

**RESPON PEMBERIAN PUPUK BIOKOMPLEKS DAN LAMA INDUKSI
SIPLO TERHADAP SERAPAN HARA N, P, K DAN HASIL TANAMAN
KACANG PANJANG (*Vigna sinensis* L.)**

***RESPONSE OF BIOCOMPLEX FERTILIZER APPLICATION AND
DURATION OF SIPLO INDUCTION ON N, P, K NUTRIENT UPTAKE AND
YIELD OF LONG BEAN (*Vigna sinensis* L.)***

A Maulidi Sukardi^{1*}, Sugiarto², Djuhari³

¹⁾ Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No.193 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*korespondensi : maulidisukardi@gmail.com

ABSTRACT

The production of long bean in Indonesia has declined, indicating challenges in improving crop productivity. This study aimed to evaluate the effects of the combined application of biocomplex fertilizer and SIPLO induction duration on the uptake of N, P, and K nutrients and the yield of long bean plants. The experiment was arranged in a factorial Randomized Block Design (RBD) with two factors: biocomplex fertilizer dosage, consisting of B₀ = 0 ton/ha, B₁ = 5 ton/ha (25 g/p), B₂ = 10 ton/ha (50 g/p), and B₃ = 15 ton/ha (75 g/p), and SIPLO induction duration (S), consisting of S₀ = 0 minutes/week, S₁ = 45 minutes/week, S₂ = 60 minutes/week, and S₃ = 75 minutes/week, with three replications per treatment. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) at the 5% significance level and regression analysis. The results showed a significant interaction between biocomplex fertilizer dosage and SIPLO induction duration. Agronomically, the application of 15 ton/ha biocomplex fertilizer with an optimum SIPLO induction of 60 minutes/week produced the highest yield of 13.87 ton/ha. However, economically, the application of 5 ton/ha biocomplex fertilizer with an optimum SIPLO induction of 51 minutes/week and a yield of 10.50 ton/ha was more efficient. For nitrogen uptake, the 15 ton/ha treatment produced results comparable to the no-fertilizer treatment, at 0.68% and 0.35%, respectively. Optimal phosphorus uptake was obtained from the no-fertilizer treatment with a SIPLO induction of 75 minutes/week (0.67%) and from the 15 ton/ha biocomplex fertilizer treatment with a SIPLO induction of 60 minutes/week (0.73%). Optimal potassium uptake was achieved at a dosage of 15 ton/ha with a SIPLO induction of 60 minutes/week (1.27%). The application of 15 ton/ha biocomplex fertilizer increased vitamin C content to 45.41 mg/100 g and total soluble solids to 5.22 °Brix. SIPLO induction duration significantly affected nutrient uptake, with optimal uptake of N at 51–60 minutes/week, P at 60–75 minutes/week, and K at 60 minutes/week.

Keywords: long bean, biocomplex fertilizer, SIPLO, nutrient uptake

ABSTRAK

Produksi kacang panjang di Indonesia mengalami penurunan yang mengindikasikan adanya permasalahan dalam peningkatan produktivitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi pupuk biokompleks dan lama induksi SIPLO terhadap serapan hara N, P, K dan hasil tanaman kacang panjang. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari 2 (dua) faktor yaitu dosis pupuk biokompleks $B_0 = 0$ ton/ha, $B_1 = 5$ ton/ha (25 g/p), $B_2 = 10$ ton/ha (50 g/p), $B_3 = 15$ ton/ha (75 g/p) dan lama induksi SIPLO (S) $S_0 = 0$ menit/minggu, $S_1 = 45$ menit/minggu, $S_2 = 60$ menit/minggu, $S_3 = 75$ menit/minggu dengan 3 ulangan setiap perlakuan. Metode penelitian ini menggunakan analisis data uji F taraf 5% (ANOVA) dan uji regresi. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh interaksi kombinasi pupuk biokompleks dan lama induksi SIPLO. Secara agronomis, pupuk biokompleks 15 ton/ha dengan lama induksi optimum 60 menit/minggu memberikan hasil sebesar 13,87 ton/ha. Namun, secara ekonomis pupuk biokompleks 5 ton/ha dengan lama induksi optimum 51 menit/minggu dan hasil 10,50 ton/ha lebih efisien. Pada serapan N, perlakuan dosis 15 ton/ha menunjukkan hasil yang sama baiknya dengan perlakuan tanpa pupuk biokompleks, masing-masing sebesar 0,68% dan 0,35%, Serapan P optimal diperoleh pada perlakuan tanpa pupuk biokompleks dengan lama induksi 75 menit/minggu (0,67%) dan pupuk biokompleks 15 ton/ha dengan lama induksi 60 menit/minggu (0,73%). Serapan K optimal diperoleh pada dosis 15 ton/ha dengan lama induksi 60 menit/minggu (1,27%). Pupuk biokompleks 15 ton/ha dapat meningkatkan kandungan vitamin C 45,41 mg/100g dan total padatan terlarut 5,22°Brix. Lama induksi SIPLO berpengaruh terhadap peningkatan serapan hara, dengan N optimal pada 51–60 menit/minggu, P 60–75 menit/minggu, dan K 60 menit/minggu.

