



## Biopriming Ekstrak Bawang Merah untuk Meningkatkan Vigor dan Viabilitas Benih Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Freddy Alexander Simatupang<sup>1\*</sup>, Puan Habibah<sup>2</sup>, Zafitra<sup>3</sup>

freddy.alexander@lecturer.unri.ac.id<sup>1</sup>, puan.habibah@lecturer.unri.ac.id<sup>2</sup>, zafitra@lecturer.unri.ac.id<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Riau, Indonesia

\*Korespondensi: ✉ [freddy.alexander@lecturer.unri.ac.id](mailto:freddy.alexander@lecturer.unri.ac.id)

### Abstract

*The success of mung bean (*Vigna radiata* L.) cultivation is determined by the quality of the seeds used. One effort to improve seed quality is through biopriming techniques based on natural ingredients. The purpose of this study was to evaluate the potential of shallot (*Allium cepa* L.) extract as a biopriming agent in increasing the viability and vigor of mung bean seeds, and to determine the optimum effective concentration. This study was conducted at the Ecophysiology Laboratory, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Riau. The experimental design in this study was a completely randomized design (CRD) with one factor with six levels of shallot extract concentration, namely 0% (control), 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% with four replications. The observation parameters consisted of germination power and germination rate, vigor index I and II, hypocotyl length, root length, fresh weight, and dry weight of the sprouts. Data analysis used ANOVA and Duncan's advanced test at the 5% level, and was supplemented with effect size analysis with eta-squared ( $\eta^2$ ). The results showed that 15% extract concentration was the optimum concentration in increasing germination rate and vigor II index. Germination rate and vigor II index decreased in direct proportion to the increase in extract concentration. The application of shallot extract had no significant effect on germination rate, hypocotyl length, root length, dry weight, and fresh weight of mung bean sprouts.*

### Status Artikel:

Disubmit: 17-03-2026

Direvisi: 01-04-2026

Diterima: 18-04-2026

### Kata Kunci:

Biopriming;  
Shallot extract;  
Vigor;  
Viability;  
Mung bean.



© 2026 Freddy Alexander Simatupang, Puan Habibah, Zafitra

This work is licensed under a

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu tanaman leguminosa penting yang berperan sebagai sumber protein nabati dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Salah satu faktor penting dalam meningkatkan produktivitas kacang hijau adalah penyediaan benih yang bermutu tinggi. Benih yang bermutu memiliki vigor dan viabilitas yang tinggi setelah periode penyimpanan sehingga menghasilkan perkecambahan yang seragam (Rolin et al., 2024). Sebaliknya, benih yang bermutu rendah cenderung mengalami keterlambatan berkecambah dan pertumbuhan kecambah yang tidak seragam sehingga berpotensi menurunkan produktivitas tanaman (Maquiné et al., 2014).

Vigor dan viabilitas benih dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal benih (Fatikhasari et al., 2022). Kondisi lingkungan selama masa penyimpanan yang tidak optimal dapat menurunkan kualitas benih yang melibatkan perubahan fisiologis, biokimia, dan fisik biji (Jawak et al., 2022). Biopriming merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan persentase perkecambahan dan mempercepat perkecambahan benih (Mahmood et al., 2016). Teknik biopriming melibatkan agen hayati, baik mikroorganisme maupun ekstrak tanaman yang mampu mengaktivasi proses metabolisme awal benih sebelum perkecambahan (Khan et al., 2022). Selain itu, biopriming terbukti meningkatkan ketahanan tanaman dan produktivitas hingga 12-20% melalui aktivasi awal benih (Hakim et al., 2025). Hasil penelitian Arianti et al. (2022) menyatakan bahwa perendaman benih dengan hormon giberalin mampu mempercepat perkecambahan dan meningkatkan pertumbuhan. Hormon merupakan senyawa organik yang berperan dalam proses fisiologis tanaman pada konsentrasi rendah. Terdapat lima kelompok hormon atau zat pengatur tumbuh (ZPT), yaitu auksin, giberalin, sitokinin, etilen, dan asam absisat yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman dari fase perkecambahan hingga pertumbuhan (Ayda et al., 2023; Paramudita et al., 2025; Nan et al., 2025). Kandungan auksin dalam ekstrak bawang merah berfungsi mengatur pembentukan akar dan tunas. Ekstrak bawang merah dapat digunakan sebagai agen biopriming. Hasil penelitian Marpaung & Hutabarat (2015) menyatakan bahwa pada konsentrasi 75% mampu mempercepat pertumbuhan akar dan tunas tanaman.

