



DINAMIKA IMBIBISI BENIH BUNCIS (*Phaseolus vulgaris* L.) SELAMA PERENDAMAN DALAM AQUADES

Yuni Nurfiana^{1*}, M. Amien Rais², Anni Nuraisyah³

¹Fakultas Pertanian, Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia

²Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia

³Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Negeri Jember, Indonesia

Email: yuni.nurfiana@trunojoyo.ac.id

Abstract

*This study aimed to determine the imbibition rate of bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) through soaking in distilled water (aquades) for 32 hours. The imbibition process was observed by measuring the seed weight every two hours using a digital scale. A total of 25 seeds were used for each replication, with five replications conducted. The results showed that water uptake occurred rapidly during the first 8 hours and then slowed down and showed no further imbibition activity until the 32nd hour. The data revealed a characteristic imbibition curve pattern, providing valuable insights for pre-sowing seed treatment to enhance germination efficiency. This research is important to determine how long farmers should soak seeds before planting to achieve optimal germination while preventing excessive soaking that may cause seed rot.*

Keywords: Bean Seeds, Imbibition, Soaking Duration

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju imbibisi benih buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) melalui perendaman dalam aquades selama 32 jam. Proses imbibisi diamati dengan cara menimbang berat benih setiap dua jam menggunakan neraca digital. Sebanyak 25 butir benih digunakan pada setiap ulangan, dengan total lima ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan air terjadi dengan cepat selama 8 jam pertama, kemudian melambat dan tidak menunjukkan aktivitas imbibisi hingga jam ke-32. Data menunjukkan pola kurva imbibisi yang khas, sehingga dapat memberikan informasi penting mengenai perlakuan awal benih sebelum tanam. Penelitian ini penting untuk mengetahui berapa lama petani perlu merendam benih agar memperoleh daya berkecambah optimal sekaligus menghindari perendaman berlebihan yang dapat menyebabkan benih membusuk.

Kata Kunci: Benih Buncis, Imbibisi, Lama Perendaman

1. Pendahuluan

Perkecambahan merupakan tahap awal dalam siklus hidup tanaman yang sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan selanjutnya (Rajjou et al., 2012; Reed et al., 2022). Proses awal perkecambahan diawali dengan imbibisi, yaitu penyerapan air oleh benih kering, yang menyebabkan pembengkakan jaringan dan aktivasi metabolisme internal (Abayechaw & Wolchafo, 2020). Pada tahap ini, air memicu kembalinya aktivitas enzimatik, respirasi, dan sintesis protein yang diperlukan untuk perkembangan embrio tanaman (Ali & Elozeiri, 2017).

Benih tanaman pada umumnya memiliki masa dormansi, yaitu kondisi ketika benih tidak segera berkecambah meskipun berada dalam kondisi lingkungan yang sesuai (Finch-Savage et al., 2006; Lamont & Pausas, 2023). Dalam praktik pertanian, petani sering merendam benih sebelum ditanam dengan tujuan untuk memecah dormansi tersebut dan mempercepat proses perkecambahan. Perendaman berfungsi sebagai pemicu imbibisi yang mempercepat aktivasi fisiologis benih (Odoi et al., 2021).

Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia (Susilawati & Lakitan, 2019). Keberhasilan pertumbuhan buncis sangat dipengaruhi oleh kualitas benih dan proses fisiologis awal, termasuk imbibisi (Syanda et al., 2018). Studi tentang laju imbibisi pada benih buncis sangat diperlukan untuk menentukan waktu dan perlakuan perendaman yang optimal agar meningkatkan viabilitas dan vigor benih.

