

PRIMING BENIH KEDELAI (*Glycine max* L.) YANG TELAH MENGALAMI PENYIMPANAN DENGAN MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN KELOR

*Seed Priming of Stored Soybean (*Glycine max* L.) Using Moringa oleifera Leaf Extract*

Suraedah Alimuddin*, Andi Ralle, Asmilawati

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UMI Makassar

e-mail : suraedah.alimuddin@umi.ac.id; andira147@gmail.com; hasmilawati6@gmail.com

ABSTRACT

Soybean seeds are highly prone to deterioration, as indicated by a decline in viability and vigor during natural storage. One approach to improve the physiological performance of deteriorated seeds is seed priming using *Moringa oleifera* leaf extract. This study aimed to evaluate the effects of concentration and soaking duration of *M. oleifera* leaf extract on the viability and vigor of soybean seeds after six months of natural storage. The experiment was conducted at the Laboratory of Biotechnology and Crop Production, Faculty of Agriculture, Universitas Muslim Indonesia, using a completely randomized design (CRD) with a two-factor factorial arrangement. The first factor was the concentration of *M. oleifera* leaf extract (0%, 5%, 10%, and 15%), while the second factor was soaking duration (2 hours, 4 hours, and 6 hours). Each treatment combination was replicated three times. The results showed that priming with moringa leaf extract at 5% and 10% significantly improved germination percentage, root length, and seedling dry weight compared with the control. Seed priming with a soaking duration of 4 hours produced the highest root length and seedling dry weight, whereas soaking for 6 hours reduced seed performance. The interaction between extract concentration and soaking duration had no significant effect on any of the observed parameters.

Keywords: soybean seeds; seed priming; moringa oleifera extract; seed vigor

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan salah satu komoditas pangan strategis di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi dan gizi tinggi, terutama sebagai sumber protein nabati. Kebutuhan kedelai nasional terus meningkat, namun produktivitas kedelai di tingkat petani masih rendah meskipun pemerintah telah melakukan berbagai kebijakan untuk peningkatan produksi kedelai. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas kedelai adalah dengan penggunaan benih yang bermutu dan tersedia secara kontinyu.

Permasalahan mendasar pada benih kedelai adalah cepat mengalami deteriorasi atau penurunan viabilitas dan vigor apabila disimpan secara alami. Menurut Nurhidayah (2023), benih kedelai yang disimpan pada suhu ruang hanya dapat bertahan selama 5 bulan, setelah itu kualitas benih akan mengalami penurunan atau kemunduran.

Deteriorasi benih merupakan proses yang tidak dapat dihindari selama benih dalam masa penyimpanan. Hal ini menjadi salah satu faktor pembatas produksi kedelai di daerah tropis. (Copeland & McDonald, 2001 dalam Wahyuni & Kartika, 2022) menyatakan bahwa penurunan viabilitas yang cepat pada benih kedelai disebabkan oleh kadar lemak dan protein yang relatif tinggi. Benih kedelai yang telah mengalami deteriorasi menunjukkan penurunan daya berkecambah, meningkatnya jumlah kecambah yang abnormal, dan menurunnya daya tumbuh di lapangan (Copeland dan McDonald, 2001 dalam Jawag et al., 2022). Beberapa perubahan biokimia yang terjadi selama deteriorasi benih adalah menurunnya kandungan karbohidrat, protein dan lipid, dan ketahanan integritas membran sel, serta akumulasi asam amino bebas dan asam lemak bebas (Noviana et al., 2016) yang menyebabkan rendahnya mutu benih.

Salah satu pendekatan penting dalam meningkatkan performa benih yang telah

mengalami deteriorasi adalah melalui perlakuan invigorasi, yaitu serangkaian teknik untuk memulihkan kembali viabilitas dan vigor benih yang telah menurun akibat proses deteriorasi selama penyimpanan (Pavan, 2021). salah satu teknik invigorasi yang banyak dilakukan untuk memperbaiki kualitas perkecambahan adalah teknik priming benih. Priming adalah proses hidrasi terkontrol pada benih untuk mengaktifkan metabolisme awal perkecambahan tanpa diikuti munculnya radikula (Paparella et al., 2015). Priming efektif memicu proses perkecambahan benih melalui serangkaian perubahan biokimia yang kompleks di dalam benih meliputi aktivasi enzim, sintesis zat pemicu pertumbuhan, pemecahan metabolik senyawa penghambat perkecambahan, dan perbaikan kerusakan seluler (Amir et al, 2024), priming juga memicu replikasi DNA, mengaktifkan gen yang terkait dengan perbaikan DNA, sintesis enzim ATP, fitohormon, dan antioksidan. (MacDonald & Mohan 2025).

