

RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.) VARIETAS VIMA 4 AKIBAT PEMBERIAN KOMBINASI PUPUK P, K DAN CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULAR (CMA)

Alienda Novien^{1)*}, Amran Jaenudin²⁾ dan Achmad Faqih³⁾
Program Studi Agronomi, Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, Indonesia
Jl. Pemuda Raya No.32, Sunyaragi, Kec. Kesambi, Kota Cirebon, Jawa Barat 45132
Email : aliendanovien1980@gmail.com



DOI: <https://doi.org/10.33603/agroswagati.v11i1.10852>

Accepted: 25 Agustus 2025 Revised: 26 Agustus 2025 Published: 27 Agustus 2025

ABSTRACT

*This study aimed to evaluate the optimal response of mung bean to the application of combined phosphorus, potassium, and arbuscular mycorrhizal fertilizers, as well as to analyze the significant relationships between growth components, yield components, and overall yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) Vima 4 variety. The research was conducted from August to October 2021 at Ma'had Al Zaytun Agricultural, Indramayu, West Java. The site is located at ± 50 m above sea level, with latosol soil type (67.96% clay texture), soil pH of 6.11, an average rainfall of 73 mm/month, and an average temperature of 32 °C. The experiment was carried out using a randomized block design with factorial combinations. Treatments consisted of 9 combinations of SP-36, KCl, and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF). SP-36 fertilizer was applied at three levels (50, 75, and 100 kg/ha), KCl fertilizer at three levels (50, 75, and 100 kg/ha), and AMF at three levels (5, 10, and 15 g per planting hole). Each treatment combination was replicated three times, resulting in 27 experimental plots, each measuring 4 m². Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by the Scott-Knott test, and Pearson's Product Moment correlation. The results indicated that: (1) the combined application of P, K, and AMF significantly affected root volume at 35 days after planting (DAP), number of pods per plant, pod weight per plant, pod weight per plot, seed weight per plant, and seed weight per plot, but had no significant effect on plant height, number of leaves, leaf area index, number of branches, or growth rate; (2) the treatment of 75 kg SP-36/ha + 75 kg KCl/ha + 15 g AMF/hole produced the highest seed weight of 546.31 g/plot (equivalent to 1.16 tons/ha), although it was not significantly different from the treatment of 50 kg SP-36/ha + 50 kg KCl/ha + 15 g AMF/hole, which yielded 484.89 g/plot (1.03 tons/ha); (3) a significant correlation was found between root volume at 35 DAP and number of pods per plant with seed weight per plot..*

Keywords: phosphorus, potassium, mycorrhizae, mung beans

1. PENDAHULUAN

Permintaan kacang hijau di pasar domestik terus mengalami peningkatan, tidak hanya untuk konsumsi rumah tangga, tetapi juga sebagai bahan baku penting dalam industri makanan dan minuman. Pada tahun 2018, sektor makanan dan minuman mencatat pertumbuhan sebesar 7,91%. Kebutuhan kacang hijau lebih banyak dalam bentuk olahan, yakni mencapai 1.539 ton. Hal ini menunjukkan bahwa produksi kacang hijau

dapat diarahkan untuk memenuhi pasar produk olahan sehingga memberikan nilai jual yang lebih tinggi. Namun, produksi nasional saat ini masih belum sepenuhnya mampu mencukupi kebutuhan dalam negeri. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas perlu dilakukan agar mampu memenuhi permintaan pasar, salah satunya melalui penerapan teknologi budidaya yang tepat dan efisien.

Tanaman kacang hijau membutuhkan ketersediaan unsur hara fosfor dan kalium dalam jumlah optimal untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan polong. Fosfor berfungsi sebagai komponen utama ATP yang menjadi sumber energi dalam proses fotosintesis. Sementara itu, kalium berperan penting dalam metabolisme karbohidrat dan sintesis protein, serta mempercepat penebalan dinding sel dan memperkuat tangkai bunga maupun polong sehingga tidak mudah rontok. Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) merupakan pupuk hayati yang berasal dari cendawan bersimbiosis dengan akar tanaman. Keberadaan CMA dapat meningkatkan penyerapan hara, memperkuat ketahanan terhadap kekeringan, meningkatkan resistensi terhadap patogen akar, serta memperbaiki struktur tanah. Kemampuan CMA yang tinggi dalam beradaptasi pada berbagai jenis tanah menjadikannya berpotensi sebagai pupuk hayati untuk mendukung pengelolaan pemupukan yang berkelanjutan.

Dengan demikian, penggunaan fosfor, kalium, dan CMA diharapkan mampu meningkatkan produktivitas tanaman kacang hijau.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan bulan Agustus - Oktober 2021 di Kompleks Pertanian Kampus Ma'had Al Zaytun, Indramayu Jawa Barat. Ketinggian lokasi ± 50 m dpl, jenis tanah latosol dengan pH 6,11 dan tekstur tanah liat (67,96 %). Tipe iklim Agak Basah, curah hujan 73 mm/bulan dan suhu udara 32 °C. Metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok pola Kombinasi. Terdapat 9 kombinasi perlakuan :

- A. SP-36 50 kg/ha, KCl 50 kg/ha dan CMA 5 g/lubang
- B. SP-36 50 kg/ha, KCl 50 kg/ha dan CMA 10 g/lubang
- C. SP-36 50 kg/ha, KCl 50 kg/ha dan CMA 15 g/lubang
- D. SP-36 75 kg/ha, KCl 75 kg/ha dan CMA 5 g/lubang
- E. SP-36 75 kg/ha, KCl 75 kg/ha dan CMA 10 g/lubang
- F. SP-36 75 kg/ha, KCl 75 kg/ha dan CMA 15 g/lubang
- G. SP-36 100 kg/ha, KCl 100 kg/ha dan CMA 5 g/lubang
- H. SP-36 100 kg/ha, KCl 100 kg/ha dan CMA 10 g/lubang

- I. SP-36 100 kg/ha, KCl 100 kg/ha dan CMA 15 g/lubang

Setiap kombinasi diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 27 petak percobaan masing-masing berukuran 4 m². Data pengamatan diolah menggunakan analisis sidik ragam, uji lanjut Scott-Knott dan uji korelasi *Pearson Product Moment*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lahan

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki kandungan hara makro berupa N-total sebesar 0,08% (kategori sangat rendah), P₂O₅ sebesar 4,66 ppm (kategori rendah), rasio C/N 9,25% (kategori rendah), serta K₂O sebesar 63,87 ppm (kategori tinggi). Tanah memiliki pH 6,11 (kategori agak masam) dengan tekstur liat sebesar 67,96%. Kondisi pH tanah tersebut masih sesuai untuk pertumbuhan optimal kacang hijau, yaitu pada kisaran 5,5–6,5 (Handayani, 2018).

Selama masa pertumbuhan dilakukan pengaturan air melalui sistem irigasi dan drainase yang baik. Curah hujan pada periode penelitian (Agustus–Oktober) tercatat sebesar 73 mm/bulan dengan suhu udara 32 °C. Kondisi ini sesuai dengan persyaratan tumbuh kacang hijau yang membutuhkan curah hujan optimal 50–200 mm/bulan dan suhu 27–32 °C (Khalikov et al., 2020)..

Daya Tumbuh Benih

Benih menunjukkan daya tumbuh sebesar 96,15%. Hasil ini sejalan dengan laporan Lasudee (2018) dan deskripsi varietas yang dirilis Balitkabi (2013), bahwa benih kacang hijau yang diinokulasi CMA memiliki viabilitas 95–98%.

Hama dan Penyakit Tanaman

Hama utama yang menyerang tanaman selama penelitian antara lain ulat grayak (*Spodoptera litura*), kepik hijau (*Piezodorus rubrofasciatus*), penghisap polong (*Marucca testualis*), dan kutu daun. Temuan ini serupa dengan hasil penelitian Prayogo dkk. (2020).

Ulat grayak muncul pada 21 HST dengan intensitas kerusakan daun sebesar 25%.

Kutu daun juga mulai menyerang pada 21 HST.

