



Efek Skarifikasi Air Panas Dengan Variasi Suhu dan Waktu Pada Perkecambahan Biji Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

^{1*}Afif Eka Rahma Setiyanto, ²Aminatun Munawarti

¹Program Studi Magister Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: afarato01@student.ub.ac.id

Received: April 2025; Revised: May 2025; Accepted: June 2025; Published: June 2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi suhu awal dan lama waktu skarifikasi air panas terhadap perkecambahan biji kacang hijau. Biji dengan ukuran $0,2 \pm 0,05$ cm berwarna hijau tua diskarifikasi dengan variasi perlakuan skarifikasi, yakni kontrol (tanpa skarifikasi) (P0), suhu ruang 10 menit (P1), suhu ruang 60 menit (P2), suhu 35 °C 10 menit (P3), suhu 35 °C 60 menit (P4), dan suhu 55 °C 10 menit (P5) dengan waktu perkecambahan selama tujuh hari. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan empat ulangan, satu ulangan menggunakan 25 butir biji. Parameter yang diamati adalah persentase perkecambahan, indeks kecepatan perkecambahan, laju perkecambahan, panjang *radikula*, dan panjang *plumula*. Persentase perkecambahan dan indeks kecepatan perkecambahan terbaik dihasilkan oleh kontrol ($P < 0,05$). Laju perkecambahan terbaik dihasilkan oleh perlakuan suhu P3. Panjang *radikula* dan panjang *plumula* tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) pada seluruh perlakuan. Skarifikasi air panas dengan variasi suhu dan waktu pada penelitian ini tidak menghasilkan perkecambahan kacang hijau yang lebih baik dari kontrol.

Kata Kunci: Kacang hijau; skarifikasi; suhu; waktu

Abstract: This study aims to analyze the effect of initial temperature variation and hot water scarification time on the germination of mung bean seeds. Seeds measuring 0.2 ± 0.05 cm in size and dark green in color were scarified using various scarification treatments, namely control (without scarification) (P0), room temperature for 10 minutes (P1), room temperature for 60 minutes (P2), 35°C for 10 minutes (P3), 35°C for 60 minutes (P4), and 55°C for 10 minutes (P5), with a germination period of seven days. The experimental design used was a completely randomized design with four replications, each replication using 25 seeds. The parameters observed were germination percentage, germination rate index, germination rate, radicle length, and plumule length. The best germination percentage and germination speed index were produced by the control ($P < 0.05$). The best germination rate was produced by the P3 temperature treatment. Radicle length and plumule length did not differ significantly ($P < 0.05$) across all treatments. Hot water scarification with varying temperatures and times in this study did not induce better mung bean germination than the control.

Keywords: Mung bean; scarification; temperature; time

How to Cite: Setiyanto, A., & Munawarti, A. (2025). Efek Skarifikasi Air Panas Dengan Variasi Suhu Dan Waktu Pada Perkecambahan Biji Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 1392-1403. doi:<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i2.12176>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i2.12176>

Copyright© 2025, Setiyanto et al

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan tanaman komoditas pertanian dunia dengan luas produksi sekitar 5,5 juta hektar per tahun (Weinberger, 2003). Asia menjadi produsen global kacang hijau terbesar di antara benua-benua lain karena produksi kacang hijau Asia menyumbang sekitar 90% dari total produksi dunia (Kaur et al., 2015). Salah satu negara Asia yang menjadi produsen global kacang hijau adalah Indonesia dengan urutan keempat setelah India, Cina, dan Myanmar (Nair et al., 2014). Produksi kacang hijau di Indonesia menduduki urutan ketiga terbanyak pada tanaman jenis kacang-kacangan atau Leguminosae setelah kedelai dan kacang tanah (Sari & Mahfut, 2023). Namun, produksi kacang hijau mengalami penurunan. Produksi kacang hijau pada tahun 2020 sebanyak 222.629 ton menurun pada tahun

2021 menjadi 211.176 ton (Syaufi, 2023). Salah satu yang menjadi permasalahan dalam produksi kacang hijau adalah proses dormansi biji.

Dormansi merupakan kondisi biji viabel yang tidak dapat berkecambah meskipun berada pada lingkungan yang mendukung proses perkecambahan (Taiz *et al.*, 2015). Dormansi diklasifikasikan menjadi lima kelompok, salah satunya adalah dormansi fisik. Dormansi fisik merupakan dormansi yang disebabkan oleh fisik biji, yakni kulit biji yang keras (Ayuso *et al.*, 2019). Kulit biji yang keras menyebabkan air tidak dapat masuk ke dalam biji sehingga biji tidak dapat berkecambah. Kelompok tanaman kacang-kacangan atau Leguminoceae tergolong dalam biji dengan dormansi fisik (Paul *et al.*, 2020). Dormansi memiliki dampak negatif terhadap pertanian karena mengacaukan waktu tanam serta memperpanjang waktu kecambah biji (Rumahorbo *et al.*, 2020).

Permasalahan dormansi fisik dapat diatasi dengan skarifikasi. Skarifikasi adalah perlakuan terhadap kulit biji sehingga kulit biji akan bersifat permeabel terhadap nutrien, gas, serta air. Dengan perlakuan skarifikasi, maka dormansi biji dapat dipatahkan dengan lebih cepat sehingga biji dapat berkecambah. Skarifikasi dilakukan dengan berbagai metode (Kolly *et al.*, 2022). Beberapa metode skarifikasi adalah pengikisan, peretakan (*cracking*), pemanggangan, perendaman dalam air hangat, perendaman dalam cairan asam, serta pengamplasan (Ardiarini *et al.*, 2021; Maldonado-Arciniegas *et al.*, 2018; Utami *et al.*, 2021).

Skarifikasi pada kacang-kacangan efektif dengan menggunakan air panas. Air panas menyebabkan kerusakan tutup *stropholar* atau pecahnya lapisan makrosklereid. Air panas yang diterapkan untuk skarifikasi dapat dilakukan dengan cara direndam atau direbus tetapi cara yang lebih efektif adalah direndam. Perendaman umum dilakukan selama 12 – 24 jam dengan cara memasukkan biji ke dalam air mendidih kemudian didiamkan mendingin (Rumahorbo *et al.*, 2020). Dormansi pada kacang hijau perlu diteliti untuk efisiensi waktu tanam sehingga mempercepat proses panen. Oleh karena itu, analisis pengaruh variasi suhu awal dan lama waktu skarifikasi dilakukan untuk mengetahui dampak perlakuan terhadap perkecambahan biji kacang hijau sehingga dapat disarankan perlakuan skarifikasi yang dapat menginduksi perkecambahan biji kacang hijau secara optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi suhu awal dan lama waktu skarifikasi air panas terhadap perkecambahan biji kacang hijau.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Jalan Cucak Rawun Raya, Desa Sekarpuro. Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang karena kemudahan akses bahan serta ketersediaan alat dan lahan percobaan. Penelitian dilakukan selama April hingga Mei 2024. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan enam perlakuan. Biji kacang hijau dibeli di pasar lokal Sawojajar, Kabupaten Malang. Setiap perlakuan menggunakan empat pot yang berbeda sebagai ulangan spasial, setiap pot menggunakan 25 butir biji. Perlakuan terdiri dari:

1. P0 : kontrol (tanpa perendaman)
2. P1 : suhu awal ruang (26 °C) selama 10 menit,
3. P2 : suhu awal ruang (26 °C) selama 60 menit
4. P3 : suhu awal 35 °C selama 10 menit
5. P4 : suhu awal 35 °C selama 60 menit
6. P5 : suhu awal 55 °C selama 10 menit.

Biji kacang hijau yang digunakan berukuran seragam ($0,2 \pm 0,05$ cm) berwarna hijau tua. Skarifikasi dilakukan dengan perendaman sesuai dengan variasi suhu awal

air dan lama perendaman dengan kondisi baskom terbuka sehingga suhu air tidak dijaga hingga akhir perendaman. Biji yang terapung dibuang.

Medium yang digunakan adalah pasir. Pasir disterilkan pada suhu 100 °C dengan oven selama 2 jam dengan modifikasi suhu dan lama waktu (Cahyani, 2009). Pasir kemudian dimasukkan ke dalam pot berdiameter 15 cm hingga memenuhi $\frac{3}{4}$ bagian pot. Penanaman menggunakan metode *top of sand*, biji ditekan di atas pasir (Febriyan & Widajati, 2015). Perawatan dilakukan dengan penyiraman saat medium tanam kering dengan air ledeng ± 100 mL untuk setiap pot dan penyiangan untuk menghilangkan gulma. Pot diletakkan secara acak di tempat yang tidak terpapar langsung sinar matahari dan dihindarkan dari hujan (Rumahorbo *et al.*, 2020).

Pengamatan perkecambahan dilakukan hingga tujuh hari. Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati dihitung adalah persentase perkecambahan (G), indeks kecepatan perkecambahan (IKP), laju perkecambahan (LP), panjang radikula, dan panjang plumula. Persentase perkecambahan dihitung pada hari ketujuh. Rumus persentase perkecambahan adalah :

$$G = \frac{\text{Jumlah biji yang berkecambah normal}}{\text{Jumlah biji yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

Indeks kecepatan perkecambahan adalah kecepatan kecambah yang muncul pada hari tertentu berdasarkan jumlah tambahan kecambah normal setiap hari. Indeks kecepatan perkecambahan dihitung hingga hari ketujuh. Rumus dari indeks kecepatan perkecambahan adalah :

$$IKP = \frac{\sum G_n}{n}$$

Keterangan:

G_n = persentase perkecambahan pada hari ke-n

n = hari pengamatan

Laju perkecambahan adalah perhitungan kemampuan biji berkecambah dengan cepat dengan waktu tertentu dengan menghitung jumlah hari untuk radikula dan plumula muncul. Laju perkecambahan dihitung hingga hari ketujuh. Rumus laju perkecambahan adalah :

$$LP = \frac{N_n T_n}{JB}$$

Keterangan:

N = total biji yang berkecambah pada hari ke-n

T = total waktu antara pengujian awal sampai akhir pada interval tertentu

JB = jumlah biji yang dikecambahkan

Panjang radikula diukur dari leher akar hingga ujung akar primer yang diukur pada hari ketujuh. Panjang plumula diukur dari leher akar hingga ujung atas yang diukur pada hari ketujuh (Hidayati *et al.*, 2019; Fatikhasari *et al.*, 2022).

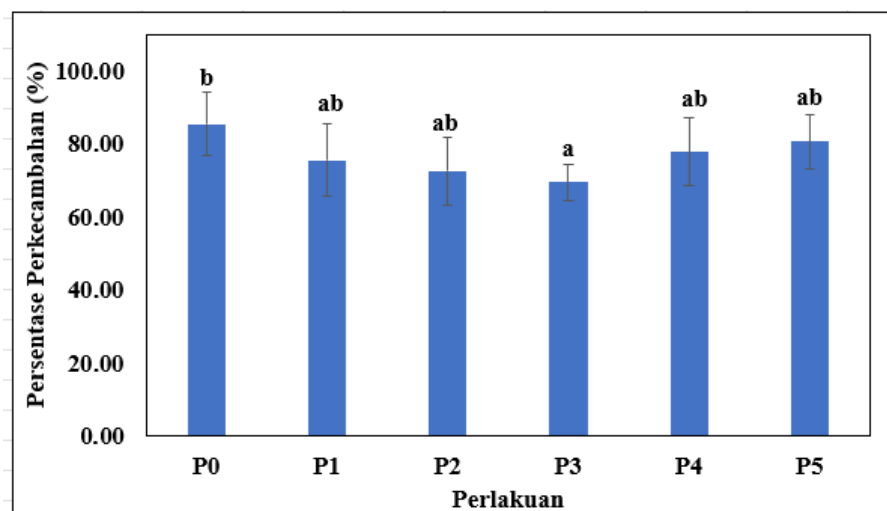
Data persentase perkecambahan, indeks kecepatan perkecambahan, laju perkecambahan, panjang radikula, dan panjang plumula dianalisis normalitas kemudian homogenitas. Jika data tidak berdistribusi normal, maka dilakukan uji Kruskal-Wallis dan dilanjutkan uji Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$) jika terdapat perbedaan nyata. Jika data berdistribusi normal tetapi tidak homogen, maka dilakukan uji Brown-Forsythe dan dilanjutkan uji Games-Howell ($\alpha = 0,05$) jika terdapat perbedaan nyata. Jika data berdistribusi normal dan homogen, maka dilakukan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) satu arah dan dilanjutkan uji Duncan ($P < 0,05$) jika terdapat perbedaan nyata. Hubungan persentase perkecambahan dengan indeks kecepatan perkecambahan

serta panjang radikula dengan indeks kecepatan perkecambahan dianalisis dengan uji regresi. Software yang digunakan untuk mengolah data adalah Microsoft Excel 2019 dan SPSS ver. 23 for Windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Perkecambahan

Persentase perkecambahan digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan kemampuan biji untuk berkecambah sehingga biji dengan kualitas tinggi dapat terjamin. Penggunaan biji berkualitas tinggi diharapkan dapat memaksimalkan hasil panen (Tahing et al., 2024). Perlakuan skarifikasi memengaruhi persentase perkecambahan. Persentase perkecambahan semakin menurun hingga P3 yang menghasilkan persentase perkecambahan terendah dan kemudian meningkat. Dalam percobaan ini, terlihat bahwa P0 tertinggi tetapi tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan lain (Gambar 1). Persentase perkecambahan pada seluruh perlakuan berkisar antara $\pm 70 - 80 \%$.



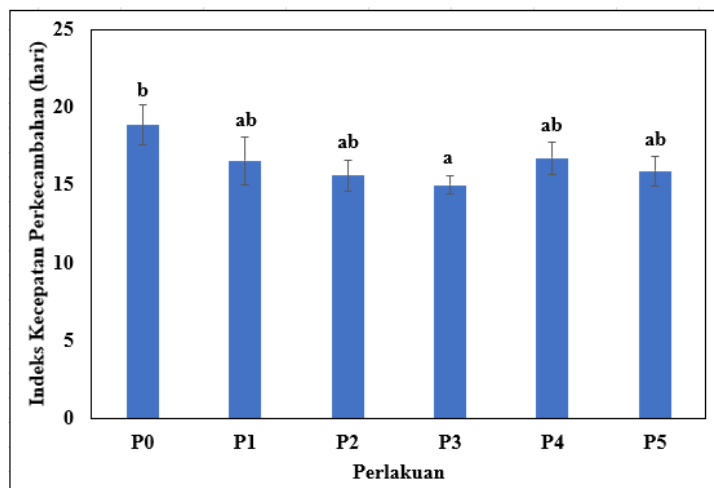
Gambar 1. Persentase perkecambahan kacang hijau pada berbagai perlakuan skarifikasi selama 7 hari (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dengan uji Duncan ($P < 0,05$))

Perlakuan skarifikasi menunjukkan bahwa suhu tinggi menyebabkan persentase perkecambahan semakin meningkat. Hal ini disebabkan suhu panas menyebabkan kerusakan pada kulit biji sehingga air dapat masuk ke dalam biji (Solichatun et al., 2016). Perlakuan P5 merupakan perlakuan dengan suhu tertinggi dan menyebabkan persentase perkecambahan yang tertinggi dibandingkan perlakuan skarifikasi lain meskipun tidak berbeda nyata ($P < 0,05$). Proses imbibisi dan aktivitas metabolisme biji dipengaruhi oleh suhu (Guo et al., 2020). Salah satu faktor metabolisme yang dipengaruhi oleh suhu adalah aktivitas enzim. Biji kacang hijau mengandung enzim α -amilase (Gumelar & Fariyanto, 2020). Enzim α -amilase berperan dalam proses perkecambahan dengan menghidrolisis pati menjadi glukosa (Liu et al., 2018). Suhu terlalu tinggi menyebabkan kerusakan enzim, yakni sisi aktif enzim menjadi rusak akibat dari struktur enzim yang berubah (Fatikhasari et al., 2022). Sebaliknya, suhu rendah menyebabkan aktivitas enzim yang tidak optimum sehingga metabolisme dalam biji rendah yang mengakibatkan pertumbuhan yang tidak optimum (Sghaier et al., 2022).

Perendaman yang lama memiliki dampak buruk terhadap persentase perkecambahan. Biji yang lama terendam menyebabkan kerusakan biji dan kebusukan. Hal ini disebabkan banyaknya air yang masuk ke dalam endosperm (Lasut *et al.*, 2022). Cadangan makanan dalam biji menurun akibat kadar air yang tinggi dalam biji dan menyebabkan respirasi biji meningkat sehingga kualitas biji menurun (Haq *et al.*, 2024). Selain itu, biji yang terendam dalam waktu lama menyebabkan kelembapan biji meningkat yang menyebabkan jamur dapat tumbuh pada biji sehingga biji gagal berkecambah (Hanifa *et al.*, 2022; Haq *et al.*, 2024). Contoh jamur yang menyerang kacang hijau adalah *Fusarium* sp. dan *Rhizoctonia solani* (Wati *et al.*, 2021). Suhu yang terlalu rendah menyebabkan kegagalan perkecambahan biji karena biji mengalami stres oksidatif (Fu *et al.*, 2017). Hal ini didukung dari hasil penelitian yang menunjukkan persentase perkecambahan perlakuan P1, P2, dan P3 lebih rendah dari kontrol akibat biji terserang jamur serta suhu yang diduga terlalu rendah untuk kacang hijau sehingga biji gagal berkecambah.

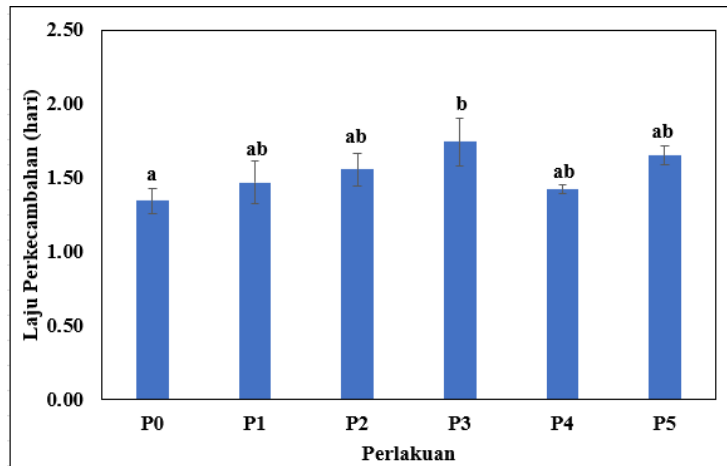
Indeks Kecepatan Perkecambahan dan Laju Perkecambahan

Indeks kecepatan perkecambahan biji P0 tertinggi tetapi tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan lain. Indeks kecepatan perkecambahan menurun dari P1 hingga P3 kemudian meningkat pada P4 dan menurun kembali pada P5 (Gambar 2). Indeks kecepatan perkecambahan memiliki kaitan dengan vigor. Indeks kecepatan perkecambahan dengan nilai 20,00 – 33,33 % menunjukkan biji memiliki vigor yang kuat sedangkan indeks kecepatan perkecambahan dengan nilai $< 20,00\%$ menunjukkan biji memiliki vigor yang lemah (Lauterboom, 2019). Dalam penelitian ini, nilai indeks kecepatan perkecambahan bernilai kurang dari 20,00% yang menunjukkan bahwa kontrol maupun seluruh perlakuan skarifikasi menghasilkan kecambah dengan vigor yang lemah.



Gambar 2. Indeks kecepatan perkecambahan kacang hijau pada berbagai perlakuan skarifikasi selama 7 hari (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dengan uji Duncan ($P < 0,05$))

Perhitungan laju perkecambahan bertujuan untuk mengetahui perlakuan optimum untuk meningkatkan daya perkecambahan biji (Fatikhasari *et al.*, 2022). Laju perkecambahan semakin cepat dari P0 hingga P3. Laju perkecambahan pada P4 dan P5 menurun. Dengan demikian, perlakuan optimum yang menyebabkan laju perkecambahan tercepat adalah P3. Hal ini menunjukkan skarifikasi menyebabkan laju perkecambahan kacang hijau lebih tinggi dibandingkan P0 meskipun perlakuan selain P3 tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (Gambar 3).

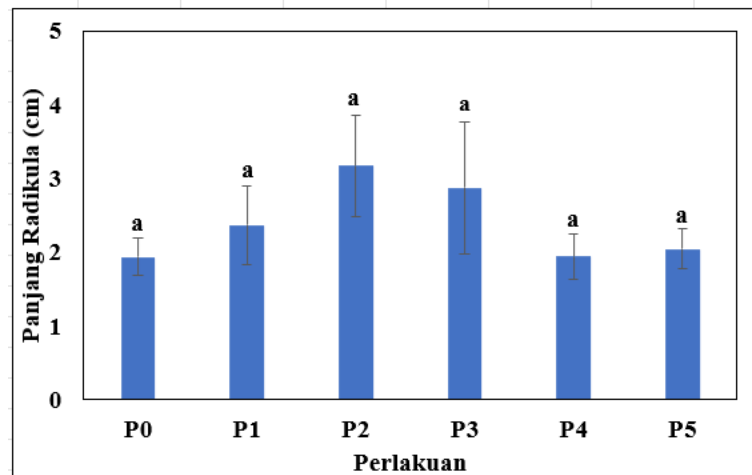


Gambar 3. Laju perkecambahan kacang hijau pada pada berbagai perlakuan skarifikasi selama 7 hari (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dengan uji Duncan ($P < 0,05$))

Kecepatan perkecambahan memiliki keterkaitan dengan imbibisi. Suhu tinggi menyebabkan laju imbibisi pada biji lebih tinggi dibandingkan suhu rendah. Imbibisi menginduksi sel dan laju metabolisme untuk berpindah menjadi fase perkecambahan (Silalahi, 2017). Namun, suhu yang terlalu tinggi justru menghambat pertumbuhan embrio bahkan dapat menyebabkan kematian sel dan embrio (Sghaier *et al.*, 2023 ; Sharma *et al.*, 2022). Suhu tinggi menyebabkan tanaman menjadi stres sehingga terjadi perubahan fisiologis dan biokimia (Nugraha *et al.*, 2023). Suhu tinggi mengakibatkan *reactive oxygen species* (ROS) banyak diproduksi yang mengakibatkan terganggunya proses metabolisme tanaman (Chaki *et al.*, 2020). Hal ini disebabkan ROS merusak membran plastida serta komponen membran sel yang menyebabkan proses fotosintesis terganggu (Kumar *et al.*, 2023). Selain itu, hormon asam absisat banyak teraktivasi pada suhu tinggi sehingga proses perkecambahan biji terhambat (Sharma *et al.*, 2022). Pada penelitian ini, suhu 55 °C pada P5 menyebabkan penurunan laju perkecambahan yang diduga suhu tersebut terlalu tinggi untuk kacang hijau sehingga perkecambahan kacang hijau tidak optimum.

Panjang radikula

Panjang radikula semakin panjang dari P0 hingga P2 kemudian menurun. Dari hasil penelitian, radikula terinduksi memanjang maksimum pada P2 tetapi seluruh perlakuan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu ruang lebih optimum ketika dilakukan dalam waktu lama sedangkan suhu 35 °C lebih optimum ketika dilakukan dalam waktu sebentar. ISTA (1976) dalam Tarim *et al.* (2015) menyebutkan bahwa panjang akar kecambah tergolong baik apabila memiliki panjang 2,2 – 3 cm. Oleh karena itu, perlakuan yang menghasilkan radikula yang baik pada penelitian ini adalah P1, P2, dan P3.



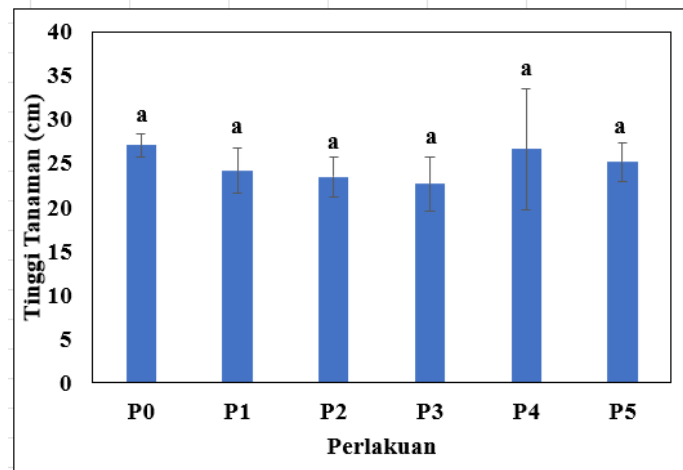
Gambar 4. Panjang radikula kacang hijau pada pada berbagai perlakuan skarifikasi pada pengamatan hari ke-7 (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dengan uji Duncan ($P < 0,05$))

Sghaier *et al.* (2022) menyebutkan bahwa panjang radikula pada *Brassica napus* yang diberi perlakuan variasi suhu 5 – 35 °C menunjukkan respon yang mirip dengan penelitian ini. Suhu yang menginduksi pertumbuhan radikula paling optimum adalah suhu 20 °C. Suhu 5 °C dan 10 °C menginduksi pertumbuhan radikula yang tidak seoptimum suhu 20 °C. Perlakuan suhu 30 °C dan 35 °C menyebabkan pertumbuhan radikula yang lebih rendah dari suhu 20 °C. Selama pertumbuhan, radikula membutuhkan suhu kumulatif yang berbeda. Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan radikula tidak dapat tumbuh dalam waktu lama. Akumulasi panas yang diterima oleh radikula lebih baik secara bertahap dibandingkan langsung dengan suhu tinggi. Hal ini yang menjadi dugaan bahwa suhu 55 (P5) pada penelitian ini menyebabkan penghambatan pembentukan radikula karena suhu yang terlalu tinggi sedangkan suhu 35 (P4) lebih optimum jika diberikan dalam waktu sebentar.

Tarim *et al.* (2015) menyebutkan bahwa suhu memiliki kaitan dengan kadar oksigen. Suhu tinggi menyebabkan kadar oksigen tidak cukup untuk perkecambahan. Oksigen yang dibutuhkan untuk perkecambahan adalah 0,3%. Oksigen dibutuhkan untuk pembentukan energi untuk proses perkecambahan melalui proses oksidasi.

Panjang plumula

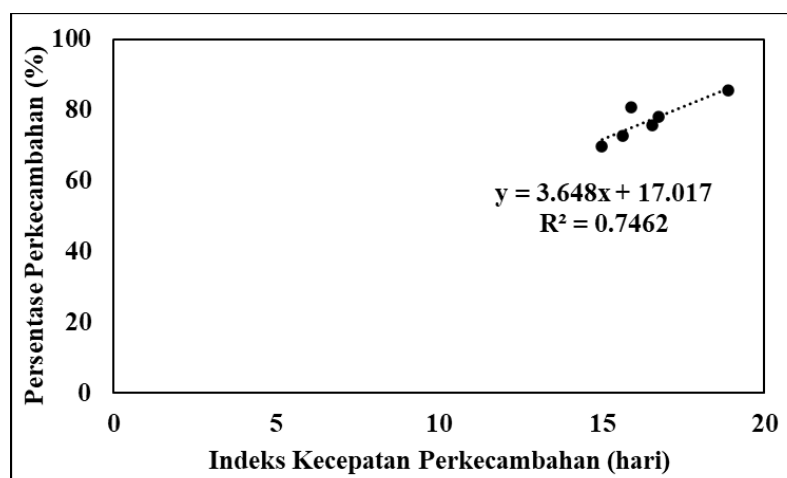
Skarifikasi tidak berpengaruh terhadap panjang plumula. Seluruh perlakuan menghasilkan tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (Gambar 5). Hasil penelitian ini memiliki kesamaan dengan Tahing *et al.* (2024) yang melaporkan rerata tinggi kecambah biji *Indigofera zollingeriana* menunjukkan antara kontrol dengan perlakuan skarifikasi tidak berbeda nyata. Penyebab panjang plumula tidak berbeda nyata dapat disebabkan skarifikasi memengaruhi fase perkecambahan biji tetapi tidak memengaruhi fase vegetatif selanjutnya. Panjang plumula memiliki rentang antara 22,73 – 27,07 cm yang menunjukkan kecambah mengalami etiolasi. Mahardika *et al.* (2023) menyebutkan bahwa kecambah kacang hijau yang mengalami etiolasi memiliki panjang 27 cm pada hari ketujuh sedangkan kecambah normal memiliki panjang plumula 14,3 cm pada hari ketujuh. Etiolasi disebabkan oleh hormon auksin yang merangsang pemanjangan pada sel-sel kecambah. Auksin bekerja maksimal pada kondisi gelap. Deepika *et al.* (2020) menyebutkan bahwa kondisi gelap juga menginduksi tanaman untuk mensintesis hormon gibberelin dan etilen. Gibberelin dan etilen ikut andil dalam terjadinya etiolasi (Vriezen *et al.*, 2004).



Gambar 5. Tinggi tanaman kacang hijau pada pada berbagai perlakuan skarifikasi pada pengamatan hari ke-7 (Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan dengan uji Mann-Whitney ($P < 0,05$)).

Hubungan Persentase Perkecambahan, Indeks Kecepatan Perkecambahan, dan Panjang Radikula

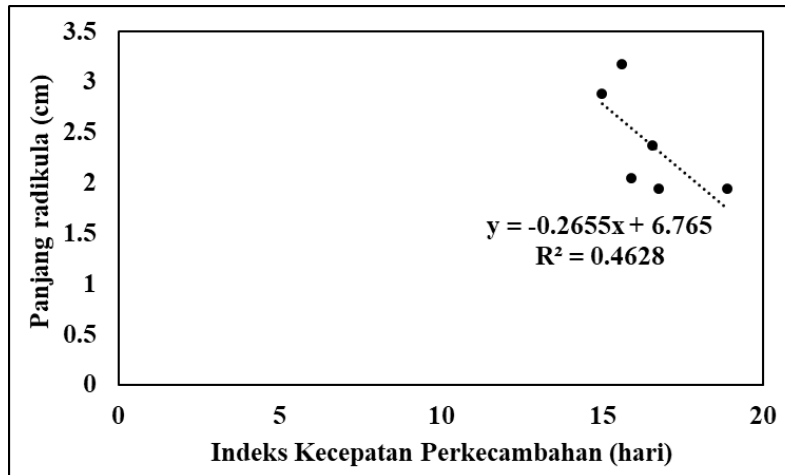
Persentase perkecambahan dan indeks kecepatan perkecambahan memiliki hubungan yang kuat dengan nilai positif (Gambar 6). Persentase perkecambahan dan indeks kecepatan perkecambahan merupakan parameter yang berbeda tetapi saling melengkapi. Persentase perkecambahan untuk mengukur jumlah biji yang dapat berkecambah sedangkan indeks kecepatan perkecambahan mengukur seberapa cepat suatu biji berkecambah. Dengan adanya grafik regresi pada Gambar 6, dapat disimpulkan bahwa biji yang berkualitas memiliki persentase perkecambahan yang tinggi yang diikuti dengan indeks kecepatan perkecambahan yang tinggi juga. Hubungan antar persentase perkecambahan dan indeks kecepatan perkecambahan pada penelitian ini sama seperti Fatikhasari et al. (2021) yang memiliki hubungan positif pada kacang hijau, kacang tanah (*Arachis hypogaea*), dan jagung (*Zea mays*).



Gambar 6. Hubungan antara persentase perkecambahan dan indeks kecepatan perkecambahan.

Panjang radikula berhubungan negatif dan indeks kecepatan perkecambahan memiliki hubungan yang moderat dengan nilai negatif (Gambar 7). Hubungan negatif antara panjang radikula dan indeks kecepatan perkecambahan karena tunas dan

radikula memiliki sifat yang berbeda. Cekaman air lebih berefek pada radikula daripada tunas. Radikula menjadi lebih lambat berkembang sedangkan tunas lebih cepat berkembang (Khaeim *et al.*, 2022). Tunas memiliki kaitan dengan indeks kecepatan perkecambahan karena tunas merupakan bagian kecambah yang tumbuh di permukaan tanah.



Gambar 7. Hubungan antara panjang radikula dan indeks kecepatan perkecambahan.

KESIMPULAN

Skarifikasi pada kacang hijau dilakukan untuk mempercepat proses perkecambahan sehingga diperoleh hasil panen yang optimum. Perlakuan skarifikasi dengan variasi suhu dan waktu memberikan efek terhadap perkecambahan kacang hijau. Suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi serta waktu perendaman yang terlalu cepat atau terlalu lama menyebabkan perkecambahan menjadi tidak optimum. Skarifikasi diduga tidak memengaruhi fase vegetatif pertumbuhan biji yang ditunjukkan dengan panjang radikula dan panjang plumula yang tidak berbeda nyata. Perlakuan suhu dan waktu skarifikasi kacang hijau pada penelitian ini tidak cocok untuk perkecambahan kacang hijau karena tidak ada perlakuan skarifikasi yang memberikan hasil lebih baik dari kontrol.

REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya diperlukan suhu dan waktu perendaman dengan variasi yang lebih banyak sehingga diperoleh perlakuan suhu air dan waktu perendaman yang benar-benar menghasilkan perkecambahan kacang hijau yang optimum. Kondisi lingkungan perkecambahan hendaknya benar-benar diperhatikan terutama pada faktor abiotik intensitas cahaya agar kecambah tidak mengalami etiolasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yudhistira Ibrahim, S.Si., Nisa Nabila Aafa Wachid, S.Si., serta Adhisty Aura Salsabila, S.Si. selaku kolega Biologi Universitas Brawijaya yang telah membantu dan berdiskusi pada proses analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

Ardiarini, N., Lase, J. A., Hidayat, Y., & Habeahan, K. B. (2021). The effect of seed scarification on the germination process and the growth of long bean (*Vigna sinensis*) sprout. *E3S Web of Conferences*, 306, 01002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130601002>

- Ayuso, M., Landín, M., Gallego, P. P., & Barreal, M. E. (2019). *Artificial Intelligence Tools to Better Understand Seed Dormancy and Germination*. London: IntechOpen.
- Cahyani, V. R. (2009). Pengaruh Beberapa Metode Sterilisasi Tanah Terhadap Status Hara, Populasi Mikrobiota, Potensi Infeksi Mikorisa dan Pertumbuhan Tanaman. *Sains Tanah – Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 6(1), 43–52.
- Chaki, M., Begara-Morales, J. C., & Barroso, J. B. (2020). Oxidative Stress in Plants. *Antioxidants*, 9(6), 481. <https://doi.org/10.3390/antiox9060481>
- Deepika, Ankit, Sagar, S., & Singh, A. (2020). Dark-Induced Hormonal Regulation of Plant Growth and Development. *Frontiers in Plant Science*, 11, 581666. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.581666>
- Fatikhasari, 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>
- Febriyan, D. G. & Widajati, E. (2015). Pengaruh Teknik Skarifikasi Fisik dan Media Perkecambahan terhadap Daya Berkecambah Benih Pala (*Myristica fragrans*). *Buletin Agrohorti*, 3(1), 71–78. <https://doi.org/10.29244/agrob.v3i1.14829>
- Fu, J. J., Liu, J., Yang, L. Y., Miao, Y. J., & Xu, Y. F. (2017). Effects of low temperature on seed germination, early seedling growth and antioxidant systems of the wild *Elymus nutans* Griseb. *J. Agr. Sci. Tech.*, 19, 1113–1125.
- Gumelar & Fariyanto, D. E. (2020). Pengaruh Waktu Perkecambahan Biji Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) Terhadap Produksi Enzim α -Amilase. *Cermin : Jurnal Penelitian*. 4(1), 68–77. <https://doi.org/10.36841/cermin.unars.v4i1.519>
- Guo, C., Shen, Y., & Shi, F. (2020). Effect of temperature, light, and storage time on the seed germination of *Pinus bungeana* Zucc. Ex Endl.: The role of seed-covering layers and abscisic acid changes. *Forest*, 11(3), 300. <https://doi.org/10.3390/f11030300>
- Hanifa, S. M., Afdhala, R. R., & Sari, S. (2022). Keanekaragaman Jamur Mikroskopis Di Kawasan Ekowisata Sarah Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2022*, 10(2), 152–175. <http://dx.doi.org/10.22373/pbio.v10i2.15271>
- Haq, S. H., Gusmalawati, D., & Ifadatin, S. (2024). Perkecambahan Biji Sawi (*Brassica juncea* (L.) Czern.) Varietas Tosakan yang Kedaluwarsa Berdasarkan Bahan Priming dan Lama Waktu Perendaman. *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, 8(2), 797–806. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i2.4033>
- Hidayati, S., Purwanti, S., & Pratiwi, Y. I. (2019). Seed Scarification Test and ZPT Immersion on Germination of Watermelon Seeds (*Citrullus vulgaris* Schard). *Agricultural Science : Journal of Agricultural Science and Agriculture Engineering*, 2(2), 80–89.
- Kaur, R., Bains, T. S., Bindumadhava, H., & Nayyar, H. (2015). Responses of mungbean (*Vigna radiata* L.) genotypes to heat stress: Effects on reproductive biology, leaf function and yield traits. *Scientia Horticulturae*, 197, 527–541. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.015>
- Khaeim, H., Kende, Z., Balla, I., Gyuricza, C., Eser, A., & Tarnawa, Á. (2022). The Effect of Temperature and Water Stresses on Seed Germination and Seedling Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Sustainability*, 14(7), 3887. <https://doi.org/10.3390/su14073887>

- Kolly, S. W., Lapenangga, T., & Vertygo, S. (2022). Pengaruh Metode Skarifikasi Secara Mekanik Terhadap Perkecambahan Biji Lamtoro Tarramba (*Leucaena leucocephala* cv. Tarramba). *JITP*, 10(2), 63–69. <https://doi.org/10.20956/jitp.v10i2.20186>
- Lasut, K. Y., Pinaria, A., & Raintung, J. (2022). Pengaruh konsentrasi KNO₃ dan lama perendaman terhadap perkecambahan biji aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr.). *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 3(1), 99–107. <https://doi.org/10.35791/jat.v3i1.35462>
- Lauterboom, D. P. (2019). Uji Daya Kecambah 2 Varietas Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Pada Berbagai Konsentrasi NaCl. *Jurnal Dinamis*, 1(12), 57 – 67.
- Mahardika, I. K., Baktiarso, S., Qowasmi, F. N., Agustin, A. W., & Adelia, Y. L. (2023). Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Proses Perkecambahan Kacang Hijau Pada Media Tanam Kapas. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(3), 312–316.
- Maldonado-Arciniegas, F., Ruales, C., Caviedes, M., Ramirez-Villacis, D., & Leon-Reyes, A. (2018). An evaluation of physical and mechanical scarification methods on seed germination of *Vachellia macracantha* (Humb. dan Bonpl. Ex Willd.) Seigler dan Ebinger. *Acta Agronómica*, 67, 120–125. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n1.60696>
- Nair, R., Schafleitner, R., Easdown, W., Ebert, A., Hanson, P., Hughes, J. D. A., & Keatinge, J. D. H. (2014). Legume Improvement Program at AVRDC-The World Vegetable Center: Impact and Future Prospects. *Field & Vegetable Crops Research/Ratarstvo i povrtarstvo*, 51(1), 55–61.
- Nugraha, A. H., Anggraini, R., Destrica, R., Hidayati, J. R., Addini, I., & Halim, M. (2023). Effect of Temperature on the Physiological Response of *Enhalus acoroides* Seedlings. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 28(3), 251–259. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.28.3.251-259>
- Paul, D., Chakrabarty, S. K., Maity, A., & Kumar, S. (2020). Seed production during summer reduces proportion of hard seeds in mung bean (*Vigna radiata* L.). *Food and Scientific Reports*, 1(9), 43–45.
- Rumahorbo, A. S. R., Duryat, & Bintoro, A. (2020). Pengaruh Pematangan Masa Dormansi melalui Perendaman Air dengan Stratifikasi Suhu terhadap Perkecambahan Benih Aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Sylva Lestari*, 8(1), 77–84. <https://doi.org/10.23960/jsl1877-84>
- Sari, H. E. & Mahfut. (2023). Response of Green Beans (*Vigna radiata* L.) Germination on Leaves and Rhizomes Cogongrass (*Imperata cylindrica* L.) Allelopathy. *Bio Sains: Jurnal Ilmiah Biologi*, 3(1), 9–14. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.23564679>
- Sghaier, A. H., Tarnawa, A., Khaeim, H., Kovács, G. P., Gyuricza, C., & Kende, Z. (2022). The Effects of Temperature and Water on the Seed Germination and Seedling Development of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Plants*, 11(21), 2819. <https://doi.org/10.3390/plants11212819>
- Sharma, S., Singh, V., Tanwar, H., Mor, V. S., Kumar, M., Punia, R. C., Dalal, M. S., Khan, M., Sangwan, S., Bhuker, A., Dagar, C. S., Yashveer, S., & Singh, J. (2022). Impact of High Temperature on Germination, Seedling Growth and Enzymatic Activity of Wheat. *Agriculture*, 12(9), 1500. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091500>
- Silalahi, M. (2017). Pengaruh Asam Kuat, Pengamplasan, dan Lama Perendaman Terhadap Laju Imbibisi Dan Perkecambahan Biji Aren (*Arenga pinnata*). *Al-*

- Kauniah; Journal of Biology*, 10(2), 73–82.
<http://dx.doi.org/10.15408/kauniah.v10i2.4758>
- Solichatun, Santosa, Dewi, K., & Pratiwi, R. (2016). The effects of physical and hormonal treatments on dormancy breaking and the changes in seed coat ultrastructure of *Delonix regia*. *Nusantara Bioscience*, 8(1), 94–102.
<https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n080117>
- Syaufi, A. (2023) Respon Dua Kultivar Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L) Terhadap Dosis Pupuk Kieserite. *Bachelor thesis*. Universitas Jambi.
- Tahing, A., Semang, A., & Vertygo, S. (2024). The Effect of Hot Water Scarification Duration on Germination and Growth of *Indigofera zollingeriana* Seeds. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2), 317–324. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i2.6848>
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development*, sixth edition. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
- Tarim, Trisnarningsih, U., & Soeparman, A. H. (2015). Pengaruh Perendaman Benih dalam Berbagai Suhu Air Terhadap Vigor dan Viabilitas Benih Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala* L). *Jurnal Agrijati*, 29(3), 34–43.
- Utami, E. P., Santika E., & Hidayat, C. (2021). The mechanical and chemical scarification to break dormancy and increasing vigor of Sunan candlenut seed. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 694, 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/694/1/012028>
- Vriezen, W. H., Achard, P., Harberd, N. P., & Van Der Straeten, D. (2004). Ethylene-mediated enhancement of apical hook formation in etiolated *Arabidopsis thaliana* seedlings is gibberellin dependent. *The Plant Journal*, 37(4), 505–516.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.2003.01975.x>
- Wati, E., Hardila, D. I., Raharjo, N. K. & Sardi, A. (2021). Identifikasi Cendawan Pada Biji Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) dengan Menggunakan Metode Blotter Test. *Kenanga: Journal of Biological Sciences and Applied Biology*, 1(1), 1–8.
<https://doi.org/10.22373/kenanga.v1i1.798>
- Weinberger, K. (2003). *Impact analysis of mungbean research in South and Southeast Asia*. In: Final Report of GTZ Project. The World Vegetable Center (AVRDC), Shanhua, Taiwan.