Meskipun beberapa penelitian telah mengkaji penggunaan ekstrak tanaman sebagai agen biopriming, kajian khusus mengenai potensi ekstrak bawang merah (*Allium cepa* L.) sebagai agen biopriming pada benih kacang hijau (*Vigna radiata* L.) masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian berfokus pada penggunaan mikroorganisme sebagai agen biopriming, sementara potensi ekstrak tanaman yang mudah didapat dan ramah lingkungan belum dieksplorasi secara sistematis. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pemanfaatan ekstrak bawang merah sebagai agen biopriming yang murah, ramah lingkungan, mudah diterapkan oleh petani, dan belum pernah dikaji secara spesifik terhadap vigor dan viabilitas benih kacang hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh biopriming menggunakan ekstrak bawang merah terhadap viabilitas, vigor, dan perkecambahan benih kacang, serta menentukan konsentrasi optimum ekstrak bawang merah yang efektif dalam meningkatkan kualitas benih.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ekofisiologi, Jurusan Agroteknologi, Universitas Riau. Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan analitik, tabung reaksi, cawan petri, gelas ukur, erlenmeyer, blender, kertas saring, pisau, dan alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu bawang merah, air, dan kacang hijau. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dan empat ulangan. Perlakuan yang diberikan berupa variasi konsentrasi ekstrak bawang merah yang terdiri atas 6 taraf, yaitu 0 (kontrol), 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.

### **1. Pembuatan Ekstrak Bawang Merah**

Pembuatan larutan ekstrak bawang merah mengikuti prosedur Paelongan et al. (2023) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 10 g bawang merah dikupas dari kulitnya kemudian dicuci bersih dan dihaluskan dengan menggunakan blender. Setelah itu, ditambahkan 50 mL air dan diaduk hingga homogen kemudian didiamkan selama 60 menit. Larutan kemudian disaring

menggunakan kertas saring hingga diperoleh filtrat sebagai larutan stok 100%. Selanjutnya, larutan diencerkan sesuai dengan taraf konsentrasi perlakuan, yaitu 0% (P<sub>0</sub>: air 10 mL), 5% (P<sub>1</sub>: 5 mL ekstrak + 95 mL air), 10% (P<sub>2</sub>: 10 mL ekstrak + 90 mL air), 15% (P<sub>3</sub>: 15 mL ekstrak + 85 mL air), 20% (P<sub>4</sub>: 20 mL ekstrak + 80 mL air), dan 25% (P<sub>5</sub>: 25 mL ekstrak + 75 mL air).

## 2. Aplikasi Ekstrak Bawang Merah pada Benih Kacang Hijau

Benih kacang hijau yang telah seragam dicuci bersih dan direndam dengan hipoklorit 1% selama 3-5 menit untuk menekan kontaminasi jamur, kemudian dibilas dengan air bersih. Selanjutnya, sebanyak 25 benih kacang hijau ditempatkan dalam cawan petri yang telah dilapisi tisu dan kertas saring sebagai media perkecambahan. Kemudian, masing-masing cawan petri sesuai konsentrasi pengujian diberi aplikasi ekstrak bawang merah dengan volume ekstrak 10 mL per unit percobaan. Setelah itu, semua cawan petri diletakkan pada kondisi lingkungan yang seragam.

## 3. Pengukuran Parameter Perkecambahan

Parameter pengamatan dalam penelitian ini meliputi daya berkecambah, kecepatan berkecambah, indeks vigor I, indeks vigor II, panjang hipokotil, panjang akar, bobot segar, dan bobot kering kecambah (Andriyani & Guntoro, 2025).