Priming benih telah terbukti dapat digunakan untuk memulihkan viabilitas dan vigor benih yang telah mengalami deteriorasi (Pavan & Mehta, 2021; Amir, 2024). Hasil penelitian lainnya membuktikan bahwa priming dapat meningkatkan vigor benih, mempercepat perkecambahan, meningkatkan keseragaman pertumbuhan bibit, dan membuat benih lebih toleran terhadap stress lingkungan (Farooq et al., 2019; Corbineau et al, 2023; Latifa & Rachmawati, 2020; Agustina, 2016; Widiastuti & Sri Wahyuni, 2020; Hayya & Racmawati 2025).

Teknik priming dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti hidropriming (perendaman dalam air), osmopriming (perendaman dalam larutan osmotikum), halopriming (menggunakan garam anorganik), maupun biopriming (menggunakan ekstrak tumbuhan,

mikroba, atau hormon alami) (Farooq et al., 2019). Bahan alami seperti ekstrak daun kelor dapat digunakan sebagai bahan priming (Haider, 2024).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) dikenal kaya akan senyawa bioaktif seperti sitokinin alami, flavonoid, vitamin, dan mineral yang berperan sebagai antioksidan (Leone et al., 2015). Senyawa sitokinin dalam ekstrak daun kelor dapat menunda penuaan sel dan meningkatkan aktivitas fisiologis benih, sedangkan kandungan antioksidannya mampu mengurangi stres oksidatif akibat deteriorasi selama penyimpanan (Irshad et al., 2025). Hasil Penelitian penggunaan ekstrak daun kelor sebagai bahan priming memberikan hasil yang lebih baik dibanding dengan Hidropriming dan halopriming (KNO₃) pada tanaman kacang tunggak (Iqbal (2015), dan meningkatkan kecepatan dan keserampakan tumbuh bibit tanaman padi (Khan et. Al., 2022), meningkatkan perkecambahan allium cepa termasuk panjang akar dan panjang tunas serta indeks vigor (Bhoi et al., 2025). Hasil penelitian Iqbal (2015) menyatakan bahwa priming dengan ekstrak daun kelor pada benih kedelai pada konsentrasi 2% dan 5% dengan lama perendaman 12 jam mampu meningkatkan perkecambahan tanaman kedelai masing-masing sebesar 79,5% dan 86%.

Dengan demikian, pemberian perlakuan priming menggunakan ekstrak daun kelor pada benih kedelai yang telah disimpan selama enam bulan diharapkan dapat memperbaiki viabilitas dan vigor benih. Variasi konsentrasi larutan dan lama perendaman menjadi faktor penting yang perlu diteliti untuk mendapatkan kombinasi terbaik dalam meningkatkan performa benih kedelai.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi dan Produksi Tanaman, Fakultas Pertanian dan

Bioremediasi Lahan Tambang Universitas Muslim Indonesia, Makassar yang dimulai pada bulan April sampai Juni 2025.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak daun kelor (0%, 5%, 10% dan 15%) dan faktor kedua adalah lama perendaman, yaitu 2, 4 dan 6 jam. Setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali.

Persiapan Benih dan Ekstrak Daun Kelor

Benih kedelai yang digunakan adalah benih yang telah di simpan selama 6 bulan pada kondisi alami. Setiap satuan percobaan digunakan 50 biji.

