

Pengaruh Pemberian Pupuk Kalium Dan Pupuk Organik Cair Sabut Kelapa Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L.)

Rahmadani Nasution¹, Muhammad Idris², Khairunnisa³

^{1,2,3} Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
e-mail: rd115163@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya permintaan kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) yang tidak diimbangi dengan peningkatan produksi, sebagaimana ditunjukkan oleh penurunan hasil di Sumatera Utara dalam beberapa tahun terakhir. Upaya peningkatan produktivitas perlu dilakukan melalui penerapan teknik budidaya yang tepat, khususnya dalam pengelolaan pemupukan yang efisien dan berkelanjutan. Penelitian ini dirancang dengan tujuan untuk menentukan takaran dosis pupuk kalium yang paling optimal, konsentrasi pupuk organik cair (POC) sabut kelapa yang paling efektif, serta menelaah pengaruh yang dihasilkan dari interaksi antara kedua faktor perlakuan tersebut terhadap perkembangan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kacang panjang. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah percobaan lapangan dengan menggunakan desain Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri atas dua faktor perlakuan utama, yakni konsentrasi POC sabut kelapa dan takaran dosis pupuk kalium yang diaplikasikan. Variabel pengamatan yang diukur dan dianalisis mencakup tinggi tanaman, total luas daun, laju pertumbuhan relatif (LPR), laju asimilasi bersih (LAB), serta kandungan kadar klorofil daun. Seluruh data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA dan apabila terdapat perbedaan yang nyata, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian mengungkapkan bahwa pengaplikasian POC sabut kelapa dan pupuk kalium memberikan pengaruh yang nyata terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan yang diamati, dengan kombinasi perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan S2K1, yakni POC dengan konsentrasi 150 ml per liter air dan pupuk kalium dengan dosis 3 gram per polybag. Kombinasi ini mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis dan akumulasi biomassa secara optimal. Meskipun demikian, kadar klorofil tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Secara keseluruhan, keseimbangan dosis pemupukan menjadi faktor utama dalam mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Kacang Panjang, Pupuk Kalium, POC Sabut Kelapa, Pertumbuhan Tanaman, Fotosintesis

Abstract

*This research was motivated by the high demand for long beans (*Vigna sinensis* L.) that was not accompanied by a corresponding increase in production, as evidenced by the declining yields recorded in North Sumatra over recent years. Efforts to improve productivity need to be carried out through the application of appropriate cultivation techniques, particularly in the management of efficient and sustainable fertilization practices. This study was designed with the aim of determining the most optimal dosage of potassium fertilizer, the most effective concentration of liquid organic fertilizer (LOF) derived from coconut husk, as well as examining the influence generated from the interaction between these two treatment factors on the growth development and productivity of long bean plants. The method applied in this research was a field experiment using a Factorial Randomized Block Design (RBD) consisting of two main treatment factors, namely the concentration of coconut husk LOF and the dosage of potassium fertilizer applied. The observation variables measured and analyzed included plant height, total leaf area, relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), and leaf chlorophyll content. All data obtained were statistically analyzed using ANOVA, and where significant differences were found, the analysis was continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT). The research findings revealed that the application of coconut husk LOF and potassium fertilizer provided a significant influence on most of the growth parameters observed, with the best treatment combination obtained at S2K1, namely LOF at a concentration of 150 ml per liter of water and potassium fertilizer at a dose of 3 grams per polybag. This combination was able to enhance photosynthetic efficiency and biomass accumulation optimally. Nevertheless, chlorophyll content did not show any significant differences among treatments. Overall, the balance of fertilization dosage proved to be the primary factor in supporting optimal and sustainable plant growth.*

Keywords : Yardlong Bean, Potassium Fertilizer, Coconut Coir Liquid Organic Fertilizer, Plant Growth, Photosynthesis

LATAR BELAKANG

Kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) merupakan salah satu tanaman dari famili leguminosa yang memiliki kemampuan adaptasi yang sangat luas, sehingga mampu tumbuh dan berkembang secara optimal pada berbagai kondisi ketinggian tempat, baik di wilayah dataran rendah maupun dataran tinggi. Tanaman ini mengandung berbagai nutrisi penting seperti protein, karbohidrat, lemak nabati, vitamin, serta mineral. Tingginya kebutuhan dan minat konsumsi masyarakat menjadikan kacang panjang sebagai salah satu komoditas sayuran dengan permintaan pasar yang cukup besar (Ilmam & Bambang, 2023).

Data dari Badan Pusat Statistik Sumatera Utara menunjukkan adanya penurunan produksi kacang panjang dalam dua tahun terakhir, dari 28.386 ton pada 2021 menjadi 26.333 ton pada 2022. Penurunan ini menandakan bahwa ketersediaan belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan. Oleh sebab itu, upaya peningkatan produksi menjadi penting

seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang mendorong kenaikan kebutuhan pangan nasional.

Pertumbuhan kacang panjang sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama ketersediaan air yang memadai (Supandji et al., 2021). Tanaman ini memiliki manfaat ganda, yakni sebagai sayuran polong dan juga dimanfaatkan bagian pucuknya sebagai sayuran daun. Untuk meningkatkan hasil, penerapan teknik budidaya yang tepat terutama pemupukan dengan jenis dan dosis yang sesuai menjadi aspek penting yang harus diperhatikan. Efektivitas pemupukan perlu disesuaikan dengan kondisi lingkungan serta kebutuhan hara pada tiap fase pertumbuhan. Selain itu, iklim dan sifat tanah juga berperan besar dalam menentukan produktivitas, di mana tanah yang gembur sangat mendukung perkembangan akar dan penyerapan nutrisi secara optimal (Hermawan et al., 2015).