Kepik hijau menyerang saat fase pembungaan (35 HST) dengan intensitas 25%.

Penghisap polong menyerang sejak 35 HST dan mencapai puncaknya pada 42 HST, ditandai dengan polong berlubang hingga membusuk.

Pengendalian hama dilakukan dengan prinsip PHT sesuai ambang kendali, yaitu >20% untuk ulat grayak pada umur >21 HST dan 1 ekor/20 rumpun untuk kepik hijau (Arifin & Tengkan, 2015). Tindakan pengendalian dilakukan secara mekanis (sanitasi lahan, pemungutan ulat, pemusnahan) dan kimiawi (penyemprotan insektisida Decis 2,5 EC dosis 2 ml/liter setiap 7 hari disertai pengamatan populasi hama).

Serangan tikus terdeteksi pada 45 HST dengan intensitas 10% pada polong muda. Pengendalian dilakukan dengan pemasangan plastik di sekeliling petak, penggunaan alat pengusir tikus bertenaga accu, serta penebaran potongan buah mengkudu. Hal ini sejalan dengan Martin et al. (2016) yang mengombinasikan barrier, parit, jebakan, dan rodentisida.

Penyakit yang muncul antara lain layu fusarium pada 14 HST (3,8%) dan karat daun (*Phakopsora pachyrhizi*) pada 50 HST (6,4%) ditandai bercak cokelat dan gugurnya daun. Tanaman terserang segera dieradikasi dari area penelitian (Sumartini dkk., 2020).

Gulma yang dominan adalah rumput teki (*Cyperus rotundus*). Penyiangan dilakukan rutin setiap 7 hari sejak 14 HST hingga panen. Pengendalian gulma dilakukan dengan mencabut, membat, menginjak, menyang secara manual, atau menggunakan alat mekanis, yang efektif menekan gulma hingga 99%. Beberapa tindakan agronomis seperti sanitasi lahan juga mendukung pengendalian gulma (Monteiro & Santos, 2022; Pratiwi & Rahmianna, 2014; Swanton & Vazan, 2022).

Umur Berbunga dan Umur Panen

Tanaman mulai berbunga kuning pada 35 HST, sesuai dengan deskripsi varietas Vima 4 (Widiati dkk., 2018). Panen dilakukan pada umur 60 dan 65 HST, sementara polong yang tua siap dipanen hingga umur 90 HST (Pamungkas, 2014; Naik et al., 2020; Hakim & Suyanto, 2012).

Pengamatan Utama

Tinggi Tanaman (cm)

Hasil analisis sidik ragam (Uji F) menunjukkan bahwa perlakuan yang diuji tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 14, 21, 28, dan 35 HST (Tabel 1). Hal ini diduga karena ketersediaan nitrogen, unsur penting dalam pembentukan sel dan organ tanaman, diberikan dalam jumlah yang sama pada semua perlakuan, sehingga tidak menimbulkan perbedaan pertumbuhan tinggi tanaman. Berbeda dengan nitrogen, unsur fosfor dan kalium lebih dominan berperan dalam pembungaan, pembentukan biji, serta pengaktifan enzim. Fosfor dan kalium yang terserap lebih banyak dialokasikan untuk pembentukan polong dan biji.

Tabel 1. Pengaruh Kombinasi P upak P, K dan CMA Terhadap Tinggi Tanaman Umur 14, 21, 28 dan 35 HST

No	Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
		14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
1	A 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	9,29 a	16,75 a	29,06 a	39,25 a
2	B 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	9,44 a	14,75 a	24,94 a	36,69 a
3	C 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	10,19 a	17,06 a	29,81 a	42,56 a
4	D 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	10,69 a	17,56 a	29,88 a	40,44 a
5	E 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	11,25 a	18,19 a	33,00 a	42,19 a
6	F 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	11,38 a	18,38 a	30,50 a	42,38 a
7	G 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	9,94 a	17,00 a	30,44 a	42,50 a
8	H 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	11,63 a	17,94 a	30,56 a	40,63 a
9	I 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	10,44 a	16,38 a	29,94 a	41,50 a

Sumber : Data Primer 2021

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Kabirun (2002) dalam Yadi (2020) yang menyatakan bahwa aplikasi pupuk fosfor tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada fase pertumbuhan, karena sebagian besar fosfor yang diserap dialokasikan untuk pembentukan bakal polong muda. Hal serupa juga dijelaskan oleh Yadi (2020) dan Aminpanah (2015), bahwa unsur P dan K yang diberikan pada fase pertumbuhan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, sebab hara yang diserap lebih banyak digunakan untuk proses pembentukan buah dan biji. Lebih lanjut, Mohr dan Schopfer (2012) menegaskan bahwa pembentukan sel, jaringan, dan organ tanaman sangat dipengaruhi oleh nitrogen. Nitrogen merupakan komponen utama dalam sintesis klorofil, protein, dan asam amino, sehingga kebutuhannya paling tinggi pada fase pertumbuhan vegetatif.

Jumlah Daun (trifoliat)

Hasil analisis sidik ragam (Uji F) menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun pada umur 14, 21, 28, dan 35 HST (Tabel 2). Hal ini diduga karena nitrogen, yang berperan penting dalam pembentukan daun, diberikan dalam jumlah yang sama pada semua perlakuan sehingga tidak menimbulkan perbedaan jumlah daun. Selain itu, aplikasi CMA kemungkinan membantu penyerapan fosfor dan kalium, namun kedua unsur hara tersebut diserap secara lambat pada fase awal vegetatif, sehingga pengaruhnya belum terlihat nyata terhadap pembentukan jumlah daun.

Tabel 2. Pengaruh Kombinasi Pupuk P, K dan CMA Terhadap Jumlah Daun Umur 14, 21, 28 dan 35 HST

No	Perlakuan	Jumlah Daun (trifoliat)			
		14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
1	A 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	2,08 a	4,33 a	7,08 a	9,96
2	B 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	2,00 a	4,08 a	7,08 a	9,29
3	C 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	2,46 a	4,77 a	8,02 a	11,06
4	D 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	2,50 a	4,81 a	7,38 a	10,13
5	E 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	2,50 a	4,92 a	8,31 a	9,56
6	F 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	2,35 a	4,90 a	7,38 a	10,44
7	G 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	2,40 a	4,67 a	7,38 a	11,19
8	H 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	2,31 a	4,67 a	8,35 a	11,06
9	I 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	2,07 a	4,35 a	7,42 a	9,94

Sumber : Data Primer 2021 (Uji Gugus Scott-Knott, 5%)

Infeksi akar oleh CMA berperan dalam meningkatkan penyerapan fosfor dan kalium, yang selanjutnya dimanfaatkan dalam proses metabolisme. Hasil metabolisme tersebut lebih banyak diarahkan untuk mendukung pertumbuhan bunga dan buah dibandingkan pertumbuhan tajuk tanaman (Malik dkk., 2017). Fosfor diserap tanaman hingga 90% pada fase generatif dan digunakan untuk pembentukan bunga serta polong. Penyerapan fosfor pada fase generatif bahkan 16 kali lebih besar dibandingkan pada fase vegetatif (Hanafiah, 2012). Unsur P yang diserap terlebih dahulu disimpan dalam organ vegetatif, sebelum kemudian dialokasikan ke biji (El Mazlouzi et al., 2022).).