Pembuatan ekstrak daun kelor dilakukan dengan menggunakan daun kelor berwarna hijau muda sebanyak, setiap satu kg daun kelor ditambahkan 100 ml air dan dihaluskan dengan menggunakan blender lalu disaring. Ekstrak daun kelor yang diperoleh itulah dianggap 100%. (Iqbal 2015 dalam Indri et al., 2022). Ekstrak daun kelor pada konsentrasi 5%, 10%, dan 15%, diperoleh dengan menggunakan rumus pengenceran (Hala, 2017), yaitu

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

Keterangan :

M1 = konsentrasi larutan asal

M2 = konsentrasi larutan yang akan dibuat

V1 = Volume larutan asal

V2 = Volume larutan yang akan dibuat

Pembuatan Media Perkecambahan

Media yang digunakan untuk proses perkecambahan adalah pasir. Pasir terlebih dahulu diayak guna memperoleh tekstur homogen. Selanjutnya, dilakukan sterilisasi pasir dengan cara menyiramnya menggunakan air panas. Benih dikecambahkan dalam wadah berukuran 36 cm × 30 cm × 12 cm.

Perlakuan Perendaman Benih

Larutan Benih direndam ke dalam ekstrak daun kelor dengan tingkat konsentrasi larutan perlakuan 0 %, 5 %, 10% dan 15 %. Masing-masing perlakuan dilakukan perendaman sesuai perlakuan yakni 2 jam, 4 jam dan 6 jam.

Persemaian Benih

Benih kedelai yang telah diberi perlakuan kemudian disemai pada media tanam yang telah disiapkan sesuai dengan perlakuan masing-masing. Proses persemaian dilakukan dengan menanam 50 butir benih per nampan per unit perlakuan dengan jarak tanam 2×2 cm. Agar kelembaban media tanam tetap optimal, maka dilakukan penyemprotan air secara berkala. Pengamatan dilakukan pada hari ke 5 dan ke 7 untuk mengetahui jumlah kecambah normal, abnormal dan benih mati.

Parameter pengamatan

1. Potensi tumbuh maksimum (%)

Potensi tumbuh maksimum diperoleh berdasarkan jumlah kecambah yang tumbuh normal maupun abnormal pada hari ke-5 dan 7. Potensi tumbuh maksimum dihitung berdasarkan rumus:

$$PTM = \frac{\Sigma \text{benih yang tumbuh}}{\Sigma \text{benih yang ditanam}} \times 100\%$$

PTM = Potensi Tumbuh Maksimum

2. Daya Berkecambah Benih

Daya berkecambah benih dihitung berdasarkan jumlah benih yang berkecambah normal pada hari ke 5 (hitungan I) dan hari ke 7 (hitungan II) dibagi dengan jumlah benih yang dikecambahkan dikali 100%. Rumus Daya Berkecambah benih adalah sebagai berikut :

$$DB = \frac{\Sigma \text{KN hitung I} + \Sigma \text{KN hitung II}}{\Sigma \text{benih yang dikecambahkan}} \times 100 \%$$

Keterangan:

DB = Daya Berkecambah Benih

KN = Kecambah normal

3. Kecepatan Berkecambah

Kecepatan berkecambah adalah jumlah benih yang berkecambah normal dari hari pertama pengamatan sampai hari terakhir (hari ke 2 – 7) dibagi dengan etmal (1 etmal = 24 jam) dengan menggunakan rumus berikut:

$$KT = \frac{X_2}{T_2} + \frac{X_3}{T_3} + \frac{X_4}{T_4} + \frac{X_5}{T_5} + \frac{X_6}{T_6} + \frac{X_7}{T_7}$$

Keterangan:

KT = Kecepatan Berkecambah

X_i = Jumlah Benih yang Berkecambah pada hari ke- i

T_i = Waktu pengamatan (etmal) ke- i

4. Kecerampakan Tumbuh

Kecerampakan tumbuh benih dihitung dari jumlah benih yang berkecambah normal pada hari ke 7 dibagi dengan jumlah benih yang ditanam lalu dikali 100%, rumusnya adalah:

$$KST = \frac{\text{jumlah kecambah normal kuat hari ke 7}}{\text{jumlah benih yang di tanam}} \times 100\%$$

Keterangan:

KST = Kecerampakan Tumbuh

5. Panjang Akar

Pengukuran panjang akar dilakukan pada hari ke-7. Pengukuran dilakukan mulai pada pangkal batang sampai ujung akar terpanjang.