### a) Daya Berkecambah (DK)

Pengukuran daya berkecambah dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah normal setiap hari, dari hari ke-1 hingga hari ke-4 setelah aplikasi. Persentase daya berkecambah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$DK = \frac{\text{Jumlah biji berkecambah}}{\text{Jumlah total biji dikecambahkan}} \times 100\%$$

### b) Kecepatan Tumbuh kecambah (KcT)

Kecepatan tumbuh kecambah dihitung setiap hari berdasarkan persentase kecambah normal pada setiap waktu pengamatan, menggunakan rumus sebagai:

$$KcT = \sum_0^{tn} \frac{\text{Persentase kecambah normal setiap pengamatan}}{\text{waktu pengamatan}} \times 100\%$$

Keterangan:

tn: waktu pengamatan akhir.

### c) Indeks Vigor

Perhitungan indeks vigor menggunakan rumus sebagai berikut (Mayur B et al., 2025) :

Indeks vigor I (IV I) = Daya berkecambah (%) × panjang *kecambah* (cm)

Indeks vigor II (IV II) = Daya berkecambah (%) × berat kering kecambah

### d) Panjang akar dan hipokotil (cm)

Pengamatan panjang plumula dan radikula diukur pada hari keempat. Pengukuran panjang akar dan hipokotil dilakukan pada semua yang berkecambah. Panjang rata-rata plumula dan radikula sebagai representatif dari setiap unit percobaan.

e) Berat basah (BB)

Berat basah kecambah dihitung dengan menimbang sebanyak kecambah pada hari ke-4 yang diambil secara acak. Berat basah rata-rata yang diperoleh merupakan representatif berat basah kecambah pada setiap unit percobaan.

f) Berat Kering (BK)

Kecambah dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70<sup>0</sup> C selama 24 jam, kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital analitik.

4. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan metode analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan signifikan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncans Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf  $\alpha=5\%$ . Selain itu, untuk mengukur besarnya pengaruh perlakuan terhadap keragaman data, digunakan analisis ukuran pengaruh (*effect size*) melalui nilai *eta-squared* ( $\eta^2$ ), yang menggambarkan proporsi variasi total yang dapat dijelaskan oleh perlakuan. Pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini menggunakan *software IBM SPSS Statistics* versi 31.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

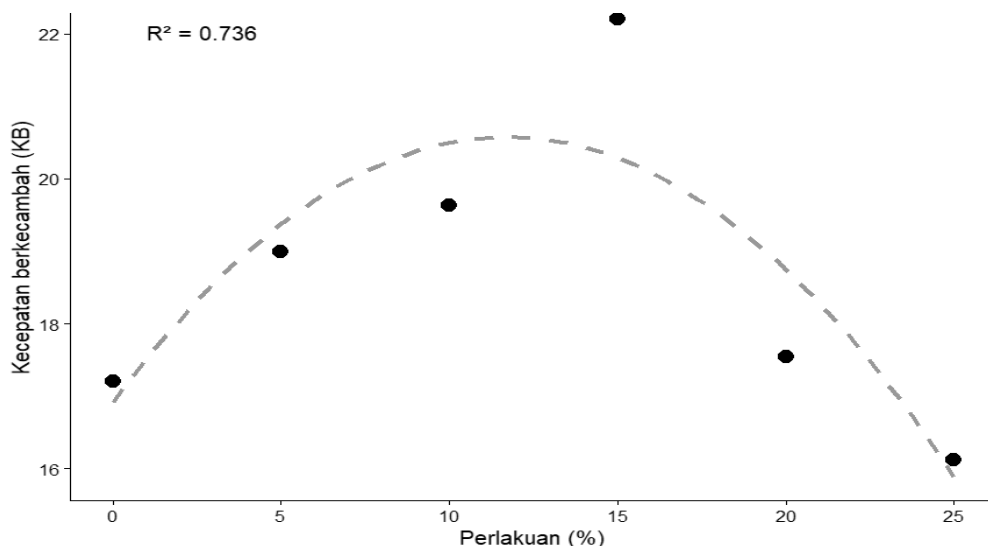
**Daya Berkecambah dan Kecepatan Berkecambah**