Kata Kunci: kacang panjang, pupuk biokompleks, SIPLO, serapan hara

PENDAHULUAN

Tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran hortikultura yang sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Namun, upaya peningkatan produksi kacang panjang masih menghadapi berbagai kendala seperti alih fungsi lahan, degradasi kesuburan tanah, serta penggunaan pupuk anorganik yang tidak seimbang. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Hortikultura (2024) produksi kacang panjang di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 293,339 ton dengan luas panen 40,147 hektar dan produktivitas rata-rata 7,31 ton/ha. Angka tersebut menunjukkan penurunan dibandingkan tahun 2023 yang mencatat produksi sebesar 309,422 ton dengan luas panen 43,998 hektar dan produktivitas 7,03 ton/ha. Hal ini mengindikasikan adanya permasalahan dalam upaya peningkatan produksi kacang panjang.

Penggunaan pupuk anorganik secara yang berlebihan tanpa pengelolaan yang tepat dapat menurunkan kualitas tanah dan mengganggu keseimbangan hara. Purbosari *et al.* (2021) menyatakan bahwa penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus tanpa diimbangi dosis yang tepat dapat menyebabkan degradasi kesuburan tanah, bahkan mengubah sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga menurunkan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman. Oleh karena itu, diperlukan pemupukan yang tepat dan seimbang seperti N, P, dan K yang berperan penting untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang. Purwanto *et al.* (2019) menyatakan bahwa pemupukan yang dilakukan secara tepat, baik dalam jenis pupuk yang digunakan dan dosis pupuk yang diberikan dapat meningkatkan hasil tanaman kacang panjang secara signifikan.

Pupuk biokompleks merupakan kombinasi pupuk organik dan anorganik yang mengandung unsur hara kompleks. Menurut Intan. (2023) pupuk biokompleks mengandung C-organik 12,74%, rasio C/N 8,73%, kadar air 38,09%, serta hara makro berupa nitrogen 1,46%, P_2O_5 1,07%, dan K_2O 1,22%, dengan pH 6,6 dan kapasitas tukar kation (KTK) 25,06 cmol kg⁻¹. Selain itu, hasil analisis Faizin *et al.* (2024) di BSIP Kendalpayak menunjukkan bahwa pupuk biokompleks tersebut juga mengandung unsur hara mikro seperti kalsium (Ca) sebesar 4,44%, magnesium (Mg) 0,81%, dan besi (Fe) 0,15%. Pupuk biokompleks mengandung unsur hara makro dan mikro yang berasal dari bahan seperti kotoran kambing, vermikompos, kapur dolomit, mikroorganisme, dan asam laktat (Kafabihi *et al.*, 2024). Hasil penelitian Faizin *et al.* (2024) menunjukkan bahwa pemberian dosis biokompleks 15 ton/ha dapat meningkatkan panjang tanaman dan luas daun pada tanaman mentimun Jepang.