6. Berat Kering Kecambah (g)

Kecambah normal dari setiap ulangan dikumpulkan dan dimasukkan dalam kertas coklat. Kecambah tersebut lalu dioven pada suhu 80°C hingga beratnya konstan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragamnya menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi ekstrak daun kelor dan lama perendaman tidak memberikan efek signifikan terhadap semua parameter yang diamati. Demikian pula konsentrasi ekstrak daun kelor dan lama perendaman tidak signifikan pengaruhnya terhadap potensi tumbuh maksimum, kecepatan berkecambah dan keserampakan tumbuh benih. Kedelai. Rataan hasil masing-masing parameter tersebut ditunjukkan pada tabel 1.

Meskipun hasil sidik ragam menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan terhadap ketiga parameter tersebut, namun ada kecenderungan bahwa potensi tumbuh maksimum benih tertinggi yaitu 94,67% diperoleh pada perlakuan ekstrak daun kelor 10% dan lama perendaman 4 jam sedangkan yang cenderung terendah yaitu 76,67% ditunjukkan pada perlakuan priming air tanpa ekstrak daun kelor dengan perendaman selama 2 jam. Sementara untuk parameter kecepatan tumbuh dan keserampakan tumbuh benih nilai cenderung tertinggi yaitu masing-masing 14,61% dan 78% keduanya diperoleh pada perlakuan ekstrak daun kelor 10% dan perendaman selama 4 jam.

Selain itu, terdapat pula kecenderungan menurun pada nilai potensi tumbuh maksimum, daya berkecambah, kecepatan tumbuh dan keserampakan tumbuh benih pada perlakuan priming ekstrak daun kelor 15% pada perendaman 4 dan 6 jam dibanding dengan ekstrak daun kelor 10% pada lama perendaman 4 jam.

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Kelor dan Lama Perendaman Terhadap Potensi Tumbuh Maksimum, Kecepatan Tumbuh dan Kecerampakan Tumbuh Benih Kedelai

Ekstrak daun kelor (%)	Lama Perendaman (jam)	Potensi Tumbuh Maksimum (%)	Daya berkecambah (%)	Kecepatan berkecambah (%/etmal)
0	2	76,67	11,73	60.00
	4	85,33	11,04	65.33
	6	78,00	11,28	58.00
5	2	84,67	11,94	68.00
	4	88,67	13,87	72.00
	6	85,33	12,66	66.00
10	2	90,00	13,43	73.33
	4	94,67	14,61	78.00
	6	88,67	12,18	72.00
15	2	85,33	12,84	66.00
	4	86,67	13,43	70.00
	6	79,33	10,75	72.67

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak daun kelor dan lama perendaman memberikan pengaruh yang signifikan terhadap panjang akar dan sangat nyata (pada taraf 1%) terhadap berat kering kecambah sedang interaksi antara ekstrak daun kelor dan lama perendaman berpengaruh tidak nyata. Rataan hasil yang diperoleh pada panjang akar dan berat kering kecambah ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil uji $BNT_{0,05}$ menunjukkan bahwa priming dengan menggunakan ekstrak daun kelor 5% menghasilkan panjang akar kecambah yang tertinggi yaitu 7,24 cm dan tidak berbeda dengan ekstrak daun kelor 10% dan 15% dengan panjang akar kecambah masing-masing 7,14% dan 7,21%, namun berbeda nyata lebih baik dengan priming tanpa ekstrak daun kelor (0%) dengan panjang akar kecambah 5,78 cm. Perlakuan priming dengan lama perendaman 4 jam menghasilkan panjang akar yang tertinggi yaitu 7,63 cm signifikan lebih baik

dibanding dengan lama perendaman 2 jam dan 6 jam. Demikian pula lama perendaman 6 jam lebih baik dibanding dengan 2 jam.