Penentuan durasi perendaman yang tepat sangat penting dalam praktik pertanian (Narsih et al., 2012). Perendaman yang terlalu singkat dapat menyebabkan imbibisi yang belum maksimal sehingga menurunkan tingkat germinasi (Mwami et al., 2017), sementara perendaman benih dalam waktu yang terlalu lama dapat menyebabkan kelebihan air, yang pada akhirnya mengakibatkan kekurangan oksigen (hipoksia) (Yasin & Andreasen, 2016) dan kematian embrio (Rolletschek et al., 2024). Selain itu, penyerapan air yang berlebihan juga dapat menyebabkan kerusakan fisiologis pada benih (Binh & Tai, 2021). Kondisi tanah di berbagai tempat terkadang cenderung keras dan memiliki tingkat kelembaban yang rendah, terutama saat musim kemarau. Hal ini menyebabkan benih sering mengalami keterlambatan dalam proses perkecambahan apabila tidak diberikan perlakuan perendaman sebelum tanam. Selain itu, kebiasaan petani setempat dalam merendam benih umumnya didasarkan pada pengetahuan turun-temurun, tanpa panduan ilmiah yang pasti. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memberikan pemahaman ilmiah tentang dinamika imbibisi, tetapi juga menginformasikan manfaat praktis bagi petani dalam menentukan durasi perendaman benih yang efektif dan aman sebelum tanam.

Penggunaan aquades sebagai media perendaman bertujuan untuk menghindari pengaruh zat-zat terlarut yang dapat memengaruhi proses fisiologis benih. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati perubahan berat benih buncis setiap dua jam selama 32 jam perendaman. Informasi yang diperoleh dari pola imbibisi ini penting untuk memberikan dasar ilmiah dalam perlakuan awal benih, khususnya pada tahap perendaman.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kuantitatif tentang pola imbibisi benih buncis serta memberikan informasi praktis bagi petani maupun produsen benih dalam menentukan perlakuan benih sebelum tanam.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Mutu Benih IPB. Bahan yang digunakan meliputi benih buncis varietas Rofi yang didapatkan dari perusahaan PT East West Seed Indonesia, aquades digunakan sebagai media perendaman, dan kertas tisu sebagai alas penyimpanan benih setelah penimbangan. Alat yang digunakan antara lain neraca digital presisi, gelas beaker, stopwatch, dan alat tulis.

Desain penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima ulangan. Setiap ulangan terdiri atas 25 butir benih buncis yang ditimbang secara kolektif. Benih terlebih dahulu ditimbang dalam keadaan kering (sebelum perendaman) untuk memperoleh bobot awal. Setelah itu, benih direndam dalam aquades pada suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$). Penimbangan dilakukan setiap dua jam sekali hingga waktu perendaman mencapai 32 jam.

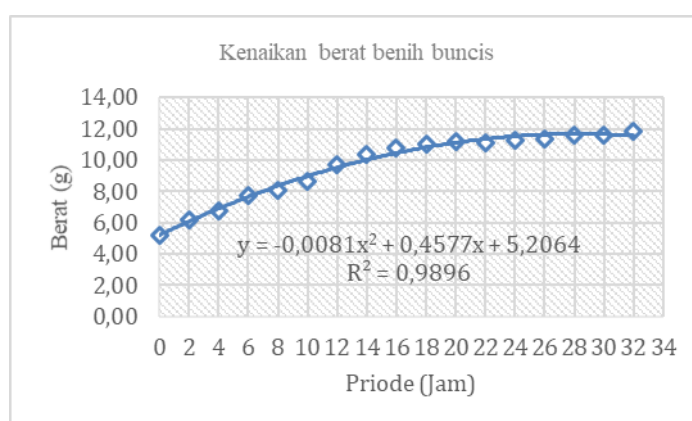
Setelah setiap interval waktu, benih diangkat, dikeringkan permukaannya dengan tisu, lalu ditimbang kembali. Untuk menganalisis kecepatan imbibisi secara lebih rinci, data berat benih yang diukur setiap dua jam digunakan untuk menghitung kenaikan berat antar waktu (ΔW). Kenaikan ini dihitung dengan cara mengurangkan berat benih pada waktu pengamatan dengan berat benih dua jam sebelumnya menggunakan rumus :

$$\Delta W = W_t - W_{t-2}$$

Di mana W_t adalah berat benih pada jam ke- t , dan W_{t-2} adalah berat benih dua jam sebelumnya. Setelah seluruh ΔW dihitung, data dikelompokkan ke dalam tiga fase imbibisi: Fase I (0–8 jam), Fase II (10–16 jam), dan Fase III (18–32 jam). Rata-rata ΔW untuk masing-masing fase kemudian digunakan untuk mengevaluasi fase imbibisi dengan laju penyerapan air tertinggi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran periode imbibisi berlangsung selama 32 jam dengan pengukuran berat benih dilakukan setiap dua jam. Pada awal perendaman, berat benih tercatat sebesar 5,22 gram, kemudian mengalami kenaikan secara progresif hingga mencapai 11,84 gram pada jam ke-32. Kenaikan berat yang paling signifikan terjadi antara jam ke-8 hingga jam ke-12, yang menandakan berlangsungnya fase imbibisi cepat di mana penyerapan air oleh benih berlangsung sangat intensif. Hasil pengukuran tersebut disajikan pada Gambar 1 di bawah.



