

Effect of Seed Soaking Time in KNO_3 on Germination, Vegetative Morphology, and Results of Bambara Chicken (*Vigna Subterranea* (L.) Verdcourt)

Aulia Ika Sari 1*), Aulia Zakia 2), Agus Zainudin 2)

¹⁾ Student of Agrotechnology, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Muhammadiyah Malang University, Muhammadiyah Campus, Malang – Indonesia

²⁾ Lecturer of Agrotechnology, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Muhammadiyah Malang University, Muhammadiyah Campus, Malang – Indonesia

*) Corresponding Email: auliaikasari@gmail.com

ABSTRACT

INFORMATION

Article history:

Received: 07 Januari 2023

Revised : 20 Februari 2023

Accepted: 27 Maret 2023

Published: 31 Maret 2023

DOI:

<https://doi.org/10.22219/jtcs.v5i1.32495>

© Copyright 2023, Sari *et al.*

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



The bambara groundnut has the potential to continue to be developed, but the obstacle faced is the very limited availability of bambara groundnut seeds. This is because there are no varieties from the results of breeding that are released and the low quality of the seeds. Low seed quality is caused by slow germination and results in the seed growth process being non-unison, this is influenced by seed dormancy. The purpose of this study was to determine the effect of soaking time in KNO_3 on germination, vegetative morphology, and crop yield in the field by measuring seed viability and vigor, vegetative morphology and yield. The research was carried out for 4 months, from June-October 2022 which took place at the Agrotechnology Laboratory of the Muhammadiyah University of Malang and Dadaprejo Land, Batu City. The results showed that the long soaking of seeds in KNO_3 did not affect their vegetative morphology. Soaking time of seeds in KNO_3 had no significant effect on DB and PTM values, but had a very significant effect on IV values, the number of leaves in the vegetative and generative phases. And it has a significant effect on the height of the KCT, T50, and plant height in the vegetative phase. As for the yield variable, the results showed no significant effect. Soaking time in KNO_3 only affected germination, plant height, and number of bambara groundnut leaves.

Keywords : *After Ripening, Gresik Strain, Kacang Bogor, Physical Dormancy.*

PENDAHULUAN

Kacang bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt) adalah tanaman yang berasal dari Afrika termasuk kedalam keluarga leguminosae atau polong-polongan dan merupakan salah satu

tanaman yang memiliki prospek bagus untuk terus dikembangkan. Kacang bambara di Indonesia lebih dikenal sebagai kacang Bogor, hal tersebut dikarenakan menurut Adhi &

Wahyudi (2018), kacang bambara banyak ditemukan dan dibudidayakan oleh petani secara tradisional di daerah Bogor serta telah lama beradaptasi di wilayah Bogor. Namun saat ini juga banyak dikembangkan di daerah lain seperti Gresik Jawa Timur, Jawa Tengah, NTB, NTT dan Lampung.

Keragaan adalah salah satu tahap dalam pemuliaan sebelum varietas dilepas, yang bertujuan untuk mengetahui karakter genotip dan dijadikan identitas tanaman. Kendala yang dihadapi saat ini adalah ketersediaan benih kacang bambara yang sangat terbatas karena masih belum ada varietas dari hasil pemuliaan yang dilepas serta mutu benih yang rendah. Mutu benih yang rendah disebabkan oleh perkecambahan yang lambat dan berakibat pada proses pertumbuhan benih menjadi tidak seragam, hal tersebut dipengaruhi oleh adanya dormansi benih. Dormansi benih adalah keadaan benih hidup namun tidak dapat berkecambah. Menurut Ilyas (2007) dormansi benih adalah keadaan benih yang meristemnya terhambat sehingga tidak terjadi perkecambahan, keadaan ini hanya bersifat sementara dan dapat dipatahkan sesuai dengan penyebab dormansi tersebut.

Benih kacang bambara mengalami fase dormansi primer yang disebabkan oleh kondisi dari dalam benih itu sendiri, hal tersebut sejalan dengan pendapat Miya & Modi (2017) bahwa kacang bambara bukanlah satu-satunya tanaman dari keluarga leguminosae yang mengalami fase dormansi, contoh lainnya adalah

kacang tanah. Menurut Sari *et al.*, (2020) dormansi yang terjadi pada kacang bambara adalah dormansi ganda yaitu dormansi *after ripening* dan dormansi fisik. Dormansi tersebut disebabkan tingginya kandungan ABA (Asam absisat) pada benih dibandingkan GA endogen serta kulit benih yang keras.

Usaha pematangan dormansi *after ripening* dapat dilakukan dengan menyimpan benih dalam kurun waktu tertentu, periode *after ripening* untuk kacang bambara adalah ± 4 bulan dan apabila telah melewati masa simpan tersebut benih dapat langsung ditanam tanpa perlakuan pematangan dormansi. Sedangkan untuk pematangan dormansi fisik dan kimia dapat dilakukan dengan metode skarifikasi dan penggunaan bahan kimia H_2SO_4 , KNO_3 , dan GA_3 . Bahan kimia seperti KNO_3 (kalium nitrat) banyak digunakan dengan tujuan untuk pematangan dormansi benih. Larutan KNO_3 berfungsi untuk menstimulir perkecambahan karena diketahui memiliki *stimulator effect* terhadap perkecambahan benih dan efektif digunakan untuk benih ortodoks. Menurut ISTA (2017) perendaman benih dalam KNO_3 direkomendasikan untuk pengujian benih padi yang mengalami dormansi *after ripening*. Selain itu perendaman dengan KNO_3 dapat mengaktifkan sel-sel benih yang sedang dorman dan mengaktifkan daya kerja enzim sehingga benih dapat lebih cepat untuk berkecambah.