Parameter berat kering kecambah tertinggi yaitu 7,22 mg diperoleh pada perlakuan priming dengan ekstrak daun kelor 15% dan tidak ada perbedaan yang signifikan dengan ekstrak daun kelor 5% dan 10% dengan berat kering kecambah masing-masing 7,00 mg dan 6,89 mg, namun berbeda signifikan lebih baik dibanding dengan priming tanpa ekstrak daun kelor (0%) dengan berat kering kecambah 5,56 mg. Perlakuan lama perendaman 4 jam menghasilkan berat kering kecambah yang tertinggi yaitu 7,33 mg yang signifikan lebih baik dibanding dengan lama perendaman 2 jam sedangkan lama perendaman 2 jam tidak berbeda dengan 6 jam dengan berat kering kecambah masing-masing 6,00 mg dan 6,67 mg.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Kelor dan Lama Perendaman Terhadap Panjang akar dan Berat Kering Kecambah Kedelai

Perlakuan	Daya Berkecambah (%)	BNT _{0,05}	Panjang Akar Kecambah (cm)	BNT _{0,05}	Berat Kering Kecambah (mg)	BNT _{0,05}
Ekstrak daun kelor (%)						
0	74,7 ^b	8,44	5,78 ^b	0,66	5,56 ^b	1,19
5	79,1 ^{ab}		7,24 ^a		7,00 ^a	
10	87,3 ^a		7,14 ^a		6,89 ^a	
15	80,6 ^a		7,21 ^a		7,22 ^a	
Lama Perendaman (jam)						
2	78,17 ^a	7,31	6,10 ^c	0,57	6,00 ^b	1,03
4	84,59 ^a		7,63 ^a		7,33 ^a	
6	78,50 ^a		6,81 ^b		6,67 ^{ab}	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (a,b,c) berarti tidak berbeda menurut Uji BNT_{0,05}

Pembahasan

1. Pengaruh Priming dengan Ekstrak Daun Kelor Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak daun kelor memberikan efek yang signifikan terhadap daya berkecambah benih kedelai yang telah disimpan selama enam bulan, namun tidak signifikan terhadap potensi tumbuh maksimum, kecepatan tumbuh dan keserampakan tumbuh benih kedelai. Pengaruh positif ekstrak daun kelor terhadap daya berkecambah diduga berkaitan dengan kandungan bioaktif pada ekstrak daun kelor seperti sitokinin (terutama zeatin), asam askorbat, fenolik, serta unsur hara mikro yang mampu menstimulasi proses fisiologis pada benih. Senyawa tersebut berperan dalam mengaktifkan kembali metabolisme, memperbaiki integritas membran, serta menekan akumulasi spesies oksigen reaktif (ROS) yang umumnya meningkat pada benih yang mengalami kemunduran (Mashamaite et al., 2022; Jyoti & Kumar, 2025; Bailly, 2023). Mekanisme ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa priming dengan ekstrak daun kelor 5% meningkatkan perkecambahan benih pare (Haider, 2024) dan ekstrak daun kelor 7% meningkatkan daya berkecambah pada benih labu botol (*Lagenaria siceraria* L.) (Noor et al. (2024).

Namun demikian, tidak adanya pengaruh nyata terhadap potensi tumbuh maksimum, kecepatan berkecambah, dan keseragaman tumbuh menunjukkan bahwa meskipun viabilitas dasar benih dapat ditingkatkan, kemampuan vigor belum sepenuhnya dipulihkan. Hal ini sejalan dengan teori seed invigoration, di mana perlakuan priming lebih efektif memperbaiki aspek viabilitas seperti persentase kecambah normal dibandingkan dengan aspek vigor yang kompleks, seperti kecepatan dan keseragaman. Vigor benih sangat dipengaruhi oleh metabolisme energi, integritas sistem enzimatik, sintesis DNA, regulasi hormonal, dan kestabilan membran internal yang telah mengalami kerusakan permanen akibat proses deteriorasi selama penyimpanan (Diya et al., 2021). Dengan demikian, meskipun priming dengan ekstrak daun kelor mampu meningkatkan perkecambahan, perbaikan terhadap parameter vigor membutuhkan intensitas perlakuan yang lebih tinggi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan priming dengan ekstrak daun kelor pada konsentrasi 5%, 10%, dan 15% mampu meningkatkan panjang akar dan berat kering kecambah kedelai dibandingkan dengan benih yang tidak diperlakukan. Hal ini menegaskan bahwa ekstrak daun kelor berperan sebagai biostimulan alami yang efektif dalam meningkatkan pertumbuhan awal benih.