Jumlah Cabang (buah)

Hasil analisis ragam jumlah cabang pada umur 14 HST, 21 HST, 28 HST dan 35 HST menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi P,K

dan CMA memberi pengaruh yang tidak berbeda nyata (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh Kombinasi Pupuk P, K dan CMA Terhadap Jumlah Cabang Umur 14, 21, 28 dan 35 HST

No	Perlakuan	Jumlah Cabang (buah)			
		14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
1	A 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	1,28 a	1,88 a	3,25 a	4,94 a
2	B 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	1,28 a	1,75 a	3,38 a	4,94 a
3	C 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	1,44 a	2,00 a	3,81 a	5,53 a
4	D 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	1,50 a	1,88 a	3,41 a	4,91 a
5	E 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	1,47 a	2,03 a	3,84 a	4,78 a
6	F 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	1,44 a	2,03 a	3,53 a	5,22 a
7	G 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	1,47 a	2,06 a	4,00 a	5,59 a
8	H 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	1,47 a	2,13 a	3,97 a	5,53 a
9	I 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	1,34 a	1,88 a	3,53 a	4,97 a

Sumber : Data Primer 2021, Uji Gugus Scott-Knott (5%)

Meskipun CMA membantu penyerapan fosfor dan kalium, diduga unsur hara tersebut lebih banyak dialokasikan untuk pembentukan polong dan biji, sehingga pengaruhnya tidak signifikan terhadap jumlah cabang. Hasil ini sejalan dengan Malik dkk. (2017), yang melaporkan bahwa aplikasi CMA tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, termasuk tinggi tanaman maupun jumlah cabang, pada berbagai dosis CMA dan fosfor. Hal yang sama juga dijelaskan oleh Anti (2018), bahwa pemberian pupuk tidak selalu memengaruhi jumlah cabang produktif. Jumlah cabang pada perlakuan kombinasi P, K, dan CMA dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Mazed et al. (2015), yang hanya menggunakan perlakuan KCl 50 kg/ha dengan hasil 2,9 cabang pada umur 30 HST.

Indeks Luas Daun

Hasil analisis ragam menggunakan uji F menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi P,K dan CMA memberi pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap indeks luas daun kacang hijau di umur 14 HST, 21 HST, 28 HST maupun 35 HST (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh Kombinasi Pupuk P, K dan CMA Terhadap Indeks Luas Daun Umur 14, 21, 28 dan 35 HST

No	Perlakuan	Indeks Luas Daun			
		14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
1	A 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	0,08 a	0,29 a	0,71 a	0,91 a
2	B 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	0,07 a	0,26 a	0,83 a	1,12 a
3	C 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	0,10 a	0,37 a	0,81 a	1,17 a
4	D 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	0,10 a	0,35 a	0,70 a	1,19 a
5	E 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	0,12 a	0,40 a	0,83 a	1,57 a
6	F 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	0,08 a	0,43 a	0,91 a	1,67 a
7	G 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	0,10 a	0,37 a	0,71 a	1,09 a
8	H 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	0,11 a	0,44 a	0,75 a	1,14 a
9	I 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	0,11 a	0,31 a	0,87 a	1,15 a

Sumber : Data Primer 2021, Uji Gugus Scott-Knott (5%)

Indeks luas daun merupakan perbandingan antara total luas daun dengan luas lahan yang ditutupi tanaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai ILD tidak berbeda nyata pada semua perlakuan. Hal ini diduga karena nitrogen—unsur utama yang berperan dalam pembentukan daun—diberikan dalam jumlah yang sama pada setiap perlakuan. Selain itu, luas bidang tanah antar tanaman juga seragam karena jarak tanam dibuat sama. Qosim dkk. (2014) menyatakan bahwa nilai ILD dipengaruhi oleh fase pertumbuhan, kerapatan tanaman, serta ketersediaan unsur hara, khususnya nitrogen yang memengaruhi luas daun. Menurut Amanullah (2015), aplikasi nitrogen hingga akhir fase vegetatif dapat menghasilkan ILD lebih tinggi dibandingkan pemberian nitrogen hanya pada fase perkecambahan.

ILD sering dijadikan indikator pertumbuhan tanaman karena berhubungan dengan kemampuan daun mengintersepsi radiasi matahari, yang selanjutnya dapat dipakai untuk memperkirakan biomassa tanaman (Ronghai Hu et al., 2018). Pada pengamatan 35 HST, daun kacang hijau mulai saling menaungi, ditunjukkan dengan nilai ILD > 1 pada hampir semua perlakuan. Sitompul (2016) menjelaskan bahwa nilai ILD > 1 menunjukkan adanya naungan antar daun, yang menyebabkan daun pada lapisan bawah tajuk menerima cahaya lebih sedikit sehingga fotosintesisnya lebih rendah dibandingkan daun di lapisan atas.

Volume Akar

Hasil analisis ragam menggunakan uji F menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi P,K dan CMA memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap volume akar kacang hijau di umur 35 HST (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh Kombinasi Pupuk P, K dan CMA Terhadap Volume Akar Umur 35 HST

No	Perlakuan	Volume Akar (ml) 35 HST
1	A 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	2,09 a
2	B 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	2,91 b
3	C 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	4,01 b
4	D 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	3,18 b
5	E 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	3,73 b
6	F 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	3,80 b
7	G 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	1,92 a
8	H 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	1,80 a
9	I 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	1,94 a

Sumber : Data Primer 2021, Uji Gugus Scott-Knott (5%)

Perlakuan B, C, , E dan F memiliki volume akar yang berbeda nyata dari perlakuan A, G, H dan I. Hal ini diduga karena kolonisasi mikoriza mengubah morfologi akar sedemikian rupa sehingga meningkatkan pembesaran sistem akar yang meningkatkan volume akar. Akibat dari pembesaran volume akar maka jangkauan jelajah akar juga semakin luas sehingga daya serap akar akan air dan nutrisi semakin tinggi. Tanaman yang dipupuk dengan 50 kg SP-36 dan 75 kg SP-36 menunjukkan volume akar yang lebih tinggi daripada tanaman yang dipupuk 100 kg SP-36, diduga terjadi karena perkembangan cendawan mikoriza terhambat pada kondisi fosfor tanah tinggi. Kondisi ini diduga mempengaruhi penyerapan hara dan hasil tanaman kacang hijau.

Menariknya, tanaman yang dipupuk dengan dosis SP-36 50 kg/ha dan 75 kg/ha menunjukkan volume akar lebih tinggi dibandingkan dosis 100 kg/ha. Hal ini diduga karena konsentrasi fosfor yang terlalu tinggi justru menghambat perkembangan mikoriza, sehingga memengaruhi serapan hara dan hasil tanaman. Hasil ini sejalan dengan Marzban et al. (2017) yang melaporkan bahwa inokulasi CMA meningkatkan volume akar melalui peningkatan jumlah rambut dan akar lateral. Hifa mikoriza tidak hanya tumbuh di dalam korteks akar tetapi juga menyebar ke tanah, berfungsi sebagai perpanjangan akar dalam menyerap fosfor anorganik yang jauh dari jangkauan rambut akar (Hou et al., 2021). Lumley dan Abbot (2014) menambahkan bahwa efektivitas simbiosis mikoriza biasanya diukur melalui panjang akar tanaman yang diinokulasi, sementara serapan P pada akar bermikoriza bisa 3–5 kali lebih tinggi dibandingkan akar tanpa mikoriza (Meng et al., 2015). Hasil serupa juga dilaporkan oleh Wahid et al. (2019) dan Alfandi (2015), bahwa

kombinasi inokulasi CMA dengan pupuk P maupun K dapat meningkatkan volume akar dan bobot kering akar. Namun, kandungan P yang tinggi di dalam tanah dapat menekan kolonisasi CMA (Johnson et al., 2016).

Laju Pertumbuhan Tanaman

Hasil analisis ragam menggunakan uji F menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi P, K dan CMA memberi pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman kacang hijau di umur 21-28 HST dan 28-35 HST (Tabel 6).

Tabel 6. Pengaruh Kombinasi Pupuk P, K dan CMA Terhadap Laju Pertumbuhan Tanaman Sejak Umur 21-28 HST dan 28-35 HST

No	Perlakuan	Laju Pertumbuhan Tanaman (g/hari)	
		21-28 HST	28 - 35 HST
1 A	50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	0,21 a	0,69 a
2 B	50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	0,22 a	0,73 a
3 C	50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	0,23 a	0,76 a
4 D	75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	0,21 a	0,70 a
5 E	75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	0,22 a	0,72 a
6 F	75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	0,22 a	0,74 a
7 G	100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	0,22 a	0,72 a
8 H	100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	0,23 a	0,75 a
9 I	100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	0,24 a	0,76 a

Sumber : Data Primer 2021, Uji Gugus Scott-Knott (5%).