Lama perendaman benih menyebabkan testa menjadi lebih permeabel terhadap oksigen, hal tersebut sejalan dengan Marzuki (2007) bahwa semakin lama perendaman menyebabkan

oksigen masuk ke dalam biji hingga level yang cukup tinggi sehingga memudahkan benih untuk berkecambah. Penggunaan KNO_3 dengan konsentrasi yang tinggi akan merusak embrio benih sehingga menurunkan persentase perkecambahan karena benih banyak yang tidak tumbuh (Sela, 2018). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama perendaman benih pada KNO_3 terhadap perkecambahan, morfologi vegetatif, serta hasil tanaman di lapang dengan tolak ukur viabilitas dan vigor benih, morfologi vegetatif serta hasil panen.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni hingga Oktober 2022 di Laboratorium Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Malang dan di Lahan Dadaprejo, Kecamatan Batu pada ketinggian 631 mdpl.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gelas beaker, pipet ukur, alat tulis, alat dokumentasi, pinset, cangkul, sprayer, penggaris, timer, dan timbangan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih kacang bamba galur Gresik, air, garam KNO_3 1%, aquades, polybag, media tanam, pupuk, kertas label, plastik klip, *Munsell Plant Tissue Color Book*, handscoon, dan spidol.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan 2 kontrol yang diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 27 satuan percobaan. Perlakuan yang akan diuji yaitu M0 positif (Menggunakan mulsa plastik hitam perak), M0 negatif (Tanpa mulsa), M1 (Mulsa berbahan dasar eceng gondok (2000g) dan pelepah pisang (200g) tanpa penambahan pupuk kandang), M2 (Mulsa berbahan dasar eceng gondok (2000g) dan pelepah pisang (200g) dengan penambahan pupuk kandang sebanyak 5%), M3 (Mulsa berbahan dasar eceng gondok (2000g) dan pelepah pisang (200g) dengan penambahan pupuk kandang sebanyak 10%), M4 (Mulsa berbahan dasar eceng gondok (2000g) dan pelepah pisang (200g) dengan penambahan pupuk kandang sebanyak 15%), M5 (Mulsa berbahan dasar eceng gondok (2000g) dan pelepah pisang (200g) dengan penambahan pupuk kandang sebanyak 20%), M6 (Mulsa berbahan dasar eceng gondok (2000g) dan pelepah pisang (200g) dengan penambahan pupuk kandang sebanyak 25%), M7 (Mulsa berbahan dasar eceng gondok (2000g) dan pelepah pisang (200g) dengan penambahan pupuk kandang sebanyak 30%).

Metode Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) sederhana terdiri atas 10 perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Sehingga terdapat 30 unit percobaan dan

setiap unit percobaan terdiri atas 3 sampel. Sehingga jumlah unit pengamatan adalah 90 tanaman. Perlakuan yang digunakan adalah lama perendaman benih dalam KNO_3 1% dengan taraf sebagai berikut: L0 = Kontrol (tanpa perlakuan), L1 = 6 jam, L2 = 12 jam, L3 = 18 jam, L4 = 24 jam, L5 = 30 jam, L6 = 36 jam, L7 = 42 jam, L8 = 48 jam, L9 = 54 jam. Perendaman dimulai dari perlakuan lama perendaman yang paling tinggi yaitu pada L9 (54 jam). Peubah yang diamati meliputi kadar air, daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, indeks vigor, kecepatan tumbuh, T50, tinggi tanaman, jumlah daun, bentuk daun, warna daun, warna batang, warna polong, bentuk polong, jumlah polong, bobot kering polong, jumlah biji, bobot kering biji, potensi hasil panen biji kering, dan bobot 1000 butir benih.

Data pengamatan kuantitatif dianalisis statistik menggunakan uji ANOVA, jika hasil yang didapatkan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan taraf $\alpha = 5\%$. Data Kuantitatif dianalisis menggunakan Analisis Cluster untuk mengetahui tingkat kemiripan antar perlakuan menggunakan software Minitab 19, dan untuk data kualitatif dilakukan analisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji pendahuluan yang dilaksanakan pada kacang bambara galur Gresik yang telah disimpan selama 30 HSP (hari setelah panen) menunjukkan adanya dormansi dalam benih

kacang bambara yang disebabkan oleh tebalnya testa serta dan adanya dormansi *after ripening*. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh nilai daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM) sebesar 10%, indeks vigor (IV) 0%, dan kecepatan tumbuh benih (K_{CT}) sebesar 0,90%/etmal.

Hasil analisis ragam yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih dalam KNO_3 tidak mempengaruhi bentuk kecambah kacang bambara dan menunjukkan hasil berpengaruh tidak nyata terhadap daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, tinggi tanaman fase generatif, jumlah polong, bobot kering polong, jumlah biji, bobot kering biji, dan potensi hasil panen biji kering. Namun perlakuan lama perendaman benih dalam KNO_3 mempengaruhi indeks vigor, kecepatan tumbuh, T50, tinggi tanaman fase vegetatif, serta jumlah daun fase vegetatif dan generatif. Nilai kadar air benih kacang bambara sebelum digunakan untuk penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Kadar air

Kadar air benih merupakan salah satu faktor penting untuk menjaga mutu benih khususnya saat penyimpanan benih. Hasil Tabel 1. diketahui bahwa rata-rata nilai kadar air benih kacang bambara sebelum ditanam adalah 9,82%. Nilai tersebut selisih 0,18% dari standar minimum kadar air untuk penyimpanan benih kacang bambara. Benih kacang bambara sebelum ditanam biasanya disimpan dalam

kadar air $\pm 10-13\%$ (Al Hamdi, 2020). Penyimpanan benih kacang bambara biasanya berlangsung ± 120 HSP (Hari Setelah Panen),

sehingga kadar air yang rendah diperlukan untuk menjaga viabilitas benih.

Tabel 1. Presentase Kadar Air Benih Bambara Sebelum Ditanam

Ulangan	Persentase Kadar Air (%)	Rata-rata nilai Kadar air (%)
I	9,86%	9,82%
II	9,78%	

Kacang bambara umumnya disimpan dalam kadar air 10-12%, karbohidrat yang terkandung didalam benih kacang bambara lebih tinggi dibandingkan benih kacang-kacangan lainnya. Menurut Suryati (2019), kandungan karbohidrat yang tinggi tersebut dapat membuat benih kacang bambara disimpan dalam waktu yang lebih panjang dibandingkan jenis kacang lainnya. Namun tingginya kandungan karbohidrat dalam benih kacang bambara dapat beresiko biji berkecambah sebelum di panen yang disebabkan oleh kadar air di dalam tanah tinggi. Kadar air yang tinggi pada tanah bisa disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi, sehingga kondisi tersebut dapat memacu perkecambahan pada biji.

Viabilitas Benih

Viabilitas benih meliputi pengujian daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM). Berdasarkan hasil pada Tabel 2. nilai daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM) benih kacang bambara dengan perlakuan lama perendaman benih dalam KNO_3 1% menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan untuk kedua variabel. Hasil tersebut menunjukkan bahwa benih kacang bambara galur Gresik memiliki viabilitas yang tinggi karena semua benih mampu tumbuh sampai *final count*.