Secara umum, pupuk terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu organik dan anorganik. Aplikasi pupuk anorganik yang dilakukan secara berlebihan dan berkelanjutan berpotensi menimbulkan berbagai dampak yang merugikan bagi keseimbangan ekosistem pertanian., baik terhadap tanaman maupun terhadap kualitas tanah dari aspek fisik, kimia, dan biologi. Hal ini berpotensi menurunkan kesuburan lahan, mengurangi hasil produksi, serta menimbulkan residu yang merusak lingkungan. Atas dasar pertimbangan tersebut, sistem pertanian modern dewasa ini semakin mendorong penerapan penggunaan pupuk anorganik secara lebih selektif dan terukur, yang diintegrasikan dengan pupuk organik sebagai solusi pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berorientasi pada keberlanjutan jangka panjang (Sebastian, 2019).

Pupuk organik sejak lama telah menjadi andalan para petani sebagai bahan pemupukan dasar, mengingat kemampuannya yang teruji dalam meningkatkan dan menjaga kualitas tanah, sekaligus dapat dihasilkan secara mandiri dengan biaya produksi yang relatif ekonomis dan terjangkau. Salah satu bahan yang kini banyak digunakan adalah sabut kelapa, yang memiliki potensi sebagai bahan baku pupuk organik cair. Limbah ini mengandung unsur hara cukup tinggi, terutama kalium, serta diperkaya dengan berbagai unsur hara makro maupun mikro yang berperan penting dalam menunjang dan mengoptimalkan proses pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Nursayuti, 2023).

Temuan yang diperoleh dari penelitian Nursayuti (2023) mengungkapkan bahwa aplikasi pupuk organik cair yang diformulasikan dari bahan dasar sabut kelapa memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan tinggi tanaman. Selaras dengan itu, Ikhsan (2020) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik cair sabut kelapa dengan konsentrasi 30 ml per liter air merupakan dosis yang paling efektif untuk menunjang pertumbuhan jagung manis.

Gunawan (2019) menyatakan bahwa penggunaan pupuk organik cair dari sabut kelapa berpengaruh signifikan terhadap berbagai parameter produksi melon, seperti umur berbunga, diameter dan bobot buah, serta ketebalan daging, dengan dosis optimum 75 ml per tanaman. Pada tanaman kentang kecil, Aplikasi pupuk dengan konsentrasi berkisar antara 5% hingga 20% juga terbukti secara nyata mampu mendorong peningkatan pertumbuhan vegetatif maupun hasil produksi tanaman, yang tercermin dari bertambahnya tinggi tanaman, jumlah daun dan cabang, bobot tajuk dan akar, serta peningkatan jumlah

umbi yang dihasilkan. Namun, konsentrasi 5% dinilai paling efisien karena memberikan hasil yang sebanding dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

Kerontokan bunga pada tanaman erat kaitannya dengan kecukupan unsur hara kalium. Pemberian pupuk kalium menjadi langkah efektif untuk mengatasinya karena unsur ini membantu memperkuat jaringan tanaman sehingga bunga, buah, dan daun tidak mudah rontok. Di samping itu, kalium juga memegang peranan penting dalam proses pembentukan protein dan karbohidrat di dalam jaringan tanaman, sekaligus berkontribusi dalam memperkuat daya tahan tanaman ketika menghadapi kondisi cekaman kekeringan (Nurwanto et al., 2017).

Hasil kajian yang dilakukan oleh Nurwanto et al. (2017) mengungkapkan bahwa pengaplikasian pupuk kalium dengan takaran 2,7 g per polybag mampu menghasilkan performa pertumbuhan yang paling optimal pada berbagai parameter yang diamati., seperti jumlah bunga gugur, bunga menjadi buah, jumlah dan bobot buah, serta jumlah cabang. Sejalan dengan itu, Temuan yang dilaporkan oleh Mulatsih et al. (2023) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kalium memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap berbagai aspek pertumbuhan dan produktivitas tanaman selada, yang meliputi perkembangan tinggi tanaman, penambahan jumlah daun, serta optimalisasi perkembangan sistem perakaran tanaman. Dosis KCl sebesar 100 kg/ha atau setara 75 g/polibag dinilai paling optimal dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi selada.

Penggunaan pupuk organik yang dipadukan dengan pupuk kimia menjadi strategi efektif untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik sekaligus mendukung peralihan menuju sistem pertanian organik. Kombinasi ini mampu menjaga kualitas tanah dari segi fisik, kimia, dan biologi, serta meningkatkan produktivitas tanaman dan efisiensi penggunaan input pertanian.

Hasil penelitian Nursida dan Yulianti (2021) menunjukkan bahwa kombinasi pupuk KCl 75 kg/ha dengan pupuk organik cair sabut kelapa berkonsentrasi 30 ml/l memberikan pengaruh nyata berdasarkan analisis sidik ragam pada berbagai tingkat pengurangan dosis KCl. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pupuk organik cair berbahan dasar sabut kelapa berpotensi besar untuk dijadikan sebagai alternatif pengganti sebagian kebutuhan pupuk KCl dalam sistem pemupukan tanaman, sehingga penggunaan pupuk anorganik dapat dikurangi tanpa menurunkan produktivitas tanaman secara signifikan.

Namun demikian, informasi terkait dosis dan konsentrasi yang paling efektif khususnya pada tanaman kacang panjang masih belum dikaji secara mendalam. Hal ini memunculkan beberapa pertanyaan mendasar yang perlu dijawab melalui penelitian, yakni berapa dosis pupuk kalium yang paling optimal, konsentrasi pupuk organik cair sabut kelapa yang paling efektif, sekaligus mengkaji sejauh mana pengaruh yang dihasilkan dari keterkaitan antara kedua faktor perlakuan yang diujikan terhadap perkembangan pertumbuhan dan capaian hasil produksi tanaman kacang panjang selama masa budidaya berlangsung.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis pupuk kalium yang paling efektif, mengidentifikasi konsentrasi pupuk organik cair sabut kelapa yang optimal, sekaligus menelaah pengaruh yang ditimbulkan dari kombinasi kedua faktor perlakuan tersebut secara

bersamaan terhadap perkembangan pertumbuhan dan capaian produktivitas tanaman kacang panjang yang dibudidayakan.

