan air murni pada saat pengujian, benih tidak lagi memerlukan waktu untuk sintesis enzim dari awal ataupun perbaikan membran sel, melainkan langsung masuk ke Fase III perkecambahan (Bewley 2013), yaitu perpanjangan sel radikula yang digerakkan oleh tekanan turgor. Sementara itu, akselerasi kurva yang hampir berimpit pada perlakuan GA₃ 150 ppm didorong oleh peran giberelin eksogen yang memotong jalur biokimia aktivasi enzim. GA₃ langsung menstimulasi pelepasan enzim hidrolitik untuk merombak endosperma secara cepat (MacDonald & Mohan, 2025), sehingga dinding sel di sekitar radikula melunak secara mekanis (*endosperm weakening*) dan mempermudah radikula menembus kulit benih dalam waktu yang sangat singkat. Idris *et al.*, (2020) menyatakan bahwa empat spesies amaranth liar memiliki waktu imbibisi kurang dari 30 jam. Durasi perendaman dikontrol untuk memungkinkan benih mempertahankan dan memperpanjang fase imbibisi kedua, sehingga memberikan waktu yang cukup untuk aktivasi enzim dan metabolisme pati.

Demir *et al.*, (2023) menjelaskan bahwa hal ini mencerminkan kemampuan *radicle emergence* (RE) untuk mengurutkan kelompok benih dengan daya berkecambah tinggi secara akurat melalui penilaian vigor benih. Pengamatan ini sejalan dengan definisi yang mencirikan vigor perkecambahan sebagai cakupan dari

seluruh rangkaian atribut yang memengaruhi aktivitas dan performa benih, sehingga menjamin keberhasilan perkecambahan di bawah berbagai kondisi lingkungan. Lebih lanjut, temuan ini juga sejalan dengan penelitian lain pada benih jagung yang menunjukkan bahwa waktu optimal untuk penilaian RE dapat berbeda ketika menilai benih yang memang sudah memiliki kualitas tinggi (Matthews *et al.*, 2011).

KESIMPULAN

Perlakuan osmopriming menggunakan PEG 6000 5% dan GA₃ 150 ppm merupakan perlakuan terbaik dan paling efektif dalam meningkatkan viabilitas dan kekuatan benih bayam yang sudah kadaluarsa. Hasil uji cepat menunjukkan bahwa PEG 6000 5% dan GA₃ 150 ppm mampu memicu kemunculan radikel (RE) tercepat dengan lonjakan eksponensial ekstrem sejak jam ke-16. Kecepatan RE ini berhasil mencapai titik optimal pada jam ke-30 sebesar 97,33% pada perlakuan PEG 6000 5% dan mencapai akumulasi sempurna hingga 100% pada jam ke-42 melalui perlakuan GA₃ 150 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M. and Nonogaki, H. 2013. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. Springer, New York, NY. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>.
- Cañizares, E., Giovannini, L., Gumus, B.O., Fotopoulos, V., Balestrini, R., González-Guzmán, M. and Arbona, V. 2024. Seeds of Change: exploring the transformative effects of seed priming in sustainable agriculture. *Physiologia Plantarum*, 177(e70226). <https://doi.org/10.1111/ppl.70226>
- Demir, I., C.O. Kuzucu, S. Ermis, and G. Öktem. 2022. Radicle Emergence as Seed Vigour Test Estimates Seedling Quality of Hybrid Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Cultivars in Low Temperature and Salt Stress Conditions. *Horticulturae* 9(1): 3. doi: 10.3390/horticulturae9010003.
- Demir, I., Kuzucu, C., Ermis, S. and Öktem, G. 2023. Radicle Emergence as Seed Vigour Test Estimates Seedling Quality of Hybrid Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Cultivars in Low Temperature and Salt Stress Conditions. *Horticulturae*, 9(3), pp.1-12. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010003>.
- Ghaleb, W., L.Q. Ahmed, M.-H. Wagner, A. Eprinchard-Ciesla, W.E. Olivares-Rodríguez, et al. 2022. The Concepts of Seed Germination Rate and Germinability: A Re-Evaluation for Cool-Season Grasses. *Agronomy* 12(6): 1291. doi: 10.3390/agronomy12061291.
- Han, H., X. Li, T. Wang, and F. Shi. 2022. Study on Environmental Conditions of Seed Germination and Seedling Growth of Invasive Plant *Amaranthus palmeri* S. Watson. *Pol. J. Environ. Stud.* 31(1): 681–690. doi: 10.15244/pjoes/139378.
- Idris, L.M., R. Nulit, F. Qamaruz Zaman, and F.K.M. Arifin. 2020. Hydrotime analysis of *Amaranthus* spp. seed germination under salinity condition. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 17: 100249. doi: 10.1016/j.jarmap.2020.100249.
- Ilyas, S. 2012. *Ilmu dan Teknologi Benih*. IPB Press, Bogor.
- Kamson, W., R.R. Lahay, and N. Rahmawati. 2021. Invigoration of expired chilli plant (*Capsicum frutescens* L.) seeds with various concentrations and soaking duration of bean sprout extract. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 782(4): 042019. doi: 10.1088/1755-1315/782/4/042019.
- Ma, L., J. Wei, G. Han, X. Sun, and X. Yang. 2024. Seed osmopriming with polyethylene glycol (PEG) enhances seed germination and seedling physiological traits of *Coronilla varia* L. under water stress (H. Shi, editor). *PLoS ONE* 19(5): e0303145. doi: 10.1371/journal.pone.0303145.
- MacDonald, M.T. and Mohan, V.R. 2025. Chemical Seed Priming: Molecules and Mechanisms for Enhancing Plant Germination, Growth, and Stress Tolerance. *Current Issues in Molecular Biology*, 47(3), pp. 1-19. <https://doi.org/10.3390/cimb47030177>

- Pradana, dkk: *Effectiveness of Osmopriming in Enhancing the Vigor and Viability of Spinach Seeds (Amaranthus sp.)...*
- Makhaye, G., M.M. Mofokeng, S. Tesfay, A.O. Aremu, J. Van Staden, et al. 2021. Influence of plant biostimulant application on seed germination. *Biostimulants for Crops from Seed Germination to Plant Development*. Elsevier. p. 109–135.
- Marcos-Filho, J. 2016. *Seed Physiology of Cultivated Plants*. 2nd ed. Abrates, Brazil.
- Paiman, P. and Hendrawan, E. 2023. The Role of Allium Extracts in Stimulating Rice Growth. *Applied Ecology and Environmental Research*, 21(5), pp. 4343-4352.
- Pandey, P., Bhanuprakash, K. and Umesh. 2017. Effect of Seed Priming on Seed Germination and Vigour in Fresh and Aged Seeds of Cucumber. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*, 2(4), pp.2261-2264. <http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/2.4.88>.
- Thakur, M., P. Sharma, and A. Anand. 2019. Seed Priming-Induced Early Vigor in Crops: An Alternate Strategy for Abiotic Stress Tolerance. In: Hasanuzzaman, M. and Fotopoulos, V., editors, *Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings*. Springer Singapore, Singapore. p. 163–180
- Thongtip, A., K. Mosaleeyanon, S. Korinsak, T. Toojinda, C.T. Darwell, et al. 2022. Promotion of seed germination and early plant growth by KNO₃ and light spectra in *Ocimum tenuiflorum* using a plant factory. *Sci Rep* 12(1): 6995. doi: 10.1038/s41598-022-11001-5.