Tabel 2. Rerata Nilai Viabilitas Benih Kacang Bambara pada Perlakuan Lama Perendaman Benih dalam KNO₃

Lama Perendaman Benih dalam KNO ₃ 1%	Rerata Nilai Viabilitas Benih	
	DB (%)	PTM (%)
L0 (Kontrol)	100,00 a	100,00 a
L1 (6 jam)	100,00 a	100,00 a
L2 (12 jam)	100,00 a	100,00 a
L3 (18 jam)	100,00 a	100,00 a
L4 (24 jam)	100,00 a	100,00 a
L5 (30 jam)	100,00 a	100,00 a
L6 (36 jam)	100,00 a	100,00 a
L7 (42 jam)	100,00 a	100,00 a
L8 (48 jam)	100,00 a	100,00 a
L9 (54 jam)	100,00 a	100,00 a
KK (%)	0,00	0,00

Keterangan: nilai rerata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT $\alpha = 5\%$; DB = Daya Berkecambah; PTM = Potensi Tumbuh Maksimum.

Perlakuan lama perendaman benih dalam KNO₃ 1% tidak mempengaruhi viabilitas benih kacang bambara galur Gresik. Hasil penelitian Sari *et al.*, (2020) menyatakan bahwa kacang bambara lanras Sumedang, dan Sukabumi menunjukkan hasil bahwa kedua lanras tersebut memiliki periode *after ripening* dan harus disimpan terlebih dahulu selama 3-4 bulan setelah panen. Hal tersebut tidak sesuai hasil penelitian ini dikarenakan benih kacang bambara galur Gresik yang disimpan pada 2 bulan setelah panen memiliki nilai daya berkecambah 100%. Hal tersebut menunjukkan bahwa benih kacang bambara galur Gresik

memiliki masa dormansi *after ripening* yang lebih singkat yaitu 2 bulan setelah panen.

Benih dengan mutu yang baik akan menghasilkan persentase kecambah normal yang lebih tinggi dibandingkan kecambah abnormal dan benih yang belum tumbuh sampai *final count*-nya selesai. Perkecambahan benih kacang bambara dapat menunjukkan kualitas suatu benih yang ditandai dengan munculnya radikula, epikotil, dan plumula dari benih yang telah berimbibisi. Benih kacang bambara memiliki tipe perkecambahan hipogeal karena bagian epikotil tumbuh lebih panjang dibandingkan hipokotil (Gambar 1).



Gambar 1. Fase perkecambahan kacang bambara (Ket: a. epikotil, b. plumula)

Variasi perkecambahan kacang bambara adalah kelompok hipogeal ditandai dengan kotiledon tetap berada di dalam tanah, hal tersebut menyebabkan tipe perkecambahan kacang bambara berbeda dari kacang-kacangan lainnya dikarenakan ukuran biji yang lebih besar dan bulat. Bentuk perkecambahan kacang bambara tidak menunjukkan perbedaan antar perlakuan lama perendaman benih dalam KNO₃.

Vigor Benih

Pengujian vigor benih meliputi variabel Indeks Vigor (IV), Kecepatan Tumbuh (K_{CT}), dan T50 yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan benih tumbuh dalam keadaan yang tidak optimum. Hasil Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman benih dalam KNO₃ 1% diperoleh hasil berpengaruh sangat nyata terhadap indeks vigor, dan berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh serta T50.

Tabel 3. Rerata Nilai Vigor Benih Kacang Bambara pada Perlakuan Lama Perendaman Benih dalam KNO₃

Lama Perendaman Benih dalam KNO ₃ 1%	Rerata Nilai Vigor Benih					
	IV (%)		K _{CT} (%/etmal)		T50 (hari)	
L0 (Kontrol)	0,00	a	10,55	a	9,67	a
L1 (6 jam)	44,44	bc	13,14	bc	7,67	cb
L2 (12 jam)	66,67	cde	14,59	bcd	6,67	cde
L3 (18 jam)	55,56	cde	13,48	bc	7,33	bcd
L4 (24 jam)	44,44	bc	12,68	b	7,67	bc
L5 (30 jam)	44,44	bcd	12,66	b	8,00	b
L6 (36 jam)	88,89	e	16,88	de	6,00	e
L7 (42 jam)	55,56	cde	12,88	b	7,33	bcd
L8 (48 jam)	77,78	de	16,78	e	6,67	cde
L9 (54 jam)	44,44	b	15,03	cde	6,33	de
KK (%)	25,92		13,98		14,54	

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT $\alpha = 5\%$; Data IV di atas sebelum diolah ditransformasikan dengan rumus $\sqrt{x} + 0,5$. IV = Indeks Vigor; K_{CT} = Kecepatan Tumbuh; T50 = waktu benih berkecambah 50%.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa perlakuan L6 (36 jam) menunjukkan nilai rerata indeks vigor (IV) tertinggi dan waktu paling cepat tercapainya benih kacang bambara tumbuh 50% (T50). Namun untuk kecepatan tumbuh benih (K_{CT}) perlakuan L8 (48 jam) menunjukkan nilai rerata tertinggi. Rerata nilai IV di atas cukup tinggi dikarenakan menurut Al Hamdi (2020), vigor suatu benih dikatakan tinggi jika nilai indeks vigornya lebih dari 10%. Benih kacang bambara galur Gresik memiliki warna testa hitam, semakin

gelap warna testa dapat mempengaruhi nilai indeks vigor. Tingginya kandungan lignin pada benih menyebabkan testa benih semakin gelap dan tebal yang menyebabkan penyerapan air oleh benih menjadi semakin lama (Krishna *et al.*, 2005).

Nilai K_{CT} menunjukkan vigor benih, semakin tinggi nilai benih K_{CT} maka semakin tinggi pula vigor benih. Nilai K_{CT} di atas menunjukkan patahnya dormansi benih kacang bambara, karena berdasarkan pernyataan Utari

(2019), jika nilai rerata K_{CT} lebih dari 11,3%/etmal maka nilai tersebut mengindikasikan patahnya dormansi benih. Lama perendaman benih dengan KNO_3 1% mampu mengurangi waktu benih untuk berkecambah sebanyak 50% dibandingkan tanpa perendaman KNO_3 . Menurut Manggung *et al.*, (2014) nilai T50 yang semakin rendah menunjukkan kecepatan tumbuh benih yang tinggi. Pernyataan tersebut sejalan variabel kecepatan tumbuh benih (K_{CT}), karena nilai T50 dengan K_{CT} berbanding lurus.