Perlakuan ekstrak bawang merah pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap daya berkecambah benih kacang hijau ( $F_{(5,18)} = 2,625$ ;  $p = 0,060$ ) (Tabel 1.), yang mengindikasikan bahwa aplikasi biopriming belum mampu meningkatkan viabilitas benih secara signifikan. Hal ini diduga disebabkan oleh fenomena *ceiling effect*, yaitu kondisi ketika respons perlakuan sulit ditingkatkan karena kondisi fisiologis nawal yang sudah optimal (Finch Savage & Bassel, 2016; Paparella et al., 2015). Sebaliknya, biopriming dengan ekstrak bawang merah meningkatkan kecepatan berkecambah terutama pada konsentrasi 15%. Secara fisiologis, biopriming mengaktifkan proses imbibisi dan enzim hirdolitik yang berperan dalam hidrolisis pati (Varier et al., 2010). Namun, peningkatan konsentrasi hingga 20-25% menurunkan kecepatan berkecambah, yang diduga akibat tekanan osmotik atau efek alelopati. Senyawa organosulfur pada genus *Allium* diketahui bersifat biostimulan pada konsentrasi rendah, tetapi inhibitor pada konsentrasi tinggi (Kato-Noguchi dan Kurniadie, 2020).

Tabel 1. Respons daya berkecambah dan kecepatan berkecambah benih kacang hijau terhadap perlakuan konsentrasi ekstrak bawang merah.

Konsentrasi ekstrak	Daya berkecambah (%)	Kecepatan berkecambah
Kontrol	93,00 ± 6,83 <sup>a</sup>	17,21 ± 1,18 <sup>bc</sup>
5%	93,00 ± 6,83 <sup>a</sup>	19,00 ± 2,35 <sup>bc</sup>
10%	100,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	19,63 ± 0,89 <sup>ab</sup>
15%	97,00 ± 3,83 <sup>a</sup>	22,21 ± 1,55 <sup>a</sup>
20%	100,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	17,54 ± 1,70 <sup>bc</sup>
25%	100,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	16,12 ± 2,53 <sup>c</sup>

Keterangan: nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.



Gambar 1. Pengaruh ekstrak bawang merah terhadap kecepatan berkecambah benih kacang hijau

### Indeks Vigor Benih (Indeks Vigor I dan II)

Indeks vigor benih menjadi indikator kualitas fisiologis benih yang lebih komprehensif dibandingkan dengan daya berkecambah. Menurut Powell (2022), indeks vigor lebih sensitif dalam menggambarkan kualitas benih karena mengintegrasikan beberapa komponen penting, yaitu kecepatan perkecambahan, keseragaman tumbuh, dan akumulasi biomassa kecambah. Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 2. Perlakuan ekstrak bawang merah pada berbagai konsentrasi tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap indeks vigor I (IV I). Namun demikian, nilai *eta-squared* sebesar 15,3% ( $\eta^2 = 0,153$ ) mengindikasikan bahwa perlakuan tersebut memberikan kontribusi biologis yang cukup berarti terhadap variasi vigor awal kecambah, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian variasi nilai indeks vigor I masih dipengaruhi oleh faktor yang lain, seperti kondisi fisiologis benih atau variasi individu benih.

Berbeda dengan indeks vigor I, parameter indeks vigor II menunjukkan respons yang lebih kuat terhadap perlakuan, dengan nilai *eta-squared* sebesar 0,352. Nilai *eta-squared* sebesar 0,352 menunjukkan bahwa sekitar 35,2% variasi indeks vigor II dapat dijelaskan oleh perlakuan konsentrasi ekstrak bawang merah. Nilai ini mengindikasikan bahwa perlakuan memiliki pengaruh biologis yang relatif besar terhadap akumulasi biomassa kecambah pada fase awal pertumbuhan.

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi 20-25% memiliki nilai indeks vigor II lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Namun demikian, peningkatan vigor tidak selalu bersifat linear terhadap peningkatan konsentrasi ekstrak. Peningkatan indeks vigor II mengindikasikan bahwa perlakuan biopriming mampu meningkatkan efisiensi mobilisasi cadangan makanan sehingga akumulasi biomassa meningkat. Proses ini berkaitan dengan peningkatan aktivitas respirasi dan sintesis senyawa struktural pada jaringan kecambah. Hasil ini sejalan dengan temuan Boutahiri et al. (2024) yang melaporkan bahwa biostimulan alami dapat meningkatkan aktivitas respirasi sel dan pembentukan biomassa pada fase awal pertumbuhan. Secara umum, perlakuan biopriming lebih berperan dalam meningkatkan vigor benih dibandingkan viabilitasnya. Hal ini diduga berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam

ekstrak bawang merah, seperti auksin alami dan sitokinin yang berperan dalam merangsang aktivitas metabolisme dan pertumbuhan awal kecambah (Preece et al., 2017).