Berlandaskan uraian latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini dirancang dan dilaksanakan dengan tujuan untuk mengkaji secara lebih mendalam mengenai respons pertumbuhan vegetatif dan capaian hasil produksi tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) terhadap aplikasi pupuk kalium dan pupuk organik cair berbahan dasar sabut kelapa, sebagai kontribusi dalam pengembangan teknik budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini merupakan percobaan yang dilaksanakan secara langsung di lapangan dengan menerapkan desain Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang melibatkan dua faktor perlakuan utama, yakni konsentrasi pupuk organik cair (POC) berbahan dasar sabut kelapa dan takaran dosis pupuk kalium yang diaplikasikan. Pelaksanaan penelitian berlangsung pada Agustus–September 2024 di Tuntungan II, Kabupaten Deli Serdang, serta didukung oleh analisis laboratorium di UINSU dan USU. Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung di lapangan terhadap pertumbuhan tanaman kacang panjang pada setiap kombinasi perlakuan. Variabel pengamatan yang diukur dan dianalisis dalam penelitian ini mencakup tinggi tanaman, total luas daun, laju pertumbuhan relatif (LPR), serta laju asimilasi bersih (LAB), serta kadar klorofil. Pengukuran dilakukan secara berkala menggunakan alat ukur standar, sedangkan analisis klorofil dilakukan di laboratorium dengan spektrofotometer UV-Vis.

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari dua jenis data, yakni data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui serangkaian pengukuran yang dilakukan secara langsung di lapangan maupun di laboratorium terhadap berbagai parameter pertumbuhan dan fisiologi tanaman yang telah ditetapkan sebelumnya, sedangkan data sekunder bersumber dari literatur ilmiah seperti jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar teori dan pendukung pembahasan. Bahan yang digunakan meliputi benih kacang panjang, pupuk kalium, serta bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk organik cair berbahan dasar sabut kelapa, yang meliputi sabut kelapa sebagai bahan utama, larutan EM-4 sebagai dekomposer, gula merah sebagai sumber energi bagi mikroorganisme, dan air sebagai pelarut.. Adapun alat yang digunakan antara lain cangkul, polybag, timbangan, serta perlengkapan laboratorium untuk menunjang proses pengukuran dan analisis.

Proses pengumpulan data dilaksanakan melalui serangkaian tahapan yang terstruktur dan berkesinambungan, diawali dari persiapan media tanam, pelaksanaan penanaman, pengaplikasian perlakuan, kegiatan pemeliharaan tanaman, hingga pencatatan dan pengukuran terhadap seluruh parameter yang telah ditetapkan sebelumnya.. Pupuk organik cair sabut kelapa dibuat melalui proses fermentasi selama dua minggu, kemudian diaplikasikan sesuai konsentrasi perlakuan, sedangkan pupuk kalium diberikan berdasarkan dosis pada fase pertumbuhan tertentu. Data pertumbuhan dikumpulkan secara berkala sesuai fase vegetatif tanaman, sementara data fisiologis seperti kandungan klorofil dianalisis

di laboratorium menggunakan metode spektrofotometri. Seluruh proses dilakukan secara terstandar untuk menjamin keakuratan, validitas, dan konsistensi data penelitian.

Analisis data dilakukan menggunakan analisis varians (ANOVA) berdasarkan model Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial untuk menguji pengaruh masing-masing perlakuan serta interaksi keduanya terhadap parameter yang diamati, dengan model

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Apabila hasil uji ANOVA mengindikasikan adanya perbedaan yang nyata dan signifikan antar perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda menggunakan metode Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan yang telah ditentukan, guna memperoleh gambaran yang lebih rinci mengenai perbedaan yang terjadi di antara masing-masing perlakuan. Keseluruhan proses pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak SPSS versi 26, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat lebih akurat, valid, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

HASIL DAN PEMBASAN

Hasil Penelitian

Respons Pertumbuhan Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.) terhadap Aplikasi Berbagai Dosis Pupuk Kalium.

a. Tinggi Tanaman

Hasil uji ANOVA yang telah dilaksanakan mengungkapkan bahwa aplikasi pupuk kalium memberikan pengaruh yang nyata dan signifikan terhadap perkembangan tinggi tanaman pada pengamatan 2, 3, dan 4 minggu setelah tanam (MST). Nilai rata-rata tinggi tanaman kacang panjang sebagai respons terhadap berbagai dosis pupuk kalium pada periode umur 2 hingga 4 MST dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Tinggi Tanaman Kacang Panjang Terhadap Pemberian Pupuk Kalium

Perlakuan	Waktu Pengamatan		
	2 MST	3 MST	4 MST
POC Sabut Kelapa	<i>P</i> (0,252)	<i>P</i> (0,000)	<i>P</i> (0,000)
S0 (0 ml)	24.6	90.77 ^c	147.11 ^c
S1 (75 ml)	25.7	110.66 ^b	190.00 ^b
S2 (150 ml)	26.5	119.55 ^a	212.77 ^a
Pupuk Kalium	<i>P</i> (0,037)	<i>P</i> (0,000)	<i>P</i> (0,000)
K0 (0 gr)	24.1 ^b	103.44 ^c	174.33 ^c
K1 (3 gr)	25.66 ^{ab}	110.33 ^a	194.66 ^a