Nilai DB, PTM, K_{CT} , dan T50 pada Tabel 2 dan 3 menunjukkan patahnya dormansi benih yang disebabkan oleh kondisi fisik benih. Perendaman dengan KNO_3 mampu meningkatkan permeabilitas benih sehingga air dapat menembus kulit benih dengan mudah dan mengaktifkan sel-sel dari dalam benih yang masih mengalami dorman, sehingga benih dapat tumbuh lebih cepat. Perendaman dengan KNO_3 dapat menurunkan persentase kecambah

abnormal (Wijaya *et al.*, 2021). Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian karena tidak terdapat kecambah abnormal pada setiap perlakuan.

Tinggi Tanaman

KNO_3 memiliki banyak manfaat bagi pertumbuhan tanaman, khususnya unsur Nitrogen yang banyak berperan dalam pertumbuhan batang, cabang, pembentukan daun, pembelahan dan pembesaran sel, serta untuk memperlambat masakannya biji. Lama perendaman benih dalam KNO_3 dapat memicu perkembangan daun dan tinggi tanaman kacang bambara. Perlakuan tersebut menunjukkan hasil berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada fase vegetatif, namun pada fase generatif perlakuan lama perendaman benih dalam KNO_3 menunjukkan hasil berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman kacang Bambara.

Tabel 4. Rerata Nilai Tinggi Tanaman Kacang Bambara (cm) pada Perlakuan Lama Perendaman Benih dalam KNO₃

Lama Perendaman Benih dalam KNO ₃ 1%	Pengamatan	
	Fase vegetatif (14 HST)	Fase generatif (42 HST)
L0 (Kontrol)	7,06 a	24,06 a
L1 (6 jam)	11,00 ef	23,44 a
L2 (12 jam)	9,11 bcd	21,89 a
L3 (18 jam)	10,33 de	23,28 a
L4 (24 jam)	7,61 ab	23,89 a
L5 (30 jam)	8,89 bcd	21,61 a
L6 (36 jam)	12,11 f	25,28 a
L7 (42 jam)	8,06 abc	24,56 a
L8 (48 jam)	9,50 cde	25,94 a
L9 (54 jam)	8,94 bcd	25,56 a
KK (%)	16,64	10,86

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT $\alpha=5\%$; HST = Hari Setelah Tanam.

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa perlakuan L6 (36 jam) pada fase vegetatif menunjukkan hasil yang baik jika dibandingkan dengan L0 (kontrol) Perlakuan lama perendaman benih menunjukkan hasil berbanding lurus dengan kecepatan tumbuh benih, sehingga mempercepat perkecambahan dan menghasilkan tanaman yang lebih tinggi pula. Unsur nitrat yang terkandung dalam KNO₃ dapat mempercepat penyerapan N pada tanaman, sehingga pemberian KNO₃ sebelum benih

ditanam digunakan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman.

Jumlah Daun

Berdasarkan hasil analisis ragam jumlah daun tanaman kacang bambara menunjukkan bahwa setiap fase dan antar perlakuan memiliki hasil yang berbeda. Perlakuan lama perendaman benih dalam KNO₃ menunjukkan hasil berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun fase vegetatif dan fase generative.

Tabel 5. Rerata Nilai Jumlah Daun Kacang Bambara (helai) pada Perlakuan Lama Perendaman Benih dalam KNO₃

Lama Perendaman Benih dalam KNO ₃ 1%	Pengamatan	
	Fase vegetatif (14 HST)	Fase generatif (42 HST)
L0 (Kontrol)	2,67 a	51,33 bc
L1 (6 jam)	3,50 cd	79,45 e
L2 (12 jam)	3,33 bc	51,22 bc
L3 (18 jam)	2,83 a	37,56 a
L4 (24 jam)	2,83 a	55,33 c
L5 (30 jam)	3,33 bc	52,00 bc
L6 (36 jam)	3,67 de	47,56 b
L7 (42 jam)	3,67 de	99,67 f
L8 (48 jam)	3,83 e	109,45 g
L9 (54 jam)	3,17 b	70,44 d
KK (%)	6,96	8,48

Keterangan: nilai rerata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT $\alpha= 5\%$; HST = Hari Setelah Tanam.

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa perlakuan L8 (48 jam) menunjukkan hasil yang paling baik dibandingkan perlakuan lainnya pada jumlah daun fase vegetatif dan generatif. Unsur K (Kalium) yang terkandung dalam KNO₃ sangat penting dalam fase vegetatif tanaman sebagai aktivator ezim esensial dalam reaksi fotosintesis, dan mengikat unsur N pada tanaman jika kelebihan unsur Nitrogen (Anggraini *et al.*, 2018). Pertumbuhan jumlah daun erat hubungannya dengan unsur N dan K. Pemberian lama perendaman benih dalam KNO₃ sebelum ditanam dapat membantu pertumbuhan daun pada fase vegetatif karena pada fase tersebut membutuhkan unsur N untuk pembentukan daun. Daun merupakan bagian terpenting tanaman untuk melakukan fotosintesis, jika jumlah daun semakin banyak maka menghasilkan fotosintat yang lebih banyak pula.

Bentuk Daun

Daun kacang bambara memiliki beberapa bentuk daun yaitu round, oval, lanceolate, dan elliptic. Kacang bambara memiliki bentuk daun majemuk dengan tiga anak daun (*trifoliolate*) serta tulang daun menyirip. Benih kacang bambara galur Gresik yang digunakan menunjukkan perbedaan bentuk daun pada saat kecambah dan fase vegetatif dengan fase generatif. Saat kecambah dan fase vegetatif kacang bambara galur Gresik memiliki bentuk daun lanceolate, dan saat fase generatif berubah menjadi *elliptic*.

Perubahan yang paling menonjol adalah terjadi pelebaran daun, saat kecambah dan fase vegetatif daun kacang bambara memiliki lebar pangkal daun yang sama dengan ujung daunnya, sedangkan pada fase generatif pangkal daunnya menjadi lebih lebar dibandingkan dengan ujung daunnya (Gambar 2). Perubahan bentuk daun tersebut tidak dipengaruhi oleh lama perendaman benih dalam KNO₃ dikarenakan

antara L0 (kontrol) dengan perlakuan lainnya menunjukkan hasil yang sama pada setiap fase.