Tabel 2. Pengaruh variasi ekstrak bawang merah terhadap indeks vigor I dan II

Konsentrasi ekstrak	Indeks Vigor I	Indeks Vigor II
Kontrol	1011,29 ± 183,81 <sup>a</sup>	73,82 ± 7,48 <sup>a</sup>
5%	1149,90 ± 236,29 <sup>a</sup>	80,66 ± 15,44 <sup>ab</sup>
10%	1129,70 ± 104,82 <sup>a</sup>	83,50 ± 20,40 <sup>ab</sup>
15%	1106,85 ± 116,92 <sup>a</sup>	86,22 ± 9,72 <sup>ab</sup>
20%	1142,40 ± 147,79 <sup>a</sup>	94,75 ± 3,59 <sup>b</sup>
25%	1215,60 ± 172,10 <sup>a</sup>	94,75 ± 2,36 <sup>b</sup>

Keterangan: nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

### Panjang Hipokotil dan Panjang Akar

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) pada Tabel 3. menunjukkan bahwa aplikasi biopriming pada berbagai variasi konsentrasi tidak berpengaruh signifikan terhadap panjang hipokotil ( $F_{(5,18)} = 0,088$ ;  $p = 0,993$ ) maupun panjang akar kecambah kacang hijau ( $F_{(5,18)} = 1,401$ ;  $p = 0,271$ ). Nilai panjang hipokotil berkisar 2,90-3,32 cm, sedangkan panjang akar 7,61-9,18 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan belum mampu mempengaruhi pertumbuhan morfologis kecambah pada fase awal, sehingga biopriming lebih berperan dalam menstimulasi proses fisiologis benih. Temuan ini sejalan dengan Calvo et al. (2014), yang menyatakan bahwa biostimulan lebih mempengaruhi proses fisiologis dan biokimia awal pertumbuhan, seperti peningkatan aktivitas enzim dan respirasi sel, dibandingkan perubahan morfologi struktural tanaman. Selain itu, du Jardin (2015) menegaskan bahwa efek biostimulan sering kali bersifat *time-dependent*, yaitu pengaruhnya lebih nyata terlihat pada fase pertumbuhan berikutnya ketika tanaman mulai mengalami perkembangan vegetatif yang lebih aktif. Oleh karena itu, pengaruh biostimulan terhadap panjang organ tanaman seperti akar dan hipokotil umumnya lebih jelas diamati pada fase pertumbuhan lanjut dibandingkan pada fase perkecambahan awal.

Tabel 3. Panjang hipokotil dan panjang akar kecambah kacang hijau

Konsentrasi ekstrak	Panjang hipokotil (cm)	Panjang akar (cm)
Kontrol	3,23 ± 1,58 <sup>a</sup>	7,61 ± 1,29 <sup>a</sup>
5%	3,10 ± 6,83 <sup>a</sup>	9,18 ± 1,13 <sup>a</sup>
10%	3,32 ± 0,54 <sup>a</sup>	7,97 ± 1,11 <sup>a</sup>
15%	2,90 ± 1,25 <sup>a</sup>	8,56 ± 1,15 <sup>a</sup>
20%	2,98 ± 1,17 <sup>a</sup>	8,45 ± 0,71 <sup>a</sup>
25%	3,01 ± 0,89 <sup>a</sup>	9,15 ± 0,84 <sup>a</sup>

Keterangan: nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

### Bobot Segar dan Bobot Kering

Hasil analisis ragam (ANOVA) pada Tabel 4. menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi ekstrak bawang merah tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar ( $F_{(5,18)} = 0,864$ ;  $p = 0,524$ ) maupun bobot kering kecambah kacang hijau ( $F_{(5,18)} = 1,491$ ;  $p = 0,242$ ). Nilai rata-rata bobot segar berkisar antara 4,54-5,97 g, sedangkan bobot kering berkisar antara 0,79-0,95 g. Hasil

ini menunjukkan bahwa perlakuan belum mampu meningkatkan akumulasi biomassa pada fase awal pertumbuhan.