K2 (6 gr)	27.22 ^a	107.22 ^b	180.88 ^b
Kombinasi POC Sabut Kelapa dan Pupuk Kalium	P (0,049)	P (0,001)	P (0,000)
S0K0	20.6 ^c	83.00 ^e	134.00 ^f
S0K1	24.3 ^{bc}	92.33 ^d	157.33 ^e
S0K2	29.0 ^a	97.00 ^d	150.00 ^e
S1K0	25.0 ^{ab}	109.33 ^c	185.33 ^d
S1K1	26.0 ^{ab}	116.00 ^b	193.66 ^{cd}
S1K2	26.3 ^{ab}	106.66 ^c	191.00 ^d
S2K0	26.6 ^{ab}	118.00 ^{ab}	203.66 ^b
S2K1	26.6 ^{ab}	122.66 ^a	233.00 ^a
S2K2	26.3 ^{ab}	118.00 ^{ab}	201.66 ^{bc}

b. Total Luas Daun

Data Pengamatan menunjukkan bahwa pengaruh pemberian POC dan kalium serta Kombinasinya total luas daun kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) 5 MST dapat dilihat pada Lampiran 6. Berdasarkan hasil uji ANOVA yang telah dilaksanakan, diperoleh informasi bahwa pengaplikasian pupuk kalium memberikan pengaruh yang nyata dan signifikan terhadap total luas daun tanaman kacang panjang pada periode pengamatan 5 minggu setelah tanam (MST).. Rataan tinggi tanaman akibat pemberian kalium umur 5 MST disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 2. Rataan Total Luas Daun Kacang Panjang 5 MST Terhadap Pemberian Kalium

Perlakuan	<u>Waktu Pengamatan</u>
	5 MST
POC Sabut Kelapa	P (0,001)
S0 (0 ml)	1.26 ^c
S1 (75 ml)	1.96 ^b
S2 (150 ml)	2.23 ^a
Pupuk Kalium	P (0,001)
K0 (0 gr)	1.43 ^c
K1 (3 gr)	1.95 ^b
K2 (6 gr)	2.06 ^a

Kombinasi POC Sabut Kelapa dan Pupuk Kalium	<i>P</i> (0,001)
S0K0	0.82 ^l
S0K1	1.43 ^h
S0K2	1.53 ^g
S1K0	1.65 ^f
S1K1	1.94 ^d
S1K2	2.28 ^c
S2K0	1.83 ^e
S2K1	2.49 ^a
S2K2	2.37 ^b

c. Laju Pertumbuhan Relatif (LPR)

Dari data hasil pengamatan pemberian POC sabut kelapa, Kalium maupun Kombinasi POC sabut kelapa dan Pemberian pupuk kalium terbukti memberikan pengaruh yang nyata dan signifikan terhadap nilai laju pertumbuhan relatif (LPR) tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) pada seluruh periode pengamatan, yakni dari minggu ke-2 hingga minggu ke-5 setelah tanam (MST). Rataan laju pertumbuhan relatif terhadap tanaman kacang panjang akibat pemberian kalium umur disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Laju Pertumbuhan Relatif Tanaman Kacang Panjang 2-5 MST Terhadap Pemberian Kalium

Perlakuan	Waktu Pengamatan		
	3-2 MST	4-3 MST	5-4 MST
POC Sabut Kelapa	<i>P</i> (0,000)	<i>P</i> (0,000)	<i>P</i> (0,000)
S0 (0 ml)	0.03 ^c	0.06 ^c	0.09 ^c
S1 (75 ml)	0.17 ^b	0.16 ^b	0.21 ^b
S2 (150 ml)	0.21 ^a	0.22 ^a	0.24 ^a
Pupuk Kalium	<i>P</i> (0,000)	<i>P</i> (0,000)	<i>P</i> (0,000)
K0 (0 gram)	0.10 ^c	0.10 ^c	0.15 ^c
K1 (3 gram)	0.16 ^a	0.18 ^a	0.20 ^a
K2 (6 gram)	0.13 ^b	0.16 ^b	0.19 ^b
Kombinasi POC Sabut Kelapa dan Kalium	<i>P</i> (0,003)	<i>P</i> (0,000)	<i>P</i> (0,000)

S0K0	0.002 ^f	0.01 ^f	0.06 ^f
S0K1	0.068 ^e	0.05 ^e	0.09 ^e
S0K2	0.022 ^f	0.11 ^d	0.12 ^d
S1K0	0.151 ^d	0.15 ^d	0.18 ^c
S1K1	0.176 ^{cd}	0.16 ^{bc}	0.20 ^c
S1K2	0.183 ^{bc}	0.17 ^{bc}	0.25 ^b
S2K0	0.158 ^{cd}	0.15 ^{cd}	0.19 ^c
S2K1	0.265 ^a	0.32 ^a	0.32 ^a
S2K2	0.209 ^b	0.18 ^b	0.20 ^c

d. Laju Asimilasi Bersih

Data Pengamatan dan hasil Anova pengaruh pemberian POC sabut kelapa, kalium maupun kombinasi dari POC sabut kelapa dan pupuk Kalium terhadap Laju asimilasi bersih (LAB) tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) pada 2-5 MST dapat dilihat pada Lampiran 10-12. Hasil uji ANOVA yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa pengaplikasian pupuk kalium memberikan pengaruh yang nyata dan signifikan terhadap nilai laju asimilasi bersih (LAB) tanaman kacang panjang. Adapun nilai rata-ran laju asimilasi bersih tanaman kacang panjang sebagai respons terhadap pemberian berbagai dosis pupuk kalium pada periode pengamatan 2 MST dan 4 MST disajikan secara lengkap pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Laju Asimilasi Bersih Tanaman Kacang Panjang 2-5 MST Terhadap Pemberian Kalium