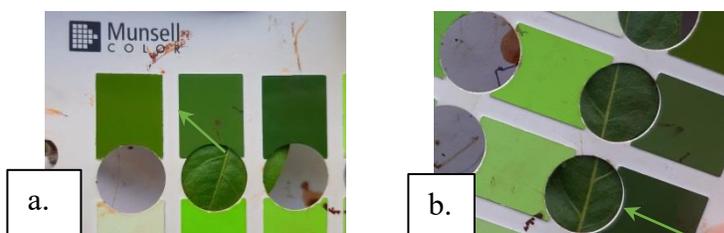
Gambar 2. Bentuk daun a.) kecambah; b.) fase vegetatif; c.) fase generatif

Hasil pengamatan pada Gambar 2 berbeda dengan hasil penelitian Suryati (2019) yang menyatakan bahwa kacang bamba galur Gresik memiliki bentuk daun lanceolate. Perubahan ukuran daun terjadi karena bertambahnya jumlah sel dan ukuran sel, pembelahan sel pada jaringan meristem daun mengakibatkan terjadinya aktivitas diferensial dari jaringan meristem sehingga bentuk-bentuk daun menjadi berbeda. Perubahan bentuk daun tersebut dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang berbeda serta genetik dari benih tersebut, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Farhanandi & Indah (2022) perubahan bentuk daun disebabkan oleh fenotip yang tidak konsisten pada kondisi lingkungan yang digunakan untuk penanaman menyebabkan perbedaan visual karakter tanaman, salah

satunya bentuk daun. Valombola *et al.*, (2022) menyatakan bahwa plasma nutfah kacang bamba kebanyakan memiliki bentuk daun elliptic.

Warna Daun

Data warna daun diperoleh dengan cara mengamati warna daun *trifoliolate* bagian tengah dengan melihat kode warna pada *Munsell Plant Tissue Color Book*. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan diketahui bahwa perlakuan lama perendaman benih dalam KNO_3 tidak mempengaruhi warna daun dikarenakan saat kecambah dan fase vegetatif daun kacang bamba memiliki warna seperti pada Gambar 3.a) dan saat fase generatif berubah warna seperti pada Gambar 3.b)



Gambar 3. Warna Daun, a.) 5GY 4/4; b.) 5GY 3/4

Warna daun kacang bambara berubah pada fase generatif dibandingkan saat kecambah dan fase vegetatif. Pada fase generatif warna daun kacang bambara menjadi hijau tua jika dibandingkan dengan kecambah dan fase vegetatif. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh pigmen daun yang mengalami perubahan, umur tanaman serta kelembaban udara. Warna daun juga disebabkan oleh kandungan klorofil pada tanaman, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Cassia (2019), bahwa daun yang memiliki warna lebih gelap umumnya terjadi saat tanaman memasuki fase generatif yang disebabkan oleh semakin tingginya klorofil pada daun.

Warna Batang

Kacang bambara memiliki batang yang sangat pendek dan terlihat seperti tidak mempunyai batang, namun sebenarnya memiliki banyak cabang serta terdapat bulu-bulu halus di sekitar batang. Data warna diperoleh dengan mengamati warna batang dan melihat kode warna pada *Munsell Plant Tissue Color Book*. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan diketahui bahwa perlakuan lama perendaman benih dalam KNO_3 tidak mempengaruhi warna batang dikarenakan saat kecambah dan fase vegetatif batang kacang bambara memiliki warna seperti pada Gambar 4.a) dan saat fase generatif berubah warna seperti pada Gambar 4.b)



Gambar 4. Warna Batang a.) 2.5 GY 5/6; b.) 7.5YR 4/2

Warna batang kacang bambara mengalami perubahan pada fase generatif, yaitu dari warna hijau kemudian berubah menjadi

merah kecoklatan. Perubahan warna batang tanaman kacang bambara galur Gresik dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan genetik.

Perubahan warna batang tersebut diduga oleh adanya proses sintesis dari suatu pigmen yaitu flavonoid, karotenoid dan terjadi perombakan pada klorofil akibat dari pengaruh sinar matahari yang mengenai batang tanaman kacang bambara secara langsung. Pada akar, batang, bunga, buah, dan biji terdapat kandungan klorofil di dalamnya namun jumlahnya sangat terbatas (Dharmadewi, 2020). Hal tersebut sejalan dengan penelitian (Heriyanto & Limantara, 2006) yang menyatakan bahwa, perubahan warna pada tanaman tali putri dari hijau menjadi coklat kemerahan setelah tanaman memasuki fase generatif disebabkan oleh adanya proses perombakan kloroplas menjadi kromoplas

sehingga kandungan klorofil pada tanaman tersebut semakin menurun dan mengalami kerusakan.

Warna Polong

Panen kacang bambara dilakukan pada saat tanaman sudah berumur 135 hari setelah tanam. Warna polong tua kacang bambara adalah putih dan saat kering berwarna coklat. Pengamatan warna polong dilakukan saat polong sudah mulai kering. Berdasarkan hasil yang didapatkan diketahui bahwa lama perendaman benih dalam KNO_3 tidak mempengaruhi warna polong kering kacang bambara.



Gambar 5. Warna polong a.) kode warna; b.) sampel warna polong

Berdasarkan Gambar 5. diketahui bahwa kacang bambara memiliki warna polong coklat dengan kode warna 7.5YR 4/4 untuk seluruh perlakuan lama perendaman benih dalam KNO_3 dan kontrol. Perbedaan warna polong tersebut terjadi akibat gen setiap kacang bambara, dan penurunan kadar air saat polong sudah mulai kering sehingga terjadi perubahan warna. Perubahan warna polong dari putih menjadi coklat disebabkan oleh proses pematangan biji

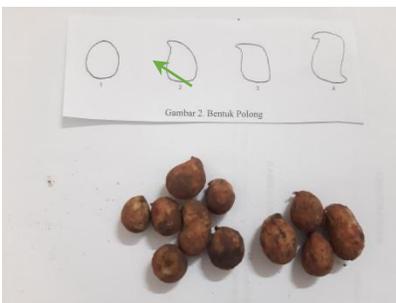
dan penurunan kadar air sehingga biji menjadi lebih keras. Warna polong mengalami perubahan menjadi warna coklat saat biji didalamnya sudah keras dan kering, hal tersebut menunjukkan biji sudah masak fisiologis ditandai dengan polong menjadi kering dan berubah warna menjadi coklat (Debataraja *et al.*, 2022).