Bobot segar dipengaruhi oleh kandungan air yang cenderung fluktuatif sehingga kurang merepresentasikan akumulasi bahan organik secara akurat. Sebaliknya, bobot kering merupakan indikator yang lebih stabil dalam menilai biomassa karena mencerminkan hasil metabolisme dan pertumbuhan sel. Namun demikian, tidak adanya perbedaan yang signifikan pada kedua parameter tersebut mengindikasikan bahwa perlakuan biopriming lebih berperan dalam meningkatkan aktivitas fisiologis awal, seperti imbibisi dan aktivasi metabolisme benih dibandingkan pembentukan biomassa. Hasil ini sejalan dengan Paparella et al. (2015) dan du Jardin (2015) yang menyatakan bahwa perlakuan priming lebih berpengaruh terhadap peningkatan vigor dan kecepatan berkecambah dibandingkan akumulasi massa jaringan pada fase awal pertumbuhan.

Tabel 4. Bobot segar dan bobot kering kecambah kacang hijau

Konsentrasi ekstrak	Bobot segar (g)	Bobot kering (g)
Kontrol	4,54 ± 1,38 <sup>a</sup>	0,79 ± 0,02 <sup>a</sup>
5%	5,04 ± 1,12 <sup>a</sup>	0,86 ± 0,11 <sup>a</sup>
10%	5,97 ± 0,57 <sup>a</sup>	0,84 ± 0,20 <sup>a</sup>
15%	5,14 ± 1,55 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,07 <sup>a</sup>
20%	4,63 ± 0,91 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,04 <sup>a</sup>
25%	4,91 ± 0,77 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,02 <sup>a</sup>

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perlakuan biopriming dengan ekstrak bawang merah pada berbagai konsentrasi (5-25%) tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap daya berkecambah, panjang hipokotil, panjang akar, bobot segar, dan bobot kering kecambah kacang hijau.
2. Konsentrasi optimum ekstrak bawang merah untuk meningkatkan kecepatan berkecambah dan indeks vigor II benih kacang hijau adalah 15%.
3. Peningkatan konsentrasi ekstrak bawang merah diatas 15% justru menurunkan kecepatan berkecambah, mengindikasikan adanya efek inhibisi pada konsentrasi tinggi.

## SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji pengaruh biopriming ekstrak bawang merah terhadap pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif awal hingga panen untuk mengetahui efektivitasnya secara menyeluruh.
2. Petani dapat memanfaatkan ekstrak bawang merah dengan konsentrasi 15% sebagai alternatif agen biopriming yang relatif murah, mudah diperoleh, dan ramah lingkungan untuk meningkatkan vigor serta kecepatan perkecambahan benih kacang hijau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, Y., & Guntoro, D. (2025). Potensi ekstrak Daun Eucalyptus pellita sebagai bioherbisida pratumbuh untuk pengendalian gulma. *Buletin Agrohorti*, 13(1), 9–16. <https://doi.org/10.29244/agrob.v13i1.60472>
- Arianti, D., Aluh Nikmatullah, & Jayaputra. (2022). Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman biji dengan *Gibberellic Acid* (GA3) terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium asclonicum* L.) dari true shallot seeds. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(3), 172–181. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i3.1455>
- Ayda, S., Ramdani, A., & Mertha, I. G. (2023). The effect of shallot peel (*Allium ascalonicum* L.) as a natural growth regulatory substance on root growth of cassava stem cuttings (*Manihot utilissima*). *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 335–341. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.4565>
- Boutahiri, S., Benrkia, R., Tembeni, B., Idowu, O. E., & Olatunji, O. J. (2024). Effect of biostimulants on the chemical profile of food crops under normal and abiotic stress conditions. *Current Plant Biology*, 40, 100410. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2024.100410>
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Jardin, D. P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. In *Scientia Horticulturae*, 196(1), 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Fatikhassari, Z., Lailaty, I. Q., Sartika, D., & Ubaidi, M. A. (2022). Viabilitas dan vigor benih kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.), kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek), dan jagung (*Zea mays* L.) pada temperatur dan tekanan osmotik berbeda. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 7–17. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.1.7>
- Finch-Savage, W. E., & Bassel, G. W. (2016). Seed vigour and crop establishment: Extending performance beyond adaptation. *Journal of Experimental Botany*, 67(3), 567–591. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv490>
- Hakim, M., Noor, P., & Hidayat, A. (2025). Teknologi biopriming untuk meningkatkan perkecambahan dan kolonisasi mikroba bermanfaat pada benih kelapa sawit (*Elaeis guineensis*). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 10(1), 91–101. <https://doi.org/10.14710/baf.10.1.2025.91-101>
- Jawak, G., Widajati, E., Liana, D., & Astuti, T. (2022). Pendugaan kemunduran benih dengan uji fisiologi dan biokimiawi. *Savana Cendana*, 7(1), 61–64. <https://doi.org/10.32938/sc.v7i04.1921>
- Kato-Noguchi, H., & Kurniadie, D. (2020). Allelopathy and allelopathic substances of mango (*Mangifera indica* L.). *Weed Biology and Management*, 20(4), 131–138. <https://doi.org/10.1111/wbm.12212>
- Khan, M. A. H., Baset Mia, M. A., Quddus, M. A., Sarker, K. K., Rahman, M., Skalicky, M., Brestic, M., Gaber, A., Alsuhaibani, A. M., & Hossain, A. (2022). salinity-induced physiological changes in pea (*Pisum sativum* L.): Germination rate, biomass accumulation, relative water content, seedling vigor and salt tolerance index. *Plants*, 11(1), 1–24. <https://doi.org/10.3390/plants11243493>
- Mahmood, A., Turgay, O. C., Farooq, M., & Hayat, R. (2016). Seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria: A review. *FEMS Microbiology Ecology*, 92(8). <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw112>