Perlakuan	Waktu Pengamatan		
	3-2 MST	4-3 MST	5-4 MST
POCSabut Kelapa	P (0,000)	P (0,000)	P (0,000)
S0 (0 ml)	0.0007 ^c	0.06 ^c	0.09 ^c
S1 (75 ml)	0.0020 ^b	0.16 ^b	0.21 ^b
S2 (150 ml)	0.0025 ^a	0.22 ^a	0.24 ^a
Pupuk Kalium	P (0,000)	P (0,000)	P (0,000)
K0 (0 gr)	0.0012 ^c	0.10 ^c	0.15 ^c
K1 (3 gr)	0.0020 ^b	0.18 ^a	0.20 ^a
K2 (6 gr)	0.0021 ^a	0.16 ^b	0.19 ^b
Kombinasi POC Sabut Kelapa dan Pupuk Kalium	P (0,000)	P (0,000)	P (0,000)
S0K0	0.0002 ⁱ	0.0005 ^g	0.0005 ^g
S0K1	0.0007 ^h	0.0012 ^f	0.0012 ^{fg}

S0K2	0.0012 ^g	0.0022 ^e	0.0014 ^f
S1K0	0.0015 ^f	0.0040 ^{cd}	0.0022 ^e
S1K1	0.0021 ^d	0.0044 ^c	0.0032 ^d
S1K2	0.0024 ^c	0.0051 ^b	0.0040 ^c
S2K0	0.0019 ^e	0.0036 ^d	0.0024 ^e
S2K1	0.0031 ^a	0.0060 ^a	0.0082 ^a
S2K2	0.0027 ^b	0.0053 ^b	0.0070 ^b

e. Kadar Klorofil

Data pengamatan dan hasil Anova pengaruh pemberian POC sabut kelapa, kalium maupun kombinasi POC sabut kelapa dan pupuk kalium terhadap kadar klorofil daun tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) pada 6 MST pengamatan dapat dilihat pada lampiran 12-14. Hasil uji ANOVA yang telah dilaksanakan mengungkapkan bahwa pengaplikasian pupuk kalium tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar klorofil daun tanaman kacang panjang. Nilai rata-rata kadar klorofil daun tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) sebagai respons terhadap pemberian berbagai dosis pupuk kalium pada pengamatan 6 minggu setelah tanam (MST) disajikan secara lengkap pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Klorofil A, B, Dan Total Daun Tanaman Kacang Panjang 6 MST Terhadap Pemberian Kalium

Perlakuan	Waktu Pengamatan		
	a	b	Total
POC Sabut Kelapa	P (0,486)	P (0,463)	P (0,607)
S0 (0 ml)	1.26	2.38	26.08
S1 (75 ml)	1.34	2.51	27.30
S2 (150 ml)	1.44	2.6	29.11
Pupuk Kalium	P (0,220)	P (0,804)	P (0,270)
K0 (0 gr)	1.35	2.58	27.40
K1 (3 gr)	1.48	2.44	30.07
K2 (6 gr)	1.22	2.51	25.02
Kombinasi POC Sabut Kelapa dan Kalium	P (0,726)	P (0,988)	P (0,650)
S0K0	1.21	2.46	24.64
S0K1	1.38	2.27	28.09
S0K2	1.19	2.42	25.52
S1K0	1.46	2.59	29.71

S1K1	1.70	2.41	34.48
S1K2	1.16	2.54	23.15
S2K0	1.37	2.67	27.85
S2K1	1.36	2.65	27.66
S2K2	1.30	2.57	26.40

PEMBAHASAN

a. Pengaruh POC Sabut Kelapa Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Panjang

Aplikasi pupuk organik cair (POC) yang diformulasikan dari bahan dasar sabut kelapa terbukti secara nyata mampu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perkembangan pertumbuhan tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.), khususnya pada fase pertumbuhan vegetatif. Perlakuan dengan konsentrasi tertinggi, yakni S2 sebesar 150 ml per liter air, secara konsisten menunjukkan capaian hasil yang paling optimal pada berbagai parameter pertumbuhan yang diamati, meliputi tinggi tanaman, total luas daun, laju pertumbuhan relatif (LPR), serta laju asimilasi bersih (LAB). Pada awal pertumbuhan (2 MST), pengaruh POC belum terlihat signifikan karena tanaman masih memanfaatkan cadangan nutrisi dari benih dan media tanam. Namun, memasuki umur 3–4 MST, pengaruhnya mulai tampak jelas, yang mengindikasikan bahwa kandungan unsur hara yang terdapat dalam POC sabut kelapa telah berhasil tersedia dalam bentuk yang dapat dimanfaatkan dan diserap secara efektif oleh sistem perakaran tanaman.

Efektivitas pupuk organik cair (POC) berbahan sabut kelapa dari sudut pandang fisiologis tidak dapat dipisahkan dari keberadaan kandungan unsur hara makro yang dimilikinya, meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta berbagai unsur hara mikro yang turut memegang peranan penting dalam mendukung kelangsungan proses metabolisme tanaman secara optimal. Nitrogen berperan krusial dalam proses pembentukan klorofil serta menunjang keberlangsungan pertumbuhan vegetatif tanaman, sementara fosfor berkontribusi dalam mendukung proses transfer energi melalui pembentukan ATP yang sangat diperlukan dalam pembelahan sel. Adapun kalium berfungsi dalam mengaktifkan berbagai enzim metabolisme, mengatur mekanisme membuka dan menutupnya stomata, serta meningkatkan efisiensi proses fotosintesis secara keseluruhan. Di samping kandungan unsur hara tersebut, keberadaan bahan organik dalam POC sabut kelapa juga memberikan kontribusi nyata dalam memperbaiki berbagai sifat tanah secara menyeluruh, baik dari aspek fisik, kimia, maupun biologis. Perbaikan tersebut mencakup peningkatan struktur tanah, optimalisasi kapasitas tukar kation, serta peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam proses mineralisasi unsur hara, sehingga ketersediaan dan kemudahan penyerapan unsur hara oleh tanaman menjadi lebih optimal dan efisien.