Gambar 1. Grafik kenaikan berat benih buncis dari periode jam ke 0 hingga jam ke 32

Untuk menggambarkan hubungan antara waktu imbibisi (x) dan berat benih (y), dilakukan pemodelan menggunakan regresi kuadratik. Hasilnya menunjukkan bahwa data dapat dijelaskan dengan sangat baik oleh persamaan kuadratik $y = -0,0081x^2 + 0,4577x + 5,2064$ $R^2 = 0,9896$. Dalam persamaan ini, x merepresentasikan waktu imbibisi dalam satuan jam, sedangkan y merupakan berat benih dalam gram. Koefisien $-0,0081$ pada suku

kuadrat menunjukkan bahwa grafik berbentuk parabola terbuka ke bawah, yang sesuai dengan fenomena biologis di mana imbibisi berlangsung cepat pada awalnya, kemudian melambat seiring waktu, dan akhirnya masuk pada Inisiasi pertumbuhan yang ditandai dengan munculnya radikula (Cheng et al., 2017; Wang et al., 2011). Koefisien linier sebesar 0,4577 menggambarkan kontribusi kenaikan linear berat terhadap waktu imbibisi, sedangkan konstanta 5,2064 mendekati berat awal benih sebelum terjadi imbibisi.

Model ini memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9896, yang berarti bahwa sebanyak 98,96% variasi data berat benih dapat dijelaskan oleh model ini. Dengan kata lain, model ini sangat baik dalam merepresentasikan dinamika imbibisi yang terjadi selama periode perendaman. Nilai R^2 yang tinggi menunjukkan kesesuaian antara model dengan data empiris yang menunjukkan perubahan berat benih selama proses imbibisi mengikuti pola kuadratik yang khas, terutama pada tanaman dengan struktur biji seperti buncis.

Untuk menganalisis kecepatan penyerapan air secara lebih akurat, selanjutnya dilakukan perhitungan kenaikan berat benih antar interval waktu (ΔW). Hasil pengolahan data tersebut disajikan dalam Tabel 1 berikut

Tabel 1. Kenaikan berat benih antar interval waktu (ΔW)

Fase Imbibisi	Rentang Waktu (jam)	Rata-rata Kenaikan per 2 jam (g)	Kemunculan Radikula
Fase I	0–8	0,715	Belum muncul
Fase II	10–16	0,680	Belum muncul
Fase III	18–32	0,130	Muncul

Tabel ini menunjukkan bahwa Fase I merupakan fase dengan laju imbibisi tertinggi, di mana benih menyerap air dengan sangat cepat. Fase II mengalami sedikit penurunan laju imbibisi dibandingkan Fase I, namun masih menunjukkan aktivitas imbibisi yang cukup signifikan. Sementara itu, pada Fase III, laju imbibisi menurun tajam dan mendekati titik jenuh, menandakan berakhirnya fase aktif imbibisi. Fenomena ini menggambarkan tiga fase imbibisi, yaitu: fase I (imbibisi cepat), fase II (imbibisi melambat namun masih aktif), dan fase III (fase stabil atau jenuh dan munculnya radikula). Data ini sesuai dengan teori umum imbibisi benih sebagaimana dijelaskan oleh (Bewley et al., 2013), bahwa proses imbibisi dimulai dengan penyerapan air secara fisik oleh dinding sel, kemudian dilanjutkan dengan proses fisiologis internal.