Bentuk Polong

Kacang bambara memiliki beberapa bentuk polong seperti pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil panen yang telah dilaksanakan diketahui bahwa kacang bambara memiliki bentuk polong bulat dengan titik di atasnya namun beberapa polong memiliki bentuk bulat dan bentuk dua titik pada sisinya karena

dalam satu polong terdapat dua biji. Bentuk polong kacang bambara yang didapatkan tidak dipengaruhi lama perendaman benih dalam KNO_3 .



Gambar 6. Bentuk polong kacang bambara

Hasil bentuk polong di atas tidak sesuai dengan pernyataan Al Hamdi (2020), yang menyatakan bahwa kacang bambara galur Gresik memiliki bentuk polong bulat dengan titik di atasnya dan membentuk sudut disisi lainnya. Perbedaan bentuk polong tersebut diduga akibat kondisi lingkungan dan unsur hara dalam tanah. Pembentukan polong dipengaruhi oleh unsur P dari dalam tanah, fosfor (P) sangat dibutuhkan oleh tanaman kacang-kacangan untuk proses pembentukan polong dan pengisian polong. Unsur P berperan dalam sintesis protein pada jaringan, sintesis karbohidrat yang memacu pembentukan polong. Bentuk polong dipengaruhi

oleh sifat yang dibawa oleh suatu gen dalam benih, dan juga dipengaruhi oleh suhu, cahaya, dan air pada lingkungan (Ramli, 2021).

Hasil Panen di Lapang

Hasil panen yang telah dilakukan diketahui bahwa lama perendaman benih dalam KNO_3 tidak mempengaruhi hasil panen kacang bambara baik secara jumlah maupun bobot kering polong dan biji. Selain itu perlakuan lama perendaman benih dalam KNO_3 belum mampu untuk meningkatkan potensi hasil per Ha kacang bambara.

Tabel 6. Rerata Hasil Panen per Tanaman Kacang Bambara pada Perlakuan Lama Perendaman Benih dalam KNO₃

Lama Perendaman Benih dalam KNO ₃ 1%	JP	BKP (g)	JB	BKB (g)
L0 (Kontrol)	28,22 a	34,68 a	28,67 a	10,50 a
L1 (6 jam)	24,89 a	31,75 a	25,67 a	12,08 a
L2 (12 jam)	21,11 a	26,05 a	21,67 a	11,48 a
L3 (18 jam)	26,56 a	30,47 a	27,11 a	12,06 a
L4 (24 jam)	34,22 a	34,65 a	34,67 a	12,10 a
L5 (30 jam)	29,44 a	36,66 a	30,22 a	10,98 a
L6 (36 jam)	28,67 a	32,55 a	29,33 a	12,11 a
L7 (42 jam)	35,44 a	32,73 a	35,56 a	12,48 a
L8 (48 jam)	32,67 a	33,17 a	32,78 a	12,49 a
L9 (54 jam)	40,11 a	43,09 a	40,44 a	13,35 a
KK (%)	16,24	16,22	16,01	12,91

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT $\alpha = 5\%$; Data JP, BKP, dan JB sebelum diolah ditransformasikan dengan rumus $\sqrt{x} + 0,5$. JP = Jumlah Polong; BKP (Berat Kering Polong); JB Jumlah Biji; BKB = Berat Kering Biji.

Hasil polong yang berbeda-beda tersebut diduga adanya hasil fotosintesis yang lebih banyak terpakai pada fase vegetatif daripada generatif, sehingga berakibat pada pembentukan polong yang kurang maksimal. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Brink (1999), tanaman kacang bambara termasuk tanaman indeterminate, yaitu meskipun tanaman sudah mulai berbunga pertumbuhan vegetatif pada daun akan terus berlanjut hingga panen. Jumlah internode yang banyak pada tanaman kacang bambara akan mempengaruhi jumlah polong per tanaman. Rendahnya jumlah dan kualitas polong diduga oleh adanya masalah dalam pembagian asimilat antara fase vegetatif dan waktu panen. Oleh karena itu penggunaan KNO₃ saja belum cukup untuk meningkatkan jumlah polong kacang bambara, perlu diberikan pemupukan tambahan untuk meningkatkan unsur P dalam tanah.

Bobot kering polong dipengaruhi oleh penyerapan unsur P di dalam tanah. Jika tanaman menyerap unsur P dengan baik akan merangsang pembentukan polong yang baik. Hasil fotosintesis dari penyerapan unsur P akan digunakan untuk membentuk biji di dalam polong dan nantinya berpengaruh terhadap berat polong. Waktu panen yang kurang tepat akan mempengaruhi bobot kering polong menjadi rendah, karena polong masih terus mengalami perkembangan sampai masak fisiologis (Manggung *et al.*, 2014).

Biji tanaman famili leguminosa terbentuk dan erat hubungannya dengan unsur P (fosfor), karena berperan dalam pembentukan bunga, dan pembentukan polong pada tanaman. Berat biji kacang bambara dipengaruhi oleh ukuran polong yang lebih besar akibat dari penyerapan unsur P yang optimum. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Yasinta *et al.*, (2017) jika tanaman menyerap unsur P secara maksimal

maka biji dalam polong dapat terisi dengan baik dan berat biji akan meningkat karena hasil fotosintesis digunakan dengan baik untuk pengisian polong. Penggunaan lama perendaman benih dalam KNO_3 sebelum ditanam belum mampu meningkatkan bobot kering polong dan biji.

Bobot kering biji dipengaruhi oleh genetik dari tanaman kacang bambara yaitu ukuran biji, jika semakin besar biji yang dihasilkan maka bobot biji akan semakin besar pula, serta musim saat proses pengeringan juga berpengaruh

terhadap bobot biji. Menurut pernyataan Suroso & Sodik (2017) setiap varietas tanaman memiliki produktivitas yang berbeda-beda tergantung sifat genetik dari setiap tanaman tersebut. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Suryati (2019) yang menyatakan bahwa bobot kering biji kacang bambara galur Gresik memiliki bobot kering biji paling besar jika dibandingkan galur Tasikmalaya, Sukabumi, dan Sumedang. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa setiap galur menghasilkan bobot kering yang berbeda-beda.