Analisis ragam menunjukkan bahwa kombinasi P, K, dan CMA tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman pada periode 21–28 HST dan 28–35 HST (Tabel 6). Laju pertumbuhan dihitung dari bobot kering total tanaman dibagi dengan interval waktu pengamatan. Diduga, sebagian hasil fotosintat dialokasikan untuk perkembangan CMA sebagai bentuk simbiosis mutualisme, sehingga tidak seluruhnya digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Kustiawan (2022) menyatakan bahwa laju pertumbuhan erat kaitannya dengan jumlah bahan kering yang dihasilkan per satuan waktu.

Sastrahidayat (2011) dalam Nurhalimah dkk. (2014) menjelaskan bahwa mikoriza terbentuk dari simbiosis mutualisme antara cendawan dan akar tanaman, melalui pertukaran karbon hasil fotosintat dengan fosfor yang dilepaskan dari tanah. Simamora (2006) dalam Pulungan (2018) menambahkan bahwa CMA sangat bergantung pada suplai karbon dari fotosintesis tanaman inangnya. Sekitar 1–17% karbohidrat yang diproduksi tanaman digunakan mikoriza untuk pertumbuhan dan aktivitasnya (Cornejo & Aponte, 2020).

Jumlah Polong per Tanaman, Bobot Polong per tanaman dan Bobot Polong per Petak

Berdasarkan tabel 7, perlakuan C dan F menghasilkan jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman dan bobot polong per petak yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pemberian CMA 15 g/lubang yang dikombinasikan dengan P dan K dapat memberikan hasil panen yang lebih tinggi. Hal ini diduga karena peranan CMA yang membantu meningkatkan penyerapan P dan K yang diberikan melalui pemupukan. P dan K yang diserap sangat penting dalam proses pembentukan biji dan polong. Tingginya jumlah polong per tanaman akibat perlakuan C dan F menyebabkan bobot polong per tanaman juga meningkat.

Tabel 7. Pengaruh Kombinasi Pupuk P, K dan CMA Terhadap Jumlah Polong per Tanaman, Bobot Polong per tanaman dan Bobot Polong per Petak

No	Perlakuan	Jumlah Polong / Tanaman (buah)	Bobot Polong / Tanaman (g)	Bobot Polong / Petak (g)
1 A	50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	19,99 a	13,22 a	528,84 a
2 B	50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	15,91 a	11,73 a	469,23 a
3 C	50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	26,35 b	16,91 b	676,21 b
4 D	75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	19,18 a	12,94 a	517,64 a
5 E	75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	17,10 a	12,38 a	495,15 a
6 F	75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	28,70 b	18,11 b	724,42 b
7 G	100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	20,78 a	14,56 a	582,27 a
8 H	100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	17,46 a	12,48 a	499,35 a
9 I	100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	13,77 a	9,68 a	387,03 a

Sumber : Data Primer 2021, Uji Gugus Scott-Knott (5%)

Perlakuan C dan F terbukti menghasilkan panen lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil ini sejalan dengan penelitian Karim dan Uddin (2020), yang melaporkan bahwa aplikasi pupuk P 25 kg/ha (setara 70 kg SP-36/ha) dan K 40 kg/ha (setara 70 kg KCl/ha) mampu meningkatkan jumlah polong dan bobot biji kacang hijau. Kalium berperan penting dalam mempercepat aktivitas enzim untuk sintesis protein serta mentranslokasikan hasil asimilasi dari daun ke polong. Al-Shaheen et al. (2016) juga menyatakan bahwa aplikasi kalium dapat meningkatkan jumlah serta bobot polong, sementara Haidlir (2019) menambahkan bahwa pupuk KCl berpengaruh terhadap peningkatan jumlah polong isi per tanaman kacang hijau.

Fosfor diperlukan terutama pada fase generatif untuk mendukung pembungaan dan pembentukan buah. Menurut Mohr dan Schopfer (2012), pada fase ini sebagian besar fosfor dimobilisasi dari tajuk ke polong. Selain

itu, kalium berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit melalui peningkatan tekanan turgor sel, sehingga kondisi tanaman menjadi kurang sesuai sebagai habitat hama dan patogen. Dengan demikian, proses fotosintesis tidak terganggu dan hasil panen dapat meningkat.

Penelitian Hou et al. (2021) menunjukkan bahwa CMA berperan penting dalam meningkatkan efisiensi penyerapan fosfor, yang pada akhirnya memberikan pengaruh positif terhadap hasil panen. Hasil analisis tanah pada penelitian ini menunjukkan pH sebesar 6,11, kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan spora CMA. Pada pH 6,2, kolonisasi CMA dengan akar tanaman dapat mencapai 53% (Kazadi et al., 2020). Peningkatan kolonisasi CMA tersebut mampu memperbesar penyerapan unsur P dan K, yang berperan krusial dalam fotosintesis dan pembentukan biji (Nuryani dkk., 2019)

Jumlah Biji per Polong dan Bobot 100 Butir Biji

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan kombinasi P,K dan CMA berbeda nyata terhadap jumlah biji per polong.

Tabel 8. Pengaruh Kombinasi Pupuk P, K dan CMA Terhadap Jumlah Biji per Polong dan Bobot 100 Butir Biji

No	Perlakuan	Jumlah Biji / Polong (butir)	Bobot 100 Butir Biji (g)
1	A 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	9,80 a	5,09 a
2	B 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	10,17 a	5,08 a
3	C 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	9,17 a	5,07 a
4	D 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	9,38 a	5,03 a
5	E 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	10,71 a	4,93 a
6	F 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	9,58 a	5,27 a
7	G 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	10,17 a	5,02 a
8	H 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	9,79 a	5,06 a
9	I 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	9,38 a	5,14 a

Sumber : Data Primer 2021, Uji Gugus Scott-Knott (5%)

Jumlah biji per polong dan bobot 100 butir biji tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan diduga karena faktor genetik dari varietas Vima 4 yang digunakan dalam penelitian ini lebih mempengaruhi jumlah biji per polong dan bobot 100 butir biji. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Trustinah *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa faktor genetik berpengaruh sangat kuat terhadap jumlah biji per polong. Demikian pula penelitian Dana (2018) yang menyatakan secara umum faktor genetik menjadi kunci untuk mendapatkan bobot biji yang maksimum. Fadli dkk. (2018) juga

menyatakan bahwa pemberian berbagai jenis CMA tidak memberikan respon yang berbeda nyata pada variabel bobot 100 biji. Penelitian Karim and Uddin (2020) menyatakan interaksi perlakuan fosfor dan kalium tidak berpengaruh nyata terhadap bobot 1000 biji kacang hijau. Bobot 100 butir biji pada semua hasil penelitian ini lebih kecil daripada bobot 100 butir biji dalam deskripsi varietas yaitu 6,62 g.

Sitompul (2016) dalam bukunya menjelaskan mengenai kapasitas lubuk. Lubuk yaitu tempat akumulasi penggunaan fotosintat mempunyai kapasitas maksimum. Kapasitas lubuk (*sink*) dibatasi secara agonomis sebagai produk dari jumlah malai dan bobot 1000 biji. Alokasi fotosintat ke lubuk lebih tergantung pada kapaitas lubuk daripada kapasitas sumber (daun). Apabila daun dikurangi dengan pemetikan maka laju fotosintesis dari daun yang tersisa meningkat. Sebaliknya jika bakal buah atau biji yang dipetik, laju fotosintesis akan menurun. Upaya peningkatan hasil tanaman dapat ditempuh melalui peningkatan alokasi biomassa ke bagian biji yang merupakan sifat fisiologis tanaman dan kapasitas lubuk yang dikendalikan oleh sifat genetik.

Bobot Biji per Tanaman dan Bobot Biji per Petak

Hasil analisis ragam menggunakan uji F menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi P,K dan CMA memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap bobot biji per tanaman.