- Maquiné, T. M., Cysne, A. Q., de Lima, W. A. A., Abreu, S. C., Green, M., & Almeida Rios, S. de. 2014. Germination of seeds of interspecific hybrid caiaú. *American Journal of Plant Sciences*, 5(20), 2965–2972. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.520313>
- Mayur B, P., Amol R, P., Sushant Sukumar, P., Thangasamy, A., Trupti R, P., Payal A, M., & Komal Anil, G. (2025). Influence of NaCl stress on germination, growth and vigour of onion (*Allium cepa* L.) seedlings. *Plant Science Today*, 12. <https://doi.org/10.14719/pst.12249>
- Nan, P., Touch, V., Horn, L., & Serey, M. (2025). Effects of bio-green fertilizers on growth and yield of tomato in net house condition. *Journal of Agriculture and Animal Science*, 5(2), 262–274. <https://doi.org/10.47637/agrimals.v5i2.1833>
- Paelongan, A. H., Malau, K. M., & Semahu, L. H. (2023). Pengaruh ekstrak bawang merah (*Allium cepa* L.) sebagai zat pengatur tumbuh pada benih kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 185–196. <https://doi.org/10.25181/jaip.v11i3.3013>
- Paparella, S., Araújo, S. S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports*, 34(8), 1281–1293. <https://doi.org/10.1007/s00299-015-1784-y>
- Paramudita S., K. B., Ilmiasari, Y., Harini, N. V. A., & Novrimansyah, E. A. (2025). Pengaruh pemberian POC air cucian beras pada hasil produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agriculture and Animal Science*, 5(1), 11–20. <https://doi.org/10.47637/agrimals.v5i1.1449>
- Powell, A. A. (2022). Seed vigour in the 21 st century. *Seed Science and Technology*, 50(2), 45–73. <https://doi.org/10.15258/sst.2022.50.1.s.04>
- Preece, K. E., Hooshyar, N., & Zuidam, N. J. (2017). Whole soybean protein extraction processes: A review. In *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 43, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.07.024>
- Rolin, N., Zamzami, A., & Qadir, A. (2024). Pengaruh ukuran benih terhadap mutu kecambah kacang hijau (*Vigna radiata* L.) varietas Vima 4 dan Vimil 1. *Buletin Agrohorti*, 12(1), 23–135. <https://doi.org/10.29244/agrob.v12i1.51528>
- Varier, A., Vari, A. K., & Dadlani, M. (2010). The subcellular basis of seed priming. *Current Science*, 99(4), 450–456. <http://www.jstor.org/stable/24109568>