Selain pemupukan, diperlukan juga penerapan teknologi budidaya yang mampu mempercepat ketersediaan hara di sekitar zona perakaran tanaman. Salah satunya induksi SIPLO (Sistem Intensifikasi Potensi Lokal). Induksi SIPLO menerapkan teknik rangsangan listrik bertegangan rendah yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan mempercepat proses pertukaran ion-ion (anion dan kation) sehingga dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Menurut Sugiarto *et al.* (2013) implementasi teknik SIPLO harus dilakukan dalam keadaan basah atau terdapat air pada areal

pertanian untuk mengoptimalkan pertukaran ion-ion tanah (anion dan kation) sehingga mempermudah pelepasan senyawa kimia atau unsur hara yang terjerap pada koloid tanah agar menjadi tersedia bagi tanaman

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai respon pemberian pupuk biokompleks yang dikombinasikan dengan lama induksi SIPLO terhadap serapan hara N, P, K dan hasil tanaman kacang panjang untuk memperoleh teknologi budidaya yang efektif dan berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai bulan Agustus 2025 di lahan pertanian Jl. Mulyodadi, Desa Mulyoagung, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Ketinggian tempat $\pm$ 600 mdpl dengan suhu udara rata-rata 20-27°C. Analisis tanaman dan tanah dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Malang dan Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Alat yang digunakan yaitu: cangkul, sabit, polybag ukuran 40 x 40 cm, alat SIPLO, aki mobil 12 volt, kabel kawat, timbangan, ember, SPAD (*Soil Plant Analysis Development*), ajir bambu, tali gawar, meteran, penggaris, alat tulis, kamera ponsel. Bahan yang digunakan yaitu: benih kacang panjang varietas kanton tavi, pupuk biokompleks, aquadest dan larutan iodine.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari 2 (dua) faktor yaitu: Faktor pertama dosis pupuk biokompleks (B) yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu: $B_0 = 0$ ton/ha, $B_1 = 5$ ton/ha (25 g/p), $B_2 = 10$ ton/ha (50 g/p), $B_3 = 15$ ton/ha (75 g/p). Faktor kedua lama induksi SIPLO (S) yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu: $S_0 = 0$ menit/minggu, $S_1 = 45$ menit/minggu, $S_2 = 60$ menit/minggu, $S_3 = 75$ menit/minggu. Kedua faktor tersebut didapatkan 16 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan dan setiap perlakuan memiliki 3 sampel, sehingga terdapat 144 sampel tanaman.

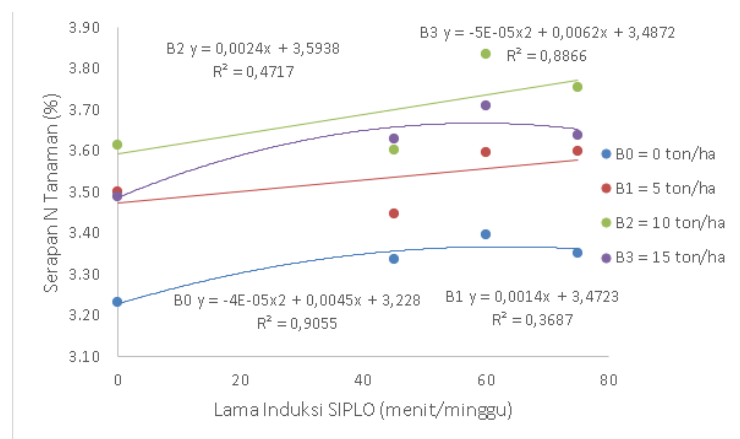
Pelaksanaan penelitian diawali dengan persiapan lahan, persiapan media tanam, penanaman benih, pemberian pupuk biokompleks yang dilakukan 2 kali yaitu sebelum tanam dan pada umur 14 hst, pengaplikasian induksi SIPLO yang dimulai dari pemasangan dua kabel kawat berdiameter 1,5 mm, yaitu kabel berwarna merah sebagai kutub positif dan kabel berwarna hitam sebagai kutub

negatif, kedua kabel tersebut dimasukkan ke dalam polybag dengan posisi kabel positif di bagian atas dan kabel negatif di bagian bawah. Selanjutnya, kedua kabel tersebut disambungkan ke alat SIPLO yang sebelumnya sudah tersambung dengan aki sebagai sumber arus listrik. Proses induksi SIPLO dilakukan pada kondisi tanah yang lembap, yaitu setelah penyiraman pagi hari, dimulai dari 10 hst dan dilanjutkan secara rutin pada umur 17, 24, 31, 38, 45, dan 52 hst. Variabel yang diamati meliputi: serapan hara N, P, K tanaman, jumlah buah, panjang buah, bobot segar total buah, bobot kering total buah, potensi hasil, vitamin C, total padatan terlarut. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam uji F (ANOVA) taraf 5%. Apabila menunjukkan pengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji lanjut BNJ 5% dan uji korelasi regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serapan Hara N