Peningkatan panjang akar pada perlakuan ekstrak daun kelor dapat dikaitkan dengan kandungan hormon alami pada ekstrak daun kelor, yaitu auxin. Auxin memainkan peran sentral dalam hampir setiap aspek perkembangan akar, dari tingkat seluler hingga tingkat sistem perakaran secara keseluruhan (Roychoudhry & Kepinski, 2022). Sitokinin dalam ekstrak daun kelor, terutama zeatin, berperan dalam mempercepat pembelahan sel serta diferensiasi jaringan akar sehingga mendorong perkecambahan biji dan perkembangan akar (Mashamaite et al., 2022). Priming dengan ekstrak daun kelor 12% selama 12 jam mampu meningkatkan panjang akar secara signifikan dibanding kontrol (Indriaty et al., 2022). Penelitian lain menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor 5% menghasilkan persentase perkecambahan, biomassa tunas dan akar segar, dan panjang akar yang lebih baik (Haider et al., 2024).

Selain itu, efek positif dari ekstrak daun kelor melalui teknik priming mampu meningkatkan berat kering kecambah kedelai secara signifikan (Tabel 2). Tingginya berat kering kecambah tersebut diduga disebabkan kandungan biostimulan pada ekstrak daun kelor yang memberikan pengaruh baik terhadap perkecambahan yang berdampak pada pertumbuhan selanjutnya sehingga menghasilkan biomassa yang lebih tinggi. Dilla et al., 2024 mengatakan bahwa biostimulan dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Selanjutnya ekstrak daun kelor telah terbukti meningkatkan viabilitas perkecambahan dan pertumbuhan bibit pada tanaman seperti jagung, gandum, dan kedelai (Jyoti & Kumar 2025).

2. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Kelor Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai

Priming dengan variasi lama perendaman memberikan pengaruh signifikan terhadap panjang akar dan berat

kering kecambah kedelai. Lama perendaman 4 jam memberikan respon pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan 2 jam maupun 6 jam. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan teori imbibisi dan aktivasi metabolisme awal benih, di mana pada perendaman 4 jam, benih mampu menyerap air dan senyawa aktif secara optimal untuk memulai proses fisiologis penting tanpa mengalami tekanan fisiologis akibat over-imbibisi. Bewley et al., 2019 mengemukakan bahwa secara fisiologis, priming benih melibatkan fase imbibisi terkendali, yaitu proses penyerapan air yang memicu aktivasi metabolisme awal tanpa menyebabkan protrusi radikula. Jadi dalam penelitian ini perendaman selama 2 jam kemungkinan belum cukup untuk mengaktifkan enzim-enzim hidrolitik, sehingga cadangan makanan pada kotiledon belum termobilisasi secara optimal.

Lama perendaman 4 jam memberikan hasil terbaik yang mungkin karena memberikan waktu yang cukup untuk proses imbibisi awal, dalam menunjang proses aktivasi enzim dan metabolisme bagi pertumbuhan kecambah. Kondisi ini mendukung pemanjangan akar sebagai organ, sekaligus meningkatkan berat kering kecambah yang mencerminkan efisiensi pembentukan biomassa. Sementara, perendaman yang lebih lama (6 jam) menyebabkan terjadinya penurunan panjang akar, dan berat kering kecambah dibanding dengan 2 dan 4 jam yang kemungkinan berpotensi menimbulkan kondisi overhydration yang dapat merusak integritas membran sel akibat kebocoran elektrolit dan menghambat respirasi. Menurut Ruliyansyah (2011) dalam Prasetyo et al., 2019 bahwa perendaman benih yang terlalu lama dapat berdampak negatif pada viabilitas benih yang diakibatkan oleh berkurangnya ketersediaan oksigen yang diperlukan benih untuk respirasi dimana

respirasi penting dalam proses pembentukan energi.