Tabel 9. Pengaruh Kombinasi Pupuk P, K dan CMA Terhadap Bobot Biji per Tanaman dan Bobot Biji per Petak

No	Perlakuan	Bobot Biji / Tanaman (g)	Bobot Biji / Petak (g)
1	A 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	9,42 a	376,96 a
2	B 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	8,33 a	333,23 a
3	C 50 kg/ha SP-36 + 50 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	12,12 b	484,89 b
4	D 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	9,16 a	366,25 a
5	E 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	8,99 a	359,59 a
6	F 75 kg/ha SP-36 + 75 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	13,66 b	546,31 b
7	G 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 5 g CMA/lubang	10,31 a	415,67 a
8	H 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 10 g CMA/lubang	8,96 a	358,31 a
9	I 100 kg/ha SP-36 + 100 kg/ha KCl + 15 g CMA/lubang	6,66 a	266,55 a

Sumber : Data Primer 2021, Uji Gugus Scott-Knott (5%)

Perlakuan C dan F secara signifikan menghasilkan bobot biji per tanaman lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan F menghasilkan bobot biji per petak sebesar 546,31 g atau setara 1,16 ton/ha dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan C yang

menghasilkan 484,89 g atau setara 1,03 ton/ha. Dibandingkan dengan perlakuan A (0,80 ton/ha), perlakuan F mampu meningkatkan hasil sebesar 44,8%, sedangkan perlakuan C memberikan peningkatan sebesar 28,7%.

Pemberian CMA 15 g/lubang yang dikombinasikan dengan P dan K diduga meningkatkan penyerapan unsur hara, khususnya P dan K, oleh akar. Peningkatan serapan hara ini berkontribusi pada peningkatan hasil fotosintat yang dialokasikan ke polong, sehingga bobot biji per tanaman meningkat secara signifikan. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Abdel-Fattah et al. (2016) yang menyatakan bahwa simbiosis CMA dengan akar tanaman dapat meningkatkan bobot biji per tanaman. Djauhari et al. (2021) juga melaporkan bahwa peningkatan dosis CMA berbanding lurus dengan jumlah polong dan bobot kering polong per tanaman. Bobot biji per tanaman pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Setiawati dkk. (2015) yang hanya menggunakan kombinasi CMA dan 75 kg/ha TSP, yaitu sebesar 5,74 g per tanaman.

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa kadar P₂O₅ di lahan penelitian termasuk rendah (4,66 ppm). Kondisi ini menyebabkan tanaman merespons positif pemberian fosfor melalui pupuk SP-36 untuk meningkatkan produksi biji. Hal ini sejalan dengan Kalaiyarasan et al. (2018) yang menjelaskan bahwa simbiosis cendawan mikoriza dengan akar tanaman dapat mengubah fosfor menjadi bentuk tersedia, sehingga meningkatkan serapan P. Jadeja et al. (2021) juga menyebutkan bahwa pemupukan fosfor pada tanah dengan kadar P rendah mampu meningkatkan hasil biji kacang hijau.

Secara fisiologis, fosfor berperan penting dalam pembentukan ATP dan NADPH pada proses fotosintesis. Fosfor mendukung fotolisis H₂O pada reaksi terang di grana, yang menghasilkan ATP dan NADPH sebagai penyimpan energi kimia. Kedua molekul ini kemudian digunakan pada reaksi gelap di stroma untuk mereduksi CO₂ menjadi karbohidrat. Semakin tinggi kandungan P dalam jaringan tanaman, semakin besar pula kemampuan tanaman menghasilkan ATP dan NADPH, sehingga lebih banyak CO₂ yang dapat direduksi menjadi karbohidrat (Malik dkk., 2017). Selain fosfor, kalium juga berperan penting dalam fotosintesis dan pembentukan buah melalui pengaturan aktivitas enzim yang

terlibat dalam proses tersebut. Peningkatan konsentrasi K akan meningkatkan aktivitas enzim pembentuk fotosintat (Jadeja et al., 2021).

Meskipun hasil panen kacang hijau pada penelitian ini cukup tinggi, produksinya masih di bawah deskripsi varietas Vima 4 yang dilaporkan oleh Balitkabi (2013), yaitu rata-rata 1,91 ton/ha. Rendahnya hasil diduga karena perkembangan CMA pada tanah penelitian belum maksimal. Berdasarkan analisis, tanah penelitian memiliki tekstur liat 67,96%, yang menyebabkan pori mikro lebih dominan dan aerasi rendah. Padahal, CMA merupakan cendawan aerob yang membutuhkan oksigen untuk respirasi. Kondisi ini menjadi faktor pembatas bagi perkembangan CMA dalam mengkolonisasi akar tanaman, sehingga penyerapan hara P dan K untuk pembentukan biji tidak optimal. Utomo dkk. (2018) menjelaskan bahwa semua jamur pembentuk mikoriza adalah obligat aerob yang sangat bergantung pada oksigen. Sejalan dengan itu, Johnson et al. (2016) menyatakan bahwa tanah dengan kandungan liat tinggi dapat mengganggu aerasi tanah dan ketersediaan oksigen yang esensial bagi aktivitas mikoriza.h.

Hasil Uji Korelasi

Uji Korelasi Tinggi Tanaman terhadap Bobot Biji per Petak

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa tinggi tanaman tidak berhubungan nyata dengan bobot biji per petak ($t_{hitung} < t_{tabel}$) pada semua umur pengamatan, yaitu 14, 21, 28, dan 35 HST (Tabel 10). Pada umur 14 HST, tinggi tanaman hanya memiliki korelasi yang sangat lemah terhadap bobot biji per petak, yakni sebesar 1,8%. Sementara itu, pada umur 21, 28, dan 35 HST, tinggi tanaman juga hanya menunjukkan korelasi lemah masing-masing sebesar 15,8%, 9,1%, dan 11,3%.

Tidak signifikkannya hubungan antara tinggi tanaman dan bobot biji per petak menunjukkan bahwa tinggi tanaman bukan merupakan faktor penentu hasil biji kacang hijau. Hal ini disebabkan oleh karakteristik pertumbuhan kacang hijau, di mana polong terbentuk secara bergerombol pada ujung cabang, bukan di ketiak cabang. Dengan demikian, jumlah cabang yang menentukan banyaknya polong tidak dipengaruhi oleh tinggi tanaman. Selain

itu, tinggi tanaman pada varietas kacang hijau umumnya merupakan sifat agronomis yang seragam sebagai hasil seleksi pemuliaan, sehingga variasinya relatif kecil dan tidak berpengaruh nyata terhadap hasil biji.

Tabel 10. Korelasi Antara Tinggi Tanaman Umur 14 HST, 21 HST, 28 HST dan 35 HST dengan Bobot Biji Per Petak

No	Koefisien Korelasi	Laju Pertumbuhan Tanaman	
		21 – 28 HST	28 - 35 HST
1	<i>r</i>	0,093	0,045
2	<i>Kategori r</i>	Sangat lemah	Sangat lemah
3	<i>R²</i>	0,009	0,002
4	<i>Sig.</i>	0,646	0,825
5	<i>t-hitung</i>	1,83	1,15
6	<i>t-tabel 0,05(25)</i>	2,060	2,101
7	Kesimpulan	TN	TN

Sumber : Data Primer 2021,

Keterangan : TN = Tidak Nyata, dan N = Nyata

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Widiati dkk. (2018) yang menyatakan bahwa tinggi tanaman tidak berkorelasi nyata dengan bobot biji kering kacang hijau. Hakim dan Suyanto (2012) juga menyatakan bahwa tinggi tanaman menunjukkan korelasi positif dengan hasil biji tetapi tidak nyata ($r = 0,250$). Tinggi tanaman kacang hijau tidak berkorelasi positif dengan bobot biji (Gul et al. (2008) dalam Lalinia and Khamnaneh (2014)).