Berdasarkan hasil analisis regresi pengaruh lama induksi SIPLO terhadap serapan hara N (Gambar 1). Perlakuan (B_0) menunjukkan persamaan regresi $y = -4E-05x^2 + 0,0045x + 3,228$. Persamaan tersebut menunjukkan pola kuadratik negatif yang menandakan adanya titik optimum. Lama induksi SIPLO optimum diperoleh pada 56 menit/minggu dengan serapan hara N maksimum sebesar 3,35%. Nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,9055, menunjukkan bahwa pemberian pupuk biokompleks dan induksi SIPLO berpengaruh terhadap serapan hara N sebesar 90,55%, sedangkan 9,45% dipengaruhi oleh faktor lainnya.



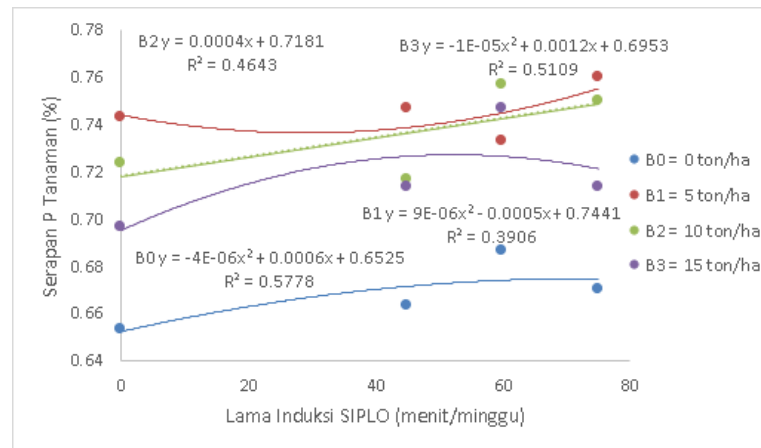
Gambar 1. Kurva Regresi serapan N Kacang Panjang

Perlakuan (B₃) menunjukkan persamaan regresi $y = -5E-05x^2 + 0,0062x + 3,4872$. Persamaan tersebut menunjukkan pola kuadratik negatif yang menandakan adanya titik optimum. Lama induksi SIPLO optimum diperoleh pada 62 menit/minggu dengan serapan hara N maksimum sebesar 3,68%. Namun, jika induksi dilanjutkan melebihi titik optimum hingga 75 menit/minggu, akan mengalami penurunan serapan hara N sebesar 1,09%. Nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,8866, menunjukkan bahwa pemberian pupuk biokompleks dan induksi SIPLO berpengaruh terhadap serapan hara N sebesar 88,66%, sedangkan 11,34% dipengaruhi oleh faktor lainnya

Kondisi serapan nitrogen yang optimal pada perlakuan tanpa pupuk biokompleks menunjukkan bahwa ketersediaan nitrogen di dalam tanah sudah tergolong tinggi sebelum perlakuan diberikan. Selain itu, tanaman kacang panjang memiliki kemampuan bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* yang mampu memfiksasi nitrogen atmosfer menjadi nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman. Menurut Graham & Vance (2003) menyatakan pembentukan bintil akar pada tanaman legum berperan penting dalam proses fiksasi nitrogen atmosfer menjadi nitrogen yang tersedia bagi tanaman, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan serapan nitrogen dan pertumbuhan vegetatif tanaman. Selain itu, pemberian arus listrik bertegangan rendah juga mampu merangsang aktivitas biologis tanah serta meningkatkan mobilitas ion nitrogen di dalam tanah, baik dalam bentuk amonium NH_4^+ maupun nitrat NO_3^- , menuju zona perakaran.