Rendahnya hasil akibat durasi priming yang lebih lama kemungkinan disebabkan pula oleh efek fitotoksik senyawa fenolik pada dosis tinggi atau ketidak seimbangan hormon auksin–sitokinin, atau gangguan imbibisi akibat perubahan potensial osmotik larutan priming.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Priming benih kedelai dengan ekstrak daun kelor pada konsentrasi 5% dan 10% secara signifikan meningkatkan daya berkecambah, panjang akar, dan berat kering kecambah benih kedelai.
2. Priming benih kedelai dengan lama perendaman 4 jam memberikan hasil terbaik pada panjang akar dan berat kering kecambah dan perendaman 6 jam menunjukkan hasil yang menurun.
3. Interaksi antara konsentrasi ekstrak daun kelor dan lama perendaman terhadap viabilitas benih kedelai tidak memberikan efek signifikan terhadap semua parameter yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R. 2016. Invigorasi dan tingkat populasi untuk peningkatan produksi dan mutu benih kacang bambara (*Vigna subterranea* L. Verdc.) aksesori Sumedang dan Tasikmalaya. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Amir M, Prasad D, Khan F A, Khan A, Ahamd B, Astha. (2024). Seed priming: An overview of techniques, mechanisms, and applications. *Plant Science Today*. 2024; 11(1): 553–563. <https://doi.org/10.14719/pst.2828>
- Bailly C. (2023). Advances in Botanical Research, CHAPTER Six - ROS in seed germination (Book), Volume 105, 2023, Pages 177-204
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2019). *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>
- Bhoi N., Ranjan Kumar Dora, Dr. Anita Tripathy (2025). Application of Moringa Leaf Extract as A Seed Priming Agent on Seed Germination. *International Journal for Multidisciplinary Research (IJFMR)* Volume 7, Issue 2, March-April 2025 1.
- Corbineau, F.; Taskiran- Özbingöl, N.; El-Maarouf-Bouteau, H. Improvement of Seed Quality by Priming: Concept and Biological Basis. *Seeds* 2023, 2, 101–115. <https://doi.org/10.3390/seeds2010008>
- Dilla A. I., Zozy Aneloi Noli, Mansyurdin (2024). An Overview: Plant Extract as Biostimulant. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)* Vol. 46 No. 1 August 2024, pp. 09-14
- Diya, A., Beena, R. and Jayalekshmy, V.G. (2021). Physiological, Biochemical and Molecular Mechanisms of Seed Priming: A Review. *Legume Research* 4638 (1-8) DOI: 10.18805/LR- 4638.
- Farooq, M., Usman, M., Nadeem, F., Rehman, H., Wahid, A., Basra, S. M. A., & Siddique, K. H. M. (2019). Seed priming in field crops: Potential benefits, adoption and challenges. *Crop and Pasture Science*, 70(9), 731–771.
- Gani Jawak G., Eny Widajati, Devi Liana^C, Tri Astuti (2022). Pendugaan Kemunduran Benih dengan Uji Fisiologi dan Biokimiawi. *Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering, Savana Cendana* 7 (4) 61-64