Proses imbibisi benih secara umum terdiri dari tiga fase utama yang saling berurutan dan memiliki karakteristik fisiologis yang khas. Fase I merupakan tahap awal di mana benih menyerap air secara cepat akibat perbedaan potensial air antara benih kering dan lingkungan sekitarnya. Penyerapan air ini menyebabkan hidrasi protoplasma, pelunakan dinding sel, dan aktivasi enzim-enzim metabolik yang sebelumnya tidak aktif (Matthews, 2002). Menurut (Pinto et al., 2007) fase ini ditandai dengan peningkatan kadar air yang signifikan dan berlangsung dalam waktu singkat. Fase II, yang sering disebut sebagai fase lag, ditandai dengan laju penyerapan air yang melambat atau hampir stagnan (YU et al., 2015). Meskipun demikian, aktivitas metabolik di dalam benih meningkat secara intensif, termasuk sintesis protein, pematangan mitokondria, dan aktivasi enzim-enzim hidrolitik yang penting untuk mobilisasi cadangan makanan (Manhone et al., 2024). Fase ini merupakan periode kritis di mana benih mempersiapkan diri untuk pemunculan

radikula (Bradford, 1990). Fase III ditandai dengan pemanjangan sel dan munculnya radikula (Choi et al., 2024), menandakan dimulainya proses perkecambahan secara morfologis.

Penelitian ini menunjukkan bahwa benih buncis mengalami ketiga fase imbibisi tersebut dengan pola yang konsisten. Fase I berlangsung pada 0–8 jam pertama, di mana terjadi kenaikan berat benih yang signifikan, menunjukkan penyerapan air yang cepat. Fase II terjadi pada 10–16 jam, dengan laju penyerapan air yang melambat namun aktivitas metabolik meningkat. Fase III berlangsung dari 18 hingga 32 jam, ditandai dengan laju penyerapan air yang stabil dan pemunculan radikula. Pemahaman mendalam tentang ketiga fase imbibisi ini sangat penting untuk menentukan durasi perendaman yang optimal dalam praktik pertanian, guna meningkatkan viabilitas dan vigor benih serta menghindari risiko pembusukan akibat perendaman yang berlebihan.

4. Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses imbibisi benih buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) dalam aquades berlangsung dalam tiga fase yang khas, yaitu fase cepat, melambat, dan stabil. Fase imbibisi tercepat terjadi pada 8 jam pertama, ditandai dengan kenaikan berat benih yang signifikan. Setelah itu, laju penyerapan air mulai melambat hingga akhirnya mendekati titik jenuh pada jam ke-32. Pemodelan regresi kuadratik yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara waktu imbibisi dan berat benih menghasilkan persamaan dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9896, yang menunjukkan bahwa model tersebut sangat representatif. Interval 8–12 jam menjadi transisi antara fase cepat dan awal melambat, sehingga benih telah menyerap cukup air untuk mengaktifkan metabolisme, tetapi belum memasuki risiko jenuh air. Hasil ini memberikan informasi penting mengenai durasi perendaman optimal, yaitu sekitar 8 hingga 12 jam, guna memaksimalkan proses imbibisi dan menghindari risiko pembusukan benih akibat perendaman yang terlalu lama. Temuan ini dapat dijadikan acuan praktis bagi petani dalam menentukan perlakuan awal benih sebelum ditanam untuk mendukung keberhasilan perkecambahan. Hasil penelitian ini juga berpotensi diterapkan dalam praktik *seed priming* sebagai bagian dari upaya peningkatan kualitas benih sebelum tanam.

5. Referensi

- Abayechaw, D., & Wolchafo, K. (2020). The Concept and Process of Seed Germination – A Review. *International Journal of Current Research and Academic Review*, 8(5), 100–112.
- Ali, A. S., & Elozeiri, A. A. (2017). Metabolic Processes During Seed Germination. In *Advances in Seed Biology*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70653>
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013). *Seeds*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>
- Binh, V. T., & Tai, S. S. K. (2021). Effect of Waterlogging Duration on Germination, Physiological Characteristics, and Yield of Mungbean (*Vigna radiata* L.). *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 4(1), 936–945. <https://doi.org/10.31817/vjas.2021.4.1.04>
- Bradford, K. J. (1990). A Water Relations Analysis of Seed Germination Rates. *Plant Physiology*, 94(2), 840–849. <https://doi.org/10.1104/pp.94.2.840>
- Cheng, J., Wang, L., Zeng, P., He, Y., Zhou, R., Zhang, H., & Wang, Z. (2017). Identification of genes involved in rice seed priming in the early imbibition stage. *Plant Biology*, 19(1), 61–69. <https://doi.org/10.1111/plb.12438>
- Choi, J.-Y., Ju, Y.-H., Nakamichi, A., Cho, S.-W., Woo, S.-H., & Sakagami, J.-I. (2024). Effect of Seed Hydropriming on the Elongation of Plumule and Radicle During the Germination Process and Changes