Peningkatan luas daun serta nilai LPR dan LAB pada perlakuan S2 menunjukkan bahwa POC sabut kelapa mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis dan akumulasi biomassa tanaman. Tingginya kandungan kalium dalam POC sabut kelapa berperan penting dalam memperlancar proses distribusi dan translokasi hasil fotosintesis ke seluruh bagian jaringan tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman dapat berlangsung secara lebih optimal dan merata di setiap organnya. Dengan demikian, pengaplikasian POC sabut kelapa pada

konsentrasi yang tepat dan terukur tidak hanya berkontribusi dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman, tetapi juga mampu mendukung kelangsungan berbagai proses fisiologis tanaman secara menyeluruh dan berkelanjutan, sehingga menjadikannya sebagai alternatif pemupukan yang efektif sekaligus ramah lingkungan dalam sistem budidaya tanaman kacang panjang.

b. Pengaruh Pupuk Kalium

Pupuk kalium (K) memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan kacang panjang, terutama pada fase vegetatif hingga awal generatif. Perlakuan K1 dengan takaran 3 gram per polybag secara konsisten menghasilkan capaian yang paling optimal pada seluruh parameter pertumbuhan yang diamati, meliputi tinggi tanaman, total luas daun, laju pertumbuhan relatif (LPR), dan laju asimilasi bersih (LAB). Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan kalium pada dosis tersebut terbukti efektif dalam menstimulasi proses pembelahan dan pemanjangan sel tanaman, sehingga secara keseluruhan laju pertumbuhan tanaman kacang panjang dapat meningkat secara signifikan dan optimal., khususnya pada umur 3–4 MST (Gardner et al., 1991). Selain itu, kalium juga membantu memperkuat batang melalui peningkatan jaringan sklerenkim, sehingga struktur tanaman menjadi lebih kuat, kokoh, dan memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap risiko rebah (Pratiwa, 2014).

Ditinjau dari aspek fisiologis, kalium merupakan salah satu unsur hara esensial yang memegang peranan vital sebagai pengaktif berbagai enzim yang terlibat langsung dalam serangkaian proses metabolisme yang berlangsung di dalam tubuh tanaman. Unsur ini berperan penting dalam pengaturan tekanan turgor sel, mekanisme buka-tutup stomata, serta peningkatan efisiensi fotosintesis. Ketersediaan kalium yang cukup memungkinkan penyerapan air dan hara berlangsung lebih optimal, sehingga pembentukan fotosintat menjadi lebih efektif (Lakitan, 2011). Selain itu, kalium juga mendukung proses translokasi karbohidrat dari daun ke bagian lain seperti batang dan akar, yang berkontribusi terhadap peningkatan biomassa tanaman (Salisbury & Ross, 1995). Hal ini tercermin dari meningkatnya nilai LPR dan LAB pada pemberian dosis kalium yang tepat.

Meskipun kalium berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian dosis tinggi (K2 = 6 gram/polybag) tidak selalu memberikan hasil yang lebih baik. Hal ini disebabkan sifat kalium yang mudah larut sehingga rentan tercuci, sehingga efisiensi penyerapannya menurun ketika diberikan secara berlebihan (Ferdiansyah, 2022). Selain itu, kelebihan kalium dalam tanah berpotensi mengganggu keseimbangan dan ketersediaan unsur hara lainnya, khususnya magnesium (Mg) dan kalsium (Ca), yang pada akhirnya dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, yang berdampak pada terganggunya proses metabolisme tanaman (Lakitan, 2011). Dengan demikian, pemupukan kalium perlu dilakukan secara tepat dosis agar mampu mendukung pertumbuhan tanaman kacang panjang secara optimal.

c. Interaksi POC Dan Kalium

Temuan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan mengungkapkan bahwa pengaplikasian kombinasi antara POC sabut kelapa dan pupuk kalium secara bersamaan memberikan pengaruh yang nyata dan signifikan terhadap berbagai aspek pertumbuhan

tanaman kacang panjang, terutama yang tercermin pada parameter tinggi tanaman, total luas daun, laju pertumbuhan relatif (LPR), serta laju asimilasi bersih (LAB). Perlakuan S2K1 (POC 150 ml + kalium 3 gram) secara konsisten menghasilkan nilai tertinggi, yang mengindikasikan adanya interaksi sinergis antara kedua sumber hara tersebut. Sinergi ini terjadi karena POC menyediakan unsur hara secara bertahap sekaligus memperbaiki kondisi tanah, sementara kalium langsung tersedia untuk memenuhi kebutuhan tanaman, sehingga pertumbuhan berlangsung lebih optimal dan seimbang (Gomez & Gomez, 1984).

Secara fisiologis, perpaduan POC sabut kelapa dan pupuk kalium mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis serta mempercepat akumulasi biomassa tanaman. POC sabut kelapa berperan dalam menyediakan berbagai unsur hara makro maupun mikro yang sangat dibutuhkan oleh tanaman dalam proses pembentukan dan pengembangan jaringan-jaringan baru selama pertumbuhan berlangsung, sedangkan kalium berperan dalam aktivasi enzim, pengaturan stomata, dan distribusi hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman. Keseimbangan hara dari kombinasi tersebut mendorong proses pembelahan dan pembesaran sel berlangsung lebih efektif, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal. Namun demikian, hasil terbaik tidak selalu dicapai pada dosis tertinggi, melainkan pada dosis yang seimbang, karena kelebihan kalium dapat mengganggu penyerapan unsur hara lain dan menurunkan efisiensi metabolisme tanaman (Lakitan, 2011).