Tabel 7. Potensi Hasil Kacang Bambara per Ha pada Perlakuan Lama Perendaman Benih pada KNO_3 (ton/ha)

Lama Perendaman Benih dalam KNO_3 1%	Potensi Hasil Kacang bambara (ton/ha)
L0 (Kontrol)	1,26 a
L1 (6 jam)	1,45 a
L2 (12 jam)	1,38 a
L3 (18 jam)	1,45 a
L4 (24 jam)	1,45 a
L5 (30 jam)	1,32 a
L6 (36 jam)	1,45 a
L7 (42 jam)	1,50 a
L8 (48 jam)	1,50 a
L9 (54 jam)	1,60 a
KK (%)	12,91

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata menurut uji lanjut DMRT $\alpha= 5\%$; Benih ditanam dalam polybag (50x50cm).

Nilai potensi hasil kacang bambara semua perlakuan yang didapatkan termasuk rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Adhi & Wahyudi (2018) yang memperoleh 2,881 ton/ha biji kering untuk benih kacang bambara varietas Lembang. Selain itu potensi hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan belum mampu melampaui hasil penelitian Redjeki (2007), yang menghasilkan rata-rata 4 ton/ha biji kering pada

lahan dan kondisi lingkungan yang optimum. Oleh karena itu pemupukan yang menunjang pembentukan polong perlu diperhatikan untuk peningkatan hasil di lapang.

Bobot 1000 Butir Benih

Berdasarkan hasil panen yang telah dilaksanakan diperoleh berat 1000 butir benih kacang bambara galur Gresik sebesar 1.947,14 g atau 1,95 kg. Benih yang digunakan diambil

secara acak supaya mencakup keseluruhan benih berukuran kecil, sedang, ataupun besar.

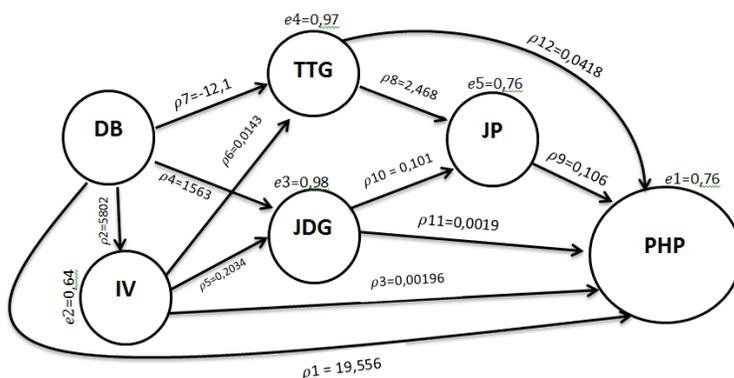
Tabel 8. Bobot 1000 Butir Benih Kacang Bambara (g) pada Perlakuan Lama Perendaman Benih dalam KNO₃

n	Berat 100 butir (z gram)	y gram $(\frac{1000}{100} \times z \text{ gram})$	X $(\underline{y} - y)$	X ²	Berat 1000 butir yang sebenarnya
1	59,00	590,0 g	0	0	
2	60,00	600,5 g	-10	100	$\underline{y} \pm \frac{\sum X^2}{n(n-1)} \times 10$ $590 \pm \frac{7.600}{8(8-1)} \times 10$ $590 \pm 1.357,14$ <ul style="list-style-type: none"> • 590 + 1.375,14 = 1.947,14 g • 590 - 1.375,14 = -767,14 g
3	57,00	570,0 g	20	400	
4	63,00	630,0 g	-40	1600	
5	60,00	600,0 g	-10	100	
6	52,00	520,0 g	70	4900	
7	61,00	610,0 g	-20	400	
8	60,00	600,0 g	-10	100	
$\sum y = 4.720 \text{ g}$ $\underline{y} = 590 \text{ g}$			$\sum X^2 =$ 7.600		

Bobot 1000 butir bergantung pada ukuran embrio dan cadangan nutrisi yang terdapat dalam biji, jika cadangan makanan pada biji rendah maka akan mempengaruhi perkecambahannya. Berat 1000 butir benih ditentukan pada fase generatif dan dipengaruhi oleh kulit biji, dan tidak dipengaruhi oleh genetik dari benih tersebut melainkan dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Hal tersebut sejalan dengan

pernyataan Porong (2012) bahwa faktor lingkungan sangat mempengaruhi kualitas biji, salah satunya adalah unsur hara, intensitas cahaya, suhu, serta curah hujan. Selain itu berat benih juga dipengaruhi oleh ketersediaan cadangan makanan dalam embrio, jadi jika semakin berat benih maka menunjukkan cadangan makanan di dalamnya semakin banyak pula.

Analisis Path antara Hasil Panen dengan Perkecambahan dan Morfologi Vegetatif



Gambar 7. Model analisis jalur pengaruh perkecambahan, morfologi vegetatif terhadap hasil panen

(Ket: DB = daya berkecambah, IV = Indeks Vigor, TTG (Tinggi tanaman fase generatif, JDG=jumlah daun fase generatif, JP=Jumlah polong, PHP=potensi hasil panen).

Berdasarkan analisis jalur pada Gambar 7 diketahui bahwa daya berkecambah dengan variabel tinggi tanaman fase generatif memiliki nilai koefisien jalur sebesar -12,1. Variabel yang berpengaruh langsung dengan potensi hasil panen adalah daya berkecambah (19,556), indeks vigor (0,00196), tinggi tanaman fase generatif (0,0418), jumlah daun fase generatif (0,0019), dan jumlah polong (0,106). Variabel yang berpengaruh tidak langsung pada jalur 1 antara daya berkecambah, indeks vigor, dan potensi hasil panen sebesar 11,38. Variabel yang berpengaruh tidak langsung pada jalur 2 antara daya berkecambah, jumlah daun fase generatif, dan potensi hasil panen sebesar 2,96.

Variabel yang berpengaruh tidak langsung pada jalur 3 antara indeks vigor, jumlah daun fase generatif, dan potensi hasil panen sebesar 0,00038. Variabel yang berpengaruh tidak langsung pada jalur 4 antara indeks vigor, tinggi tanaman fase generatif, dan potensi hasil panen sebesar 0,00059. Variabel yang berpengaruh tidak langsung antara indeks vigor, jumlah daun fase generatif, dan potensi hasil panen sebesar 0,00038. Dan total pengaruh langsung tidak langsung antara daya berkecambah, indeks vigor, dan potensi hasil panen sebesar 30,94; daya berkecambah, jumlah daun fase generatif, dan potensi hasil panen sebesar 22,51; indeks vigor, jumlah daun fase generatif, dan potensi hasil panen sebesar

0,0023; indeks vigor, tinggi tanaman fase generatif, dan potensi hasil panen sebesar 0,0026; indeks vigor, jumlah daun fase generatif, dan potensi hasil panen sebesar 0,00234. Maka dari itu jalur yang memiliki pengaruh tidak langsung paling baik adalah jalur 2 yaitu antara daya berkecambah (variabel yang mewakili fase perkecambahan), jumlah daun fase generatif (variabel yang mewakili pertumbuhan vegetatif tanaman), dan potensi hasil panen (variabel yang mewakili hasil panen).