Uji Korelasi Laju Pertumbuhan Tanaman terhadap Bobot Biji per Petak

Hasil uji korelasi antara laju pertumbuhan tanaman dengan bobot biji per petak disajikan dalam tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Korelasi Antara Laju Pertumbuhan Tanaman 21 - 28 HST dan 28 – 35 HST dengan Bobot Biji Per Petak

No	Koefisien Korelasi	Tinggi Tanaman			
		14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
1	<i>r</i>	0,136	0,397	0,301	0,336
2	<i>Kategori r</i>	Sangat lemah	lemah	lemah	lemah
3	<i>r²</i>	0,018	0,158	0,091	0,113
4	<i>Sig.</i>	0,58	0,06	0,197	0,136
5	<i>t-hitung</i>	0,56	1,98	1,34	1,56
6	<i>t-tabel</i>	2,110	2,080	2,101	2,093
7	Kesimpulan	TN	TN	TN	TN

Sumber : Data Primer 2021,

Keterangan : TN = Tidak Nyata, dan N = Nyata

Hasil analisis menunjukkan bahwa korelasi antara laju pertumbuhan tanaman pada periode 21–28 HST maupun 28–35 HST dengan bobot biji per petak tergolong sangat lemah dan tidak berbeda nyata ($t_{hitung} < t_{tabel}$). Hal ini mengindikasikan bahwa hasil biji per petak tidak dipengaruhi oleh laju pertumbuhan tanaman pada kedua periode tersebut.

Diduga sebagian hasil fotosintat yang dihasilkan tanaman tidak sepenuhnya dialokasikan untuk pertumbuhan vegetatif, melainkan digunakan untuk mendukung perkembangan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) sebagai bentuk simbiosis mutualistik antara keduanya. Simbiosis ini penting bagi CMA untuk bertahan hidup karena memperoleh fotosintat dari tanaman inang (Marzban et al., 2017). Simamora (2006) dalam Pulungan (2018) juga menjelaskan bahwa CMA sangat bergantung pada suplai karbon hasil fotosintesis tanaman inangnya. Unsur karbon (C) digunakan sebagai sumber energi dalam metabolisme dan memperbanyak sel, sedangkan nitrogen (N) dimanfaatkan untuk sintesis protein dan pembentukan protoplasma. Hanafiah (2012) melaporkan bahwa pada tanaman padi, aplikasi CMA menurunkan bobot biomassa sebesar 6,4% tetapi mampu meningkatkan bobot gabah hingga 41,6%, yang menunjukkan bahwa alokasi fotosintat lebih difokuskan untuk pembentukan hasil generatif dibandingkan pertumbuhan vegetatif..

Uji Korelasi Volume Akar terhadap Bobot Biji per Petak

Korelasi antara volume akar dengan bobot biji per petak disajikan dalam tabel 12. Hasil uji korelasi pada pengamatan umur 35 HST menunjukkan bahwa antara volume akar dengan bobot biji per petak memiliki korelasi yang nyata ($t_{hitung} > t_{tabel}$) dengan kategori korelasi sedang. Koefisien determinasi (R^2) adalah 0,169 artinya bahwa hasil biji per petak dipengaruhi oleh volume akar umur 35 HST sebesar 16,9 %.

Tabel 12. Hasil Uji Korelasi Antara Volume Akar 35 HST dengan Bobot Biji Per Petak

No	Koefisien Korelasi	Jumlah Polong per Tanaman
1	<i>r</i>	0,932
2	<i>Kategori r</i>	Sangat kuat
3	<i>R²</i>	0,868
4	<i>Sig.</i>	0
5	<i>t-hitung</i>	12,82
6	<i>t-tabel</i>	2,06
	<i>0.05(25)</i>	
7	Kesimpulan	N

Sumber : Data Primer 2021,

Keterangan : TN = Tidak Nyata, dan N = Nyata

Volume akar pada umur 35 HST dapat digunakan sebagai indikator untuk menduga bobot biji per petak yang dihasilkan. Hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan positif yang nyata, yang berarti semakin besar volume akar maka semakin banyak unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman. Kondisi ini memungkinkan tanaman memperoleh nutrisi yang cukup untuk mendukung pembentukan hasil biji. Temuan ini sejalan dengan penelitian Jaenudin dan Nosa (2018) yang melaporkan bahwa bobot segar kubis bunga dengan perlakuan pupuk kandang dan CMA memiliki korelasi positif dengan volume akar.

Hifa jamur mikoriza yang tumbuh di dalam korteks akar lalu menyebar ke dalam tanah berperan penting dalam meningkatkan penyerapan hara. Hifa mampu membantu akar menyerap fosfor (P) dan kalium (K) pada jarak yang tidak dapat dijangkau oleh rambut akar. Semakin besar volume akar, semakin luas pula kontak dengan permukaan tanah, sehingga semakin banyak unsur hara yang dapat diserap (Jadeja et al., 2021). Peningkatan kemampuan penyerapan hara, khususnya P dan K, akan memperkaya pasokan nutrisi yang dibutuhkan dalam pembentukan fotosintat, yang selanjutnya dialokasikan ke biji kacang hijau. Dengan demikian, peningkatan volume akar pada umur 35 HST melalui aplikasi P, K, dan CMA terbukti mampu meningkatkan hasil biji per petak. Hasil ini didukung oleh temuan Kumar et al. (2022) yang menyatakan bahwa peningkatan volume akar berkontribusi terhadap peningkatan hasil panen kacang hijau.

Uji Korelasi Jumlah Polong per Tanaman terhadap Bobot Biji per Petak

Jumlah polong per tanaman juga menunjukkan hubungan positif yang nyata dengan bobot biji per petak ($t_{hitung} > t_{tabel}$) dengan kategori korelasi sangat kuat. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,868 menunjukkan bahwa 86,8% variasi hasil biji per petak dipengaruhi oleh jumlah polong per tanaman (Tabel 13). Hal ini menegaskan bahwa jumlah polong per tanaman dapat digunakan sebagai parameter penduga hasil biji kacang hijau.

Tabel 13. Hasil Uji Korelasi Jumlah Polong per Tanaman dengan Bobot Biji Per Petak

No	Koefisien Korelasi	Volume Akar 35 HST
1	<i>r</i>	0,411
2	<i>Kategori r</i>	sedang
3	<i>R²</i>	0,169
4	<i>Sig.</i>	0,046
5	<i>t-hitung</i>	2,11
6	<i>t-tabel</i>	2,074
	<i>0.05(25)</i>	
7	Kesimpulan	N

Sumber : Data Primer 2021,

Keterangan : TN = Tidak Nyata, dan N = Nyata

Temuan penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya. Hakim (2014) melaporkan bahwa jumlah polong per tanaman berkorelasi positif sangat nyata dengan hasil biji dan bobot biji per tanaman. Bam et al. (2022) menyatakan bahwa jumlah polong per tanaman berkontribusi sebesar 68% terhadap hasil biji, sedangkan Zhao et al. (2022) melaporkan kontribusi sebesar 71%. Dengan demikian, jumlah polong per tanaman merupakan faktor agronomis penting yang sangat menentukan produktivitas biji kacang hijau.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil dan pembahasan diatas, hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Kombinasi perlakuan fosfor (P), kalium (K), dan cendawan mikoriza arbuskula (CMA) berpengaruh nyata terhadap volume akar umur 35 HST, jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, bobot polong per petak, bobot biji per tanaman, dan bobot biji per petak. Namun demikian, perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi

tanaman, jumlah daun, indeks luas daun, jumlah cabang, dan laju pertumbuhan tanaman.

2. Perlakuan 75 kg SP-36/ha + 75 kg KCl/ha + CMA 15 g/lubang menghasilkan bobot biji tertinggi yaitu 546,31 g/petak (setara 1,16 ton/ha), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 50 kg SP-36/ha + 50 kg KCl/ha + CMA 15 g/lubang yang menghasilkan bobot biji 484,89 g/petak (setara 1,03 ton/ha).
3. Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa volume akar umur 35 HST memiliki hubungan positif nyata dengan bobot biji per petak dalam kategori sedang, sedangkan jumlah polong per tanaman memiliki hubungan positif nyata dengan bobot biji per petak dalam kategori sangat kuat..