d. Laju Pertumbuhan Relatif dan Laju Asimilasi Bersih

Laju Pertumbuhan Relatif (LPR) dan Laju Asimilasi Bersih (LAB) merupakan parameter fisiologis penting untuk menilai efisiensi pertumbuhan kacang panjang. LPR menunjukkan kemampuan tanaman dalam menambah biomassa relatif terhadap bobot awal dalam periode tertentu, sementara LAB mencerminkan kapasitas dan kemampuan daun dalam memproduksi bahan kering sebagai hasil dari proses fotosintesis yang berlangsung per satuan luas daun dalam kurun waktu tertentu (Bambang Guritno, 1995; Gardner et al., 1991). Peningkatan nilai LPR dan LAB pada perlakuan tertentu menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara yang optimal, terutama dari kombinasi POC sabut kelapa dan pupuk kalium, mampu meningkatkan aktivitas fotosintesis dan akumulasi biomassa tanaman. Kondisi ini mempercepat pembentukan jaringan tanaman sehingga berdampak positif terhadap pertumbuhan dan hasil produksi (Rahmah, 2014).

e. Kadar Klorofil

Kadar klorofil merupakan indikator penting dalam menilai kemampuan fotosintesis tanaman karena berfungsi sebagai pigmen penangkap energi cahaya. Hasil pengujian secara statistik mengungkapkan bahwa aplikasi POC sabut kelapa, pupuk kalium, maupun kombinasi dari keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata dan signifikan terhadap kandungan klorofil a dalam jaringan daun tanaman kacang panjang, klorofil b, maupun total ($P > 0,05$). Namun secara deskriptif, perlakuan dengan konsentrasi POC tertinggi (S2) cenderung menunjukkan nilai klorofil lebih tinggi. Hal ini diduga terkait dengan ketersediaan unsur hara yang terkandung dalam POC sabut kelapa, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan magnesium (Mg), yang secara langsung berkontribusi dalam proses sintesis klorofil serta berperan dalam mendukung dan mengoptimalkan aktivitas fotosintesis tanaman (Lakitan, 2011).

Kalium berperan tidak langsung dalam pembentukan klorofil melalui pengaturan aktivitas fisiologis tanaman, seperti mekanisme buka-tutup stomata dan aktivasi enzim fotosintesis. Meskipun secara statistik tidak menunjukkan pengaruh nyata, keseimbangan hara dari kombinasi POC sabut kelapa dan kalium tetap mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis, yang tercermin pada parameter seperti laju asimilasi bersih (LAB). Peningkatan kandungan klorofil dalam jaringan daun akan memperkuat kapasitas daun dalam menangkap dan menyerap energi cahaya matahari secara lebih intensif, sehingga proses pembentukan fotosintat dapat berlangsung dengan lebih efisien dan optimal, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan akumulasi biomassa tanaman secara keseluruhan (Gardner et al., 1991). Dengan demikian, kadar klorofil tetap berperan penting dalam mendukung efisiensi fotosintesis dan pertumbuhan tanaman secara menyeluruh.

f. Sintesis Pembahasan

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa pengaplikasian pupuk organik cair (POC) berbahan dasar sabut kelapa yang dikombinasikan dengan pupuk kalium, baik secara terpisah maupun dikombinasikan, memberikan respons yang berbeda pada setiap parameter pertumbuhan kacang panjang. Peningkatan konsentrasi POC hingga batas tertentu mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif, yang terlihat dari naiknya tinggi tanaman, luas daun, LPR, dan LAB, seiring dengan peran unsur hara makro dan mikro dalam mendukung metabolisme dan pembentukan jaringan (Lakitan, 2011). Di sisi lain, pupuk kalium berperan dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis, aktivasi enzim, serta memperkuat struktur tanaman, sehingga memberikan hasil optimal apabila diaplikasikan dengan dosis yang tepat dan seimbang (Gardner et al., 1991).

Temuan penelitian mengindikasikan bahwa penggabungan antara POC sabut kelapa dan pupuk kalium secara bersamaan mampu menghasilkan capaian pertumbuhan yang jauh lebih optimal dibandingkan dengan pemberian masing-masing perlakuan secara terpisah, terutama pada perlakuan S2K1. Hal ini mencerminkan adanya interaksi sinergis yang meningkatkan ketersediaan dan penyerapan unsur hara oleh tanaman. Namun, tidak semua parameter memberikan respon signifikan, seperti kadar klorofil yang relatif stabil meskipun cenderung meningkat secara deskriptif. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa keseimbangan unsur hara menjadi kunci utama dalam mendukung pertumbuhan tanaman, karena ketidakseimbangan dapat menurunkan efisiensi fisiologis tanaman (Bambang Guritno, 1995).

KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil yang diperoleh, penelitian ini membuktikan bahwa pengaplikasian pupuk organik cair (POC) berbahan dasar sabut kelapa yang dipadukan dengan pupuk kalium memberikan dampak yang nyata terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) secara menyeluruh, baik secara tunggal maupun kombinasi, di mana konsentrasi POC 150 ml/liter air dan dosis kalium 3 gram/polybag memberikan hasil paling optimal, khususnya pada parameter tinggi tanaman, total luas daun, laju pertumbuhan relatif (LPR), dan laju asimilasi bersih (LAB), di mana kombinasi perlakuan S2K1 terbukti menghasilkan respons pertumbuhan yang paling optimal sebagai hasil dari adanya sinergi positif antara kedua faktor perlakuan dalam meningkatkan