Serapan Hara P

Berdasarkan hasil analisis regresi pengaruh lama induksi SIPLO terhadap serapan hara P (Gambar 2). Perlakuan (B₀) menunjukkan persamaan regresi $y = -4E-06x^2 + 0,0006x + 0,652$. Persamaan tersebut menunjukkan pola kuadratik negatif yang menandakan adanya titik optimum. Lama induksi SIPLO optimum diperoleh pada 75 menit/minggu dengan serapan hara P maksimum sebesar 0,67%. Nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,5778, menunjukkan bahwa pemberian pupuk biokompleks dan induksi SIPLO berpengaruh terhadap serapan hara P sebesar 57,78%, sedangkan 42,22% dipengaruhi oleh faktor lainnya.



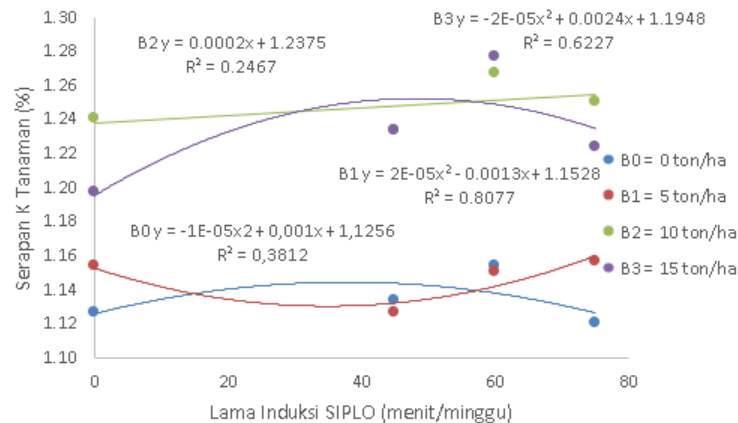
Gambar 2. Kurva Regresi serapan P Kacang Panjang

Perlakuan (B₃) menunjukkan persamaan regresi $y = -1E-05x^2 + 0,0012x + 0,6953$. Persamaan tersebut menunjukkan pola kuadratik negatif yang menandakan adanya titik optimum. Lama induksi SIPLO optimum diperoleh pada 60 menit/minggu dengan serapan hara P maksimum sebesar 0,73%. Namun, jika induksi dilanjutkan melebihi titik optimum hingga 75 menit/minggu, akan mengalami penurunan serapan hara P sebesar 2,74%. Nilai koefisien determinasi R² sebesar 0,5109, menunjukkan bahwa pemberian pupuk biokompleks dan induksi SIPLO berpengaruh terhadap serapan hara P sebesar 57,78%, sedangkan 42,22% dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Fosfor di dalam tanah umumnya banyak terikat oleh unsur Fe dan Al pada tanah masam, atau Ca pada tanah alkalis, sehingga ketersediaannya bagi tanaman terbatas. Namun, kondisi lingkungan tanah yang mendukung, seperti pH yang optimal dan aktivitas mikroorganisme tanah, dapat meningkatkan pelepasan fosfor terikat menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman. Selain itu, pemberian arus listrik bertegangan rendah melalui SIPLO diduga mampu meningkatkan mobilitas ion fosfat di dalam tanah serta memperbaiki kondisi rizosfer, sehingga mempercepat difusi fosfor menuju permukaan akar. Menurut Putri *et al.* (2025) kebutuhan unsur hara P yang terpenuhi akan meningkatkan metabolisme sehingga bahan organik yang ditranslokasikan ke biji atau polong juga meningkat. Hal ini didukung oleh pernyataan Nursayuti (2021) bahwa penambahan unsur hara P dapat membantu dalam pembentukan dan pertumbuhan generatif tanaman, sehingga memacu pembentukan polong tanaman kacang panjang.

Serapan Hara K

Berdasarkan hasil analisis regresi pengaruh lama induksi SIPLO terhadap serapan hara K (Gambar 3). Perlakuan (B_3) menunjukkan persamaan regresi $y = -2E-05x^2 + 0,0024x + 1,1948$. Persamaan tersebut menunjukkan pola kuadratik negatif yang menandakan adanya titik optimum. Lama induksi SIPLO optimum diperoleh pada 60 menit/minggu dengan serapan hara K maksimum sebesar 1,27%. Namun, jika induksi dilanjutkan melebihi titik optimum hingga 75 menit/minggu, akan mengalami penurunan serapan hara K sebesar 2,61%. Nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,6227, menunjukkan bahwa pemberian pupuk biokompleks dan induksi SIPLO berpengaruh terhadap serapan hara K sebesar 62,27%, sedangkan 37,73% dipengaruhi oleh faktor lainnya.