Saran

1. Untuk budidaya kacang hijau Vima 4 pada jenis tanah dan kondisi yang sama dengan tempat penelitian, disarankan untuk menggunakan kombinasi pemupukan 50 kg SP36/ha , 50 kg KCl /ha , dan cendawan mikoriza arbuskular 15 g/lubang tanam karena lebih efisien secara ekonomi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kombinasi P, K dan CMA pada beberapa daerah dengan jenis tanah dan lingkungan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Fattah, Gamal., Wafaa Mohamed Shukry and Mahmoud M.B. Shokr. 2016. Application of Mycorrhizal Technology for Improving Yield Production of Common Bean Plants. International Journal of Applied Sciences and Biotechnology 4(2):191.
- Alfandi, 2015. Kajian Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L) dan Arbuskula (CMA). Jurnal Agijati Volume 28 nomor 1, April 2015. Fakultas Pertanian Unswagati Cirebon.
- Al-Shaheen, Mustafa. R., Awang Soh and Omar. H. Ismaiel. 2016. Effect of Irrigation timing and Potassium fertilizing on the some growth characteristics and production for Mungbean (*Vigna radiata* L.). International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 6, Issue 3.
- Amanullah. 2015. Specific Leaf Area and Specific Leaf Weight in Small Grain Crops Wheat, Rye, Barley, and Oats Differ at Various Growth Stages and NPK Source. Journal of Plant Nutrition. Volume 38, 2015 - Issue 11.
- Anti, Wa Ode. 2018. Pertumbuhan dan produksi kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada berbagai jarak tanam dan dosis bokashi kotoran sapi. Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan. Volume 11, Issue 2, November, Pages 105-115.
- Arifin, Muhammad dan Wedanambi Tengkano. 2015. Tingkat Kerusakan Ekonomi Hama Kepik Punggung Bergaris (*Piezodorus hybneri*) pada Kedelai. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan, 27(1): 47-54.
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2013. Hasil Utama Penelitian Tahun 2013.
- Bam, Rajendra and Khanal, Subodh and Ghimire, Prakash and Mishra, Sharoj Raj and Khanal, Saugat. 2022. Effect of Biofertilizers and Nutrient Sources on the Performance of Mungbean at Rupandehi, Nepal. Agricultural Science Research vol 2, p:1-17.
- Cornejo, Pablo and Humberto Aponte. 2020. Visualization of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Extraradical Hyphae and Spores Vitality and Activity. Arbuscular Mycorrhizal Fungi : Methods and Protocols. P: 61–71. Humana, New York.
- Dana, Ashenafi. 2018. Mungbean Cultivars (*Vigna radiata* L.)Evaluation Trial Based on Selected Physiological Growth Parameters at Hawassa University, Ethiopia. Journal of Natural Sciences Research Vol.8, No.13, 2018 55. Southern Agricultural Research Institute Arba Minch Agricultural Research Center, pobox 006, Ethiopia.
- Djahuri, S., Elriyono, J. D., and Rahardjo, B. T. 2021. The Effect of Inoculum Type and Mycorrhiza Dosage on Growth and Production of Mung Bean *Vigna Radiata* L. Journal of Tropical Plant Protection, 2(1), 19-25.
- El Mazlouzi, Mohamed., Christian Morel, Thierry Robert, Coralie Chesseron, Christophe Salon, Jean-Yves Cornu, Alain Mollier. 2022. The Dynamics of Phosphorus Uptake and Remobilization during the Grain Development Period in

- Durum Wheat Plants. Plants (Basel). Apr 7;11(8):1006.
- Fadli, Gandhi Ihza., Rainiyati dan Mukhsin. 2018. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Mikoriza (*Glomus* Sp) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanamankedelai (*Glycine max* (L.) Merrill.) di Polybag. Agoecotania Vol.1 No.1.
- Haidlir, M N. 2019. Pengaruh Pemberian Sumber Pupuk Kalium dan Dosis Pupuk Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.). Jurnal Produksi Tanaman Volume 7 nomor 5 halaman 874–880. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Hakim, Lukman dan Suyamto. 2012. Korelasi Antar Karakter dan Sidik Lintas Antara Komponen Hasil dengan Hasil Biji Kacang Hijau (*Vigna radiata*, L). Berita Biologi 11 (3) hal 339.
- Hakim, Lukman. 2014. Pemanfaatan Keragaman Genetik Plasma Nutfah Kacang Hijau Asal Introduksi. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan Vol. 25 No. 3 hal 176.
- Hanafiah, K. A. 2012. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Raja Gafindo Perkasa, Jakarta.
- Handayani, Dinda T. 2018. Keragaan Empat Kultivar Kacang Hijau Hasil Enkapsulasi Benih yang Diperkaya dengan Mikoriza. Jurnal Vegetalika volume 7 nomor 4 halaman 39-58.
- Hou, Liyuan., Xiaofei Zhang, Gu Feng, Zheng Li, Yubin Zhang & Ning Cao. 2021. Arbuscular mycorrhizal enhancement of phosphorus uptake and yields of maize under high planting density in the black soil region of China. Scientific Reports Nature Research Journal volume 11, Article number: 1100.
- Jaenudin, Amran dan Nosa Sugesa. 2018. Pengaruh Pupuk Kandang dan Cendawan Mikoriza Arbuskular Terhadap Pertumbuhan, Serapan N dan Hasil tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea*). Jurnal Agoswagati 6 (1) : 667 – 677.
- Jadeja, A.S., D.V. Hirpara, L.C. Vekaria, H.L. Sakarvadia. 2021. Soil Fertility and Nutrient Management, A Way to Sustainable Agriculture. 1st Edition. CRC Press. 268 Pages.
- Johnson, Nancy Collins., Catherine Gehring and Jan Jansa. 2016. Mycorrhizal Mediation of Soil: Fertility, Structure, and Carbon Storage. 526 pages. Cambridge.Khalikov, B.M., S.T.Negmatova, F.B.Namozov, Sh.E.Akhmedov. 2020. Mung Bean. Sam Higginbottom University Of Agriculture, Technology & Sciences. Allahabad, India.
- Karim, Saedy. and F. M. Jamil Uddin. 2020. Effect of phosphorus and potassium on the growth and yield of French bean. Journal of Scientific Agriculture · Vol 4: 0108-0112 October 2020. Bangladesh.
- Kalaiyarasan, Sriramachandrasekharan, S. Jawahar dan R Ramesh. 2018. Effect of mycorrhizal Inoculation and phosphorus Level on Growth and Yield Attributes of Sunflower. Global Journal of Science Frontier research. Vol. 18 Issue 4.
- Kazadi, Audry Tshibangu., Mylor Ngoy Shutcha and Robert-Prince. 2020. Effect of Soil Properties on Arbuscular Mycorrhizae Fungi (AMF) Activity and Assessment of Some Methods of Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Inoculation in Lubumbashi Region (DR. Congo). Scholars Middle East Publishers, Dubai, United Arab Emirates.
- Kumar, Arun., Kulvir Singh Saini, Lalit Kumar Rolaniya, Kumar Singh and Prashant Kaushik. 2022. Root System Architecture and Symbiotic Parameters of Summer Mung Bean (*Vigna radiata* L) under Different Conservation Agriculture Practices. India. Sustainability Journal. Vol 14, no. 7: 3901.
- Kustiawan, N., S. Zahrah, T.Maharani. 2022. Respon Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L) Terhadap Pemberian Amelioran Kation Polivalen dan Kompos Pelepah Kelapa Sawit. Jurnal Dinamika Pertanian. Vol 38 (1), halaman 11-24.
- Lalinia, Ali Akbar and Manni Marefatzadeh Khameneh. 2014. Multivariate Statistical Method for Determining Interrelationships among Seed Yield and Related Characters in Mungbean. International Journal of Farming and Allied Sciences. Vol., 3 (3): 274-281.
- Lasudee, Krisana., Shinji Tokuyama, Saisamorn Lumyong and Wasu Pathomaree. 2018. Actinobacteria Associated With Arbuscular Mycorrhizal *Funneliformis mosseae* Spores, Taxonomic Characterization and Their Beneficial Traits to Plants: Evidence