- in Enzyme Activity Under Water-Deficient Conditions. *Plants*, 13(24), 3537. <https://doi.org/10.3390/plants13243537>
- Finch-Savage, Leubner, W. E., & Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501–523. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x>
- Lamont, B. B., & Pausas, J. G. (2023). Seed dormancy revisited: Dormancy-release pathways and environmental interactions. *Functional Ecology*, 37(4), 1106–1125. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14269>
- Manhone, P. R., Lopes, J. C., Alexandre, R. S., Lima, P. A. M., Lopes, S. O., Mengarda, L. H. G., & Mello, T. (2024). Plant growth regulators and mobilization of reserves in imbibition phases of yellow passion fruit. *Brazilian Journal of Biology*, 84. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.273999>
- Matthews, S. (2002). Copeland, L.O. and McDonald, M.B. Principles of seed science and technology. 4th edn. *Annals of Botany*, 89(6), 798–798. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf127>
- Mwami, B., Nguluu, S., Kimiti, J. M., & Kimatu, J. N. (2017). Effects of Water Imbibition of Selected Bean Varieties on Germination. *International Journal of Agricultural Research and Review*, 5(1), 579–587. <https://www.researchgate.net/publication/312832693>
- Narsih, Yuniarta, & Harijono. (2012). The study of germination and soaking time to improve nutritional quality of sorghum seed. *International Food Research Journal*, 19(4), 1429–1432.
- Odoi, J. B., Mugeni, D., Kiiza, R., Apolot, B., & Gwali, S. (2021). Effect of Soaking Treatment on Germination of Hard Coated Tropical Forest Tree Seeds. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*, 19(2), 1–9. <https://doi.org/10.4314/ujas.v19i2.1>
- Pinto, L. V. A., Da Silva, E. A. A., Davide, A. C., De Jesus, V. A. M., Toorop, P. E., & Hilhorst, H. W. M. (2007). Mechanism and Control of Solanum lycocarpum Seed Germination. *Annals of Botany*, 100(6), 1175–1187. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm211>
- Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., & Job, D. (2012). Seed Germination and Vigor. *Annual Review of Plant Biology*, 63(1), 507–533. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105550>
- Reed, R. C., Bradford, K. J., & Khanday, I. (2022). Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. *Heredity*, 128(6), 450–459. <https://doi.org/10.1038/s41437-022-00497-2>
- Rolletschek, H., Borisjuk, L., Gómez-Álvarez, E. M., & Pucciariello, C. (2024). Advances in seed hypoxia research. *Plant Physiology*, 197(1). <https://doi.org/10.1093/plphys/kiae556>
- Susilawati, & Lakitan, B. (2019). Cultivation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) subjected to shallow water table at riparian wetland in South Sumatra, Indonesia. *Australian Journal of Crop Science*, 13(01), 98–104. <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.01.p1298>
- Syanda, J., Nguluu, S., Kimatu, J., Mwami, B., & Karanja, D. (2018). Evaluating the Effects of water Imbibition on Cooking Time of Commonly Grown Bean (*Phaseolus Vulgaris* L) Genotypes in Semi-Arid Eastern Kenya. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 3(6), 57–62. www.ijisrt.com
- Wang, Z., Wang, J., Bao, Y., Wu, Y., & Zhang, H. (2011). Quantitative trait loci controlling rice seed germination under salt stress. *Euphytica*, 178(3), 297–307. <https://doi.org/10.1007/s10681-010-0287-8>
- Yasin, M., & Andreasen, C. (2016). Effect of reduced oxygen concentration on the germination behavior of vegetable seeds. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 57(5), 453–461. <https://doi.org/10.1007/s13580-016-0170-1>
- YU, X., LI, A., & LI, W. (2015). How membranes organize during seed germination: three patterns of dynamic lipid remodelling define chilling resistance and affect plastid biogenesis. *Plant, Cell & Environment*, 38(7), 1391–1403. <https://doi.org/10.1111/pce.12494>