Gambar 3. Kurva Regresi serapan K Kacang Panjang

Perlakuan (B_0) menunjukkan persamaan regresi $y = -1E-05x^2 + 0,001x + 1,1256$. Persamaan tersebut menunjukkan pola kuadratik negatif yang menandakan adanya titik optimum. Lama induksi SIPLO optimum diperoleh pada 50 menit/minggu memberikan serapan hara K maksimum sebesar 1,15%. Namun, jika induksi dilanjutkan melebihi titik optimum hingga 75 menit/minggu, akan mengalami penurunan serapan hara K sebesar 3,94%. Nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,3812, menunjukkan bahwa pemberian pupuk biokompleks dan induksi SIPLO berpengaruh terhadap serapan hara K sebesar 38,12% sedangkan 61,88% dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Kalium berperan penting dalam pengaturan keseimbangan air, aktivasi enzim, serta proses translokasi hasil fotosintesis dari daun ke organ penyimpanan, termasuk polong. Menurut Uliyah (2017) fungsi Kalium di antaranya membantu

proses pembentukan pati dan gula, pengaktivasi enzim, translokasi gula, dan mempengaruhi proses gerak stomata. Keberadaan bahan organik pada pupuk biokompleks membantu meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, sehingga ion kalium K^+ dapat terikat lebih stabil dan tidak mudah tercuci. Selain itu, pemberian induksi listrik diduga mampu merangsang pergerakan ion K^+ menuju daerah perakaran, sehingga meningkatkan peluang ion tersebut untuk diserap oleh akar tanaman. Menurut Sugiarto *et al.* (2013) melaporkan bahwa induksi SIPLO selama 60 menit mampu meningkatkan kesuburan tanah, menetralkan pH, serta meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dalam tanah.

Variabel Hasil

Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat interaksi yang nyata pada kombinasi pupuk biokompleks dan lama induksi SIPLO terhadap parameter hasil panjang buah, bobot segar total buah, bobot kering total buah. Sebagaimana disajikan pada (Tabel 1).

Tabel 1. Rerata Hasil Panen Akibat Pengaruh Kombinasi Pupuk Biokompleks dan Lama Induksi SIPLO.

Perlakuan	Variabel Hasil Tanaman Kacang Panjang			
	Jumlah Buah	Panjang Buah (cm)	Bobot Segar total Buah (g)	Bobot Kering total Buah (g)
B ₀ S ₀	10,67 ab	52,49 ab	207,81 abc	19,37 ab
B ₀ S ₁	9,67 ab	53,00 ab	196,00 ab	18,33 ab
B ₀ S ₂	11,22 ab	53,87 abc	224,91 abcd	22,71 abc
B ₀ S ₃	8,78 a	49,02 a	174,39 a	16,73 a
B ₁ S ₀	11,33 ab	56,18 bcd	249,31 abcde	24,46 bcd
B ₁ S ₁	12,56 abc	59,77 cde	304,01 bcdef	27,18 cdef
B ₁ S ₂	13,22 bc	65,22 efgh	334,08 def	29,66 def
B ₁ S ₃	12,33 abc	62,89 efg	295,63 bcdef	26,58 cde
B ₂ S ₀	12,11 abc	60,55 def	271,28 abcdef	26,48 cde
B ₂ S ₁	12,56 abc	61,67 def	313,94 cdef	29,47 def
B ₂ S ₂	12,89 bc	68,53 ghi	336,24 def	31,97 ef
B ₂ S ₃	12,67 bc	63,05 efg	290,23 bcdef	27,94 cdef
B ₃ S ₀	11,00 ab	60,95 def	248,72 abcde	24,83 bcd
B ₃ S ₁	15,22 c	66,09 fgh	355,60 efg	33,39 fg
B ₃ S ₂	15,56 c	72,37 i	450,50 g	38,87 g
B ₃ S ₃	12,33 abc	69,99 hi	371,68 fg	33,52 fg
BNJ 5%	3,80	6,17	112,93	6,61

Keterangan : Angka-angka yang di ikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, tn : tidak nyata.