- Obtained From Mung Bean (*Vigna radiata*) and Thai Jasmine Rice (*Oryza sativa*). *Front. Microbiol.*, vol 9: 1247. Thailand.
- Lumley, Sarah and Lynette K Abbott. 2014. Assessing Economic Benefits of Arbuscular Mycorrhizal Fungi as a Potential Indicator of Soil Health. In book: Mycorrhizal Fungi: Use in Sustainable Agriculture and Land Restoration, Soil Biology volume 41 Chapter:2 halaman 17-31. Publisher: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Malik, Maulana., Kuswanta Futas Hidayat, Sri Yusnaini & Maria Viva Rini. 2017. Pengaruh Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula Dan Pupuk Kandang Dengan Berbagai Dosis Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) Pada Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika* 5(2): 63-67. Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Martin, Robert., Stephanie Montgomery , Sophanara Phan. 2016. Mungbean Production Guide For Cambodian Conditions. Australian Centre For International Agricultural Research (Aciar). Australia.
- Marzban, Zahra, Elham Faryabi , Shahram Torabian. 2017. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobium on ion content and root characteristics of green bean and maize under intercropping . *Acta Agriculturae Slovenica*, 109 - 1, str.79 – 88.
- Mazed, H. E. M. Khairul., Jannatul Ferdous Moonmoon, Md. Nazmul Haque, Ashraful Islam Pulok, Md. Hafizur Rahman. 2015. Growth and yield of Mungbean as influenced by potassium and sulphur. *Annals of Biological Research*, 2015, 6 (1):6-10. Bangladesh.
- Meng, Lingbo., Aiyuan Zhang, Fei Wang, Xiaoguang Han, Ejiang Wang, Shumin Li. 2015. Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Rhizobium Facilitate Nitrogen Uptake and Transfer In Soybean/Maize Intercropping System. *Frontiers In Plant Science*. Vol 6, p: 339.
- Moghaddam, Faegheh Ranjbar and Hashem Aminpanah. 2015. Green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) growth and yield as affected by chemical phosphorus fertilizer and phosphate bio-fertilizer. *Idesia*. Vol. 33, No. 2 p: 77-85.
- Mohr, Hans and Peter Schopfer. 2012. *Plant Physiology*. Springer. London
- Monteiro, António and Sérgio Santos. 2022. Sustainable Approach to Weed Management: The Role of Precision Weed Management. *Agronomy* 2022 vol 12(1), p:118.
- Murtalaksono, Aditya., Tati Nurmala, dan Abraham Suriadikumah. 2015. Pemberian Mikoriza dan Pupuk Kalium Terhadap Peningkatan Produktivitas Akar dan Komponen Hasil Hanjeli (*Coix Lacryma Jobi* L.) Pada Lahan Kering Jatinangor. Tesis. Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Bandung.
- Naik, G. Mohan, P. Abhirami, dan N. Venkatachalapathy. 2020. Mung Bean. *Department of Food Engineering Journal, Indian Institute of Food Processing Technology*. p. 213-220. India.
- Nurhalimah, Siti., Sri Nurhatika dan Anton Muhibuddin. 2014. Eksplorasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Indigenous pada Tanah Regosol. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* Vol. 3, No.1 halaman 30-34.
- Nuryani, Eka., Gembong Haryono, dan Historiawati. 2019. Pengaruh Dosis dan Saat Pemberian Pupuk P Terhadap Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus Vulgaris*, L.) Tipe Tegak. *Vigor: Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika* volume 4 nomor 1 halaman 14 – 17.
- Pamungkas, Djoko Heru. 2014. Pengaruh Lama dan Waktu Peneduhan Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau Varietas Camar. *Planta Tropika Journal of Agro Science* Vol 2 No 1.
- Prayogo, Yusmani., Marida Santi , Yudha Ika Bayu. 2020. Pengembangan teknologi pengendalian hama utama kacang hijau menggunakan biopestisida. *Jurnal Entomologi Indonesia* ISSN: 1829-7722 70. Malang.
- Pratiwi, Herdina dan A. A. Rahmiana. 2014. Efektivitas Cara Pengendalian Gulma Dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Kacang Tanah. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. Balitkabi, Malang.
- Pulungan, Ahmad Shafwan S. 2018. Tinjauan Ekologi Fungi Mikoriza Arbuskular. *Jurnal Biosains*. Vol 4, No 1 hal 17-22.
- Qosim WA., Nurmala, T., Irwan AW., dan Vanny T. 2014. Pengaruh interval waktu pemupukan dan dosis pupuk NPK

- terhadap pertumbuhan dan komponen hasil tanaman hanjeli. *Jurnal Budidaya Tanaman Kultivasi*, 13(1): 6–14.
- Ronghai Hu, Elena Bournez, Shiyu Cheng, Jailan Jiang, Francoise Nerry. 2018. Estimating The Leaf Area of An Individual Tree In Urban Areas Using Terrestrial Laser Scanner And Path Length Distribution Model. *ISPRS Journal of Photogrammetry And Remote Sensing*. 144.P: 357-368.
- Setiawati, Tia., Mohamad Nurzaman, Asep Zainal Mutaqin and Guntur E. Adiwinata. 2015. Growth Improvement of Mung Bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek R.) by Application of Mycofer and Phosphate Fertilizer. *Proceeding of 5th International Seminar on New Paradigm and Innovation on Natural Science and Its Application (5th ISNPINSA)*. Page 32-37. Faculty of Sciences and Mathematics Diponegoro University.
- Sitompul, S.M. 2016. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Sumartini, Emerensiana Uge dan Yulianto Baliadi. 2020. Penyakit Utama Pada Tanaman Kedelai, Kacang Tanah Dan Kacang Hijau. ISBN : 978-602-5421-03-7. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang.
- Swanton, Clarence and Saeed Vazan. 2022. Influence of Agonomic Practices on the Persistence of Weed Seedbanks. *Persistence Strategies of Weeds*. Chapter 10. Canada.
- Trustinah , Rudi Iswanto, Ratri T. Hapsari , Novita Nugahaeni , Rudy Soehendi ,Titik Sundari , Suhartina , Febria C. Indriani , and Made J. Mejaya. 2021. Genetic Parameters for Determining Useful Parents in Mungbean(*Vigna radiata* (L.) Wilczek) Breeding for Early Maturity, SmallSeed Size, and High Seed Yield. *Scientifica* Volume 2021, Article ID 3910073, 7 pages.
- Utomo, Muhajir., Tengku Sabrina, Sudarsono, Jamalam Lumbanraja, Bujang Rusmana, dan Wawan. 2016. Ilmu Tanah, Dasar dasar dan Pengelolaan. Prenada Media Gup. Jakarta.
- Wahid, Fazli., Muhammad Sharif,Shah Fahad,Muhammad Adnan,Imtiaz Ali Khan,and Emre Aksoy. 2019. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Improve The Growth And Phosphorus Uptake Of Mung Bean Plants Fertilized With Composted Rock Phosphate Fed Dung In Alkaline Soil Environment. *Journal of Plant Nutrition*. Vol 42:15.
- Wahyudin A, Nurmala T, dan R.D. Rahmawati. 2016. Pengaruh Dosis Pupuk Fosfor dan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L) pada Ultisol Jatiningor. *Jurnal Kultivasi* vol.14: 2. Universitas Pajajaran.
- Widiati, Bibiana Rini., Nining Haerani dan Mulyadi Mulkikram. 2018. Pertumbuhan Dan Produksi Kacang Hijau Dengan Pemanfaatan Mikoriza Vesikular Arbuskular. *Jurnal AgoPlantae*.
- Yadi, Rama Julkarnaen. 2020. Pengaruh Pupuk Fosfat dan Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskular Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Hitam (*Glycine soja*) varietas Mutiara-2. Tesis. UGJ.
- Zhao, Tianyao., Xiao Meng, Chen Chen, Lixia Wang, Xuzhen Cheng and Wentong Xue. 2022. Agronomic Traits, Fresh Food Processing Characteristics and Sensory Quality of 26 Mung Bean (*Vigna radiata* L.) in China. *Foods* 2022, 11, 1687.