- Haider N., Asadullah Noor, Muhammad Mudasir Zeb, Maria Abro, Shahid Hiussain, Gulnaz Baloch, Ahmed Raza Khoso, Safdar Ali Wahocho (2024). Evaluating the Effect of Priming with Moringa Leaf Extract on Seed Germination and Seedling Growth of Bitter gourd (*Momordica charantia* L). *J. Hortic. Agric. Sci.* Vol. 1(1), 01-14
- Hala, H. Abou El-Nour and Nabila, A. Ewais. 2017. Effect of Moringa oleifera Leaf Extract (MLE) on Pepper Seed Germination, Seedlings Improvement, Growth, Fruit Yield and its Quality. *Ins. Agric. Res. Center, Giza. Middle East J. Agric. Res.*, 6(2): 448-463, 2017.
- Hayya, N. F., & Rachmawati, D. (2025). Silicon Priming Enhances Growth and Photosynthetic Pigments in Rice Plant Under Drought Stress. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 53(1), 80-92. DOI: <https://dx.doi.org/10.24>
- Indriaty, A. S., Alimuddin, S., dan Abdullah, A. 2020. Pengaruh ekstrak daun kelor sebagai priming organik terhadap viabilitas benih dan vigor bibit jagung (*Zea mays* L.). *AGrotekMAS: Jurnal Ilmu Pertanian*, 4(1)
- Iqbal, A.M. 2015. Improving Germination and Seedling Vigour of Cowpea (*Vigna Unguiculata* L.) with Different Priming Techniques. *Pakistan: American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 15 (2): 265-270, 2015
- Irshad S, Matloob A, Mehmood K, Nawaz M, Iqbal S, Wahid MA, Ikram RM, Ghafoor MA, Siddiqui MH, Alamri S, Khan S. Moringa dried leaf extract as bio-foliar fertilizer for revitalizing performance and nutritional status of soybean. *Sci Rep.* 2025 Jul 1;15(1):20431. doi: 10.1038/s41598-025-95404-0.
- Jyoti, and Harish Kumar. 2025. “Biostimulant Effects of Plant Extracts on Seed Germination and Storage Stability”. *Archives of Current Research International* 25 (5):296–301. <https://doi.org/10.9734/acri/2025/v25i51209>.
- Khan, S.; Ibrar, D.; Bashir, S.; Rashid, N.; Hasnain, Z.; Nawaz, M.; Al-Ghamdi, A.A.; Elshikh, M.S.; Dvoráčková, H.; Dvoráček, J. (2022). Application of Moringa Leaf Extract as a Seed Priming Agent Enhances Growth and Physiological Attributes of Rice Seedlings Cultivated under Water Deficit Regime. *Plants* 2022, 11, 261. <https://doi.org/10.3390/plants11030261>
- Latifa A. dan Diah Rachmawati (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 Tersedia daring <http://jai.ipb.ac.id> DOI: <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v48i2.31448>
- Leone A, Spada A, Battezzati A, Schiraldi A, Aristil J, Bertoli S. (2015). Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of Moringa oleifera Leaves: An Overview. *Int J Mol Sci.* 2015 Jun 5;16(6):12791-835. doi: 10.3390/ijms160612791. PMID: 26057747; PMCID: PMC4490473.
- MacDonald, M.T.; Mohan, V.R. Chemical Seed Priming: Molecules and Mechanisms for Enhancing Plant Germination, Growth, and Stress Tolerance. *Curr. Issues Mol. Biol.* 2025, 47, 177. <https://doi.org/10.3390/cimb47030177>

-
- Mashamaite, C. V., Ayisi, K. K., & Mariga, I. K. (2022). Moringa leaf extract as a plant growth biostimulant: A review. *South African Journal of Botany*, 146, 98–108.
- Noor A., Niaz Ahmed Wahcho, Nasir Haider, Muzamil Farooque Jamali, Afifa Talpur, Maria Abro, Safdar Ali Wahcho (2024). Priming with Moringa Leaf Extract Improves the Germination and Growth of Bottle Gourd (*Lagenaria siceraria* L.). *Pakistan Journal of Agriculture* 2024, 1(1): Article 5
- Noviana I., Abdul Qadir, dan Faiza C. Suwarno (2016). Perilaku Biokimia Benih Kedelai Selama Penyimpanan dalam Kondisi Terkontrol. *J. Agron. Indonesia* 44 (3) : 255 - 260
- Nurhidayah, S. 2023. Teknik matriconditioning arang sekam padi terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* L. Merrill) asal benih kadaluarsa (Doctoral dissertation, pertanian)
- 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.
- Pavan B. R. M. N. and Chandra Mohan Mehta (2021). Seed invigoration: A review. *The Pharma Innovation Journal*; 10(8): 595-600
- Prasetyo A. W, Arifin Noor Sugiharto, Bambang Guritno (2019). Pengaruh Pemberian Berbagai Macam Bahan Priming terhadap Pertumbuhan dan Hasil Benih Jagung Manis (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.). *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 7 No. 7, Juli 2019: 1198–1205
- Roychoudhry S, Kepinski S. Auxin in Root Development. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2022 May 17;14(4):a039933. doi: 10.1101/cshperspect.a039933.
- Wahyuni W., dan Kartika (2022). Kajian Teknik Invigorasi Benih Kedelai (*Glycine max*) Di Indonesia: Review Artikel. *Fruitset Sains*, 10 (4) (2022) pp. 146-156
- Widiastuti M. L. dan Sri Wahyuni. (2020). Penerapan Teknik Invigorasi Dalam Meningkatkan Vigor Benih Padi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol. 39 No. 2 Desember 2020: 96-104