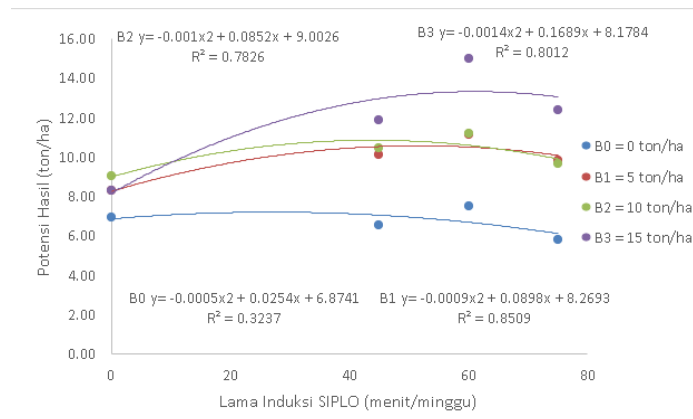
Berdasarkan (Tabel 1) pada parameter jumlah buah perlakuan B₃S₁, dan B₃S₂ menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₁S₁, B₁S₂, B₂S₂, dan B₃S₃, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada parameter panjang buah perlakuan B₃S₂ menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₂S₂, dan B₃S₃, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada berat segar total buah perlakuan B₃S₂ menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₃S₁ dan B₃S₃, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada parameter berat kering total buah perlakuan B₃S₂ menunjukkan respon yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₃S₁ dan B₃S₃, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Peningkatan hasil tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk biokompleks dalam dosis tinggi yang dikombinasikan dengan induksi SIPLO yang optimal mampu meningkatkan ketersediaan hara dan efisiensi serapan oleh tanaman. Pada fase pertumbuhan tanaman, diperlukan keseimbangan unsur N, P, dan K, di mana nitrogen berperan dalam mendukung pertumbuhan vegetatif, fosfor mempercepat pembungaan dan pembentukan polong, serta kalium meningkatkan pengisian biji dan kualitas polong (Sudianto *et al.*, 2018). Menurut Ilmam & Guritno (2023) kecukupan kalium berperan penting dalam membantu translokasi fotosintat ke seluruh organ tanaman, termasuk buah, sehingga proses pembentukan biji dan pengisian polong bisa berlangsung lebih optimal. Selain itu, induksi SIPLO juga membantu merangsang aktivitas fisiologis tanaman dan meningkatkan kemampuan sistem perakaran dalam menyerap unsur hara dari zona perakaran. Lama induksi yang optimal menjadi faktor penting, karena induksi yang terlalu singkat belum mampu memberikan efek maksimal, sedangkan induksi yang terlalu lama berpotensi menurunkan efisiensi sistem perakaran. Menurut Sugiarto *et al.* (2013) peningkatan daya serap akar tanaman akan mampu meningkatkan hasil fotosintat sehingga produksi tanaman lebih baik.

Potensi Hasil Panen

Berdasarkan hasil analisis regresi pengaruh lama induksi SIPLO terhadap potensi hasil panen (Gambar 4). Perlakuan (B₁) menunjukkan persamaan regresi $y = -0,0009x^2 + 0,0898x + 8,2693$. Persamaan tersebut menunjukkan pola kuadrat negatif yang menandakan adanya titik optimum. lama induksi SIPLO optimum

diperoleh pada 49 menit/minggu dengan potensi hasil panen maksimum sebesar 10,50 ton/ha. Namun, jika induksi dilanjutkan melebihi titik optimum hingga 75 menit/minggu, akan mengalami penurunan potensi hasil sebesar 6,19%. Nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,8509, menunjukkan bahwa pemberian pupuk biokompleks dan induksi SIPLO berpengaruh terhadap potensi hasil panen sebesar 85,09%, sedangkan 14,91% dipengaruhi oleh faktor lainnya.



Gambar 4. Kurva Regresi Potensi Hasil ton/ha

Perlakuan (B_3) menunjukkan persamaan