ketersediaan unsur hara sekaligus mengoptimalkan efisiensi penyerapannya oleh tanaman, meskipun tidak semua parameter seperti kadar klorofil menunjukkan pengaruh signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa keseimbangan dosis pemupukan menjadi kunci utama keberhasilan pertumbuhan tanaman; oleh karena itu, disarankan kepada petani untuk menerapkan kombinasi dosis tersebut dalam budidaya kacang panjang, kepada peneliti selanjutnya untuk mengembangkan kajian pada fase generatif dan kondisi lingkungan yang berbeda, serta kepada penyuluh atau pemerintah untuk memanfaatkan hasil ini sebagai dasar edukasi pemupukan berimbang dan pemanfaatan pupuk organik guna mendukung pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini, N., Ariyanto, S. E., & Latief, M. I. (2022). Pengaruh Dosis Kompos Kotoran Sapi Dan Pupuk Kalium Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.). *Muria Jurnal Agroteknologi (MJ-Agroteknologi)*, 1(2), 22–27. <https://doi.org/10.24176/Mjagrotek.V1i2.8988>
- Atikah, R., Munifatul, I., & Sarjana, P. (2014). The Effect Of Liquid Organic Fertilizer Based On Vegetable Waste On The Growth Of Sweet Corn (*Zea Mays* L. Var. *Saccharata*). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 22(1), 65–71.
- Darmawan, M., Arifin, T. H., & Tangge, N. A. (2024). Pengaruh Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Ecofarm Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L.). *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 12(1), 55–62.
- Galla, E. A., Vonnisye, & Paembonan, A. A. (2018). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum Annuum*) Varietas Lokal Toraja Terhadap Pupuk Organik Cair Sabut Kelapa. *Agrosaint*, 9(1), 7–15.
- Gunawan, I. (2020). Alfikri, M. R., Guchi, H., & Hanafiah, A. S. (2018). Uji Infektivitas Dan Efektivitas *Rhizobia* Sp. Terhadap Tanaman Kedelai Di Rumah Kasa Pada Tanah Ultisol. *Jurnal Pertanian Tropik*, 5(1), 75–87. <https://doi.org/10.32734/Jpt.V5i1.31>
- Hermawan, A., Rochdiani, D., & Hardiyanto, T. (2022). Analisis Usahatani Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L.) Varietas Parade. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, 1(2), 77–82.
- Ilmam, H., Hidayat, S., & Guritno, B. (2023). Pengaruh Pupuk Nitrogen Dan Kalium Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L.). *Produksi Tanaman*, 11(4), 248–257. <https://doi.org/10.21776/Ub.Protan.2023.011.04.05>
- Irfan. (2013). Respon Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Terhadap Zat Pengatur Tumbuh Dan Unsur Hara. *Jurnal Agroteknologi*, 3(2).
- Janah, N., Apriani, R. R., & Sofyan, A. (2023). Pengaruh Pupuk Cair Limbah Tahu Dan Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Panjang. *Jurnal Pertanian Agroteknologi*, 11(2), 144–150.
- Khairi, A. (2018). Mengurangi Penggunaan Pupuk NPK Dan Pengaruhnya. *Jurnal Pertanian*.
- Lim, T. K. (2013). *Solanum Melongena*. In *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants* (Pp. 370–388). https://doi.org/10.1007/978-94-007-5628-1_43

- Novianto, N., Effendy, I., & Aminurohman, A. (2020). Growth Response And Yield Of Mustard Greens (*Brassica Juncea* L.) To Liquid Organic Fertilizer From Fermented Coconut Husk. *Agroteknika*, 3(1), 35–41.
- Oktavianti, A., Izzati, M., & Parman, S. (2017). Pengaruh Pupuk Kandang Dan NPK Mutiara Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Kacang Panjang. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*.
- Rahma, M. Y., & Masrury, S. (2021). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Mentimun Terhadap Pupuk Kandang Sapi Dan Pupuk Organik Cair Sabut Kelapa. *J-Plantasimbiosa*, 3(2), 56–66. <https://doi.org/10.25181/jplantasimbiosa.V3i2.2252>
- Rofi', A. I., & Pratiwi, A. (2023). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Ciplukan Dengan Pupuk Petroganik Dan POC Sabut Kelapa. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 948. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.V11i2.8057>
- Sebastian, B. (2019). Pengaruh Pupuk Organik Cair Sabut Kelapa Muda Dan Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Okra Hijau. *Jurnal Pertanian*.
- Sri Mulatsih, Asfaruddin, & Sudaryati. (2023). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Selada Pada Berbagai Dosis Pupuk. *Jurnal Pertanian*, 18(1), 26–35.
- Sukmasari, M. D., Gustiani, S., & Rahma, A. O. (2021). Kombinasi POC Sabut Kelapa Dan NPK Terhadap Pertumbuhan Cabai Merah. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Peternakan*, 9, 206–212.
- Supandji, S., Kustiani, E., & Purwanto, A. (2021). Pengaruh Pupuk NPK Phonska Terhadap Pertumbuhan Kacang Panjang. *Jurnal Agrinika*, 5(2), 161. <https://doi.org/10.30737/agrinika.V5i2.1947>
- Susanti Ningsih, S., & Sutresno, B. (2017). Respon Pupuk Kandang Sapi Dan NPK Terhadap Bibit Gaharu. *Jurnal Penelitian Pertanian BERNAS*, 13(1), 16–22.
- Susantidiana, & Aguzaen, H. (2015). Pemberian Pupuk Organik Cair Untuk Mengurangi Pupuk Anorganik Pada Kacang Tanah. *Jurnal Klorofil*, 10(1), 19–27.
- Triadiawarman, D., Aryanto, D., & Krisbiyantoro, J. (2022). Peran Unsur Hara Makro Terhadap Pertumbuhan Bawang Merah. *Agrifor*, 21(1), 27. <https://doi.org/10.31293/agrifor.V21i1.5795>
- Wahyuni, S., Idris, M., & Lainnya. (2025). Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA.
- Yusdian, Y., Joko, & Elsa. (2021). Effect Of Chicken Manure And Potassium Fertilizer On Sweet Corn Growth. *Jurnal Agrotatanen*, 3, 13–19.