KESIMPULAN

Perlakuan lama perendaman benih dalam KNO_3 tidak mempengaruhi bentuk kecambah kacang bambara namun mampu meningkatkan vigor benih pada variabel indeks vigor sebesar 88,89%, kecepatan tumbuh 16,78%/etmal, dan T50 pada 6 hari. Lama perendaman benih dalam KNO_3 berpengaruh nyata terhadap morfologi vegetatif pada tinggi tanaman, dan memiliki pengaruh sangat nyata pada banyaknya daun kacang bambara. Namun perlakuan tersebut tidak mempengaruhi bentuk daun, warna daun, warna batang kacang bambara pada setiap fase, serta berpengaruh tidak nyata terhadap hasil panen kacang bambara galur Gresik, dan perlakuan tersebut belum mampu untuk meningkatkan potensi hasil per ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, R. K., & Wahyudi, S. (2018). Pertumbuhan dan Hasil Kacang Bogor (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) Varietas Lokal Lembang di Kalimantan Selatan. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 43, 10–27.
- Al Hamdi, M. F. F. (2020). Keragaman Genetik, Pertumbuhan Tanaman dan Produksi Benih Kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) pada Musim Tanam Berbeda. *Tesis* [IPB].
- Anggraini, P. D., Handayani, T. T., Yulianty, Y., & Zulkifli, Z. (2018). Pengaruh Pemberian Senyawa KNO_3 (Ammonium Nitrat) terhadap Pertumbuhan Kecambah Sorgum (*Sorgum bicolor* (L.) Moench). *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati*, 5(1), 43–48.
- Brink, M. (1999). Development, Growth and Dry Matter Partitioning in Bambara Groundnut (*Vigna subterranea*) as Influenced by Photoperiod and Shading. *Journal of Agricultural Science*, 133(2), 159–166.
- Cassia, D. A. N. (2019). Fenologi Perubahan Warna Daun pada *Terminalia catappa*, *Ficus*. 11(1), 17–25.
- Debataraja, R. B. T., Waluyo, B., & Saptadi, B. (2022). Studi Fenologi Karakter Agronomi pada Beberapa Genotipe Tanaman Ercis (*Pisum sativum* L.). *Produksi Tanaman*, 10(9), 475–482.
- Dharmadewi, A. A. I. M. (2020). Analisis Kandungan Klorofil Pada Beberapa Jenis Sayuran Hijau Sebagai Alternatif Bahan Dasar Food Supplement. *Edukasi Matematika Dan Sains*, IX, 171–176.
- Farhanandi, B. W., & Indah, N. K. (2022). Karakteristik Morfologi dan Anatomi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) yang Tumbuh pada Ketinggian Berbeda. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(2), 310–325.
- Heriyanto, & Limantara, L. (2006). Komposisi dan Kandungan Pigmen Utama Tumbuhan Taliputri *Cuscuta australis* R.Br. dan *Cassytha filiformis* L. *Makara Sains*, 10(2), 69–75.
- Krishna, A., Ganiger, B. S., & Ramesh, R. (2005). Effect of Seed Weight and Seed Coat Colour on Germination and Vigour of Forest Tree *Erythrina indica* (Lam). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 18(1), 208–209.
- Manggung, R. R. E., Ilyas, S., & Bakhtiar, Y. (2014). Evaluasi Daya Simpan Benih Kedelai yang Diberi Perlakuan Pelapisan Benih Dengan Cendawan Mikoriza Arbuskula. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 42(2), 103–109.
- Ramli, N. (2021). Pengaruh Aplikasi Triple Super Phosphate (TSP) dalam Meningkatkan Produksi Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Penelitian Agrosamudra*, 8(1), 18–33.
- Sari, M., Satriyas Ilyas, M. Rahmad Suhartanto, & Abdul Qadir. (2020). Perubahan Perilaku Dormansi selama Proses Desikasi pada Benih Kacang Bambara (*Vigna subterranea* L. Verdc.). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 48(1), 37–43.
- Sela. (2018). Pengaruh KNO_3 dengan Konsentrasi Berbeda terhadap Perkecambahan Benih Pinang (*Areca catechu* L.) yang Telah Diskarifikasi Mekanis. Universitas Jambi.
- Silindile Precious Miya, & Albert Thembinkosi Modi. (2017). Overcoming the Physical Seed Dormancy in Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* L.) by Scarification: A Seed Quality Study. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 7(1).
- Suroso, B., & Sodik, A. J. (2017). Potensi Hasil dan Kontribusi Sifat Agronomi terhadap Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merril) pada Sistem Pertanaman Monokultur. *Agrotrop: Jurnal Ilmu-Ilmu*

- Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 14(2), 124–133.
- Suryati, H. (2019). Pola Pertumbuhan Tanaman dan Detriorasi Benih Serta Pola Spesial Kesesuaian Lahan dalam Produksi Benih Kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.). *Disertasi*. [IPB].
- Utari, N. P. (2019). Pematihan Dormansi Benih Kacang Bambara (*Vigna subterranea* L. Verdc.) pada Beberapa Periode After-Ripening dengan Perlakuan Kombinasi Perendaman Suhu Tinggi Dan KNO₃. *Skripsi*. (Vol. 4, Issue 1) [IPB].
- Valombola, J. S., Awala, S. K., & Hove, K. (2022). Morphological Characterisation of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) Germplasm Collections: A Basis for Crop Improvement. *Journal of Agriculture and Applied Biology*, 3(1), 8–18.
- Wijaya, A., Fitriani, D., & Hayati, R. (2021). Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Kalium Nitrat (KNO₃) terhadap Pematihan Masa Dormansi Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*). *Agriculture*, 15(1), 1–9.
- Yasinta, I., Rasyad, A., & Islan. (2017). Respon Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) terhadap Pemberian Pupuk Fosfor Dan Asam Triiodobenzoat. *JOM Faperta UR*, 4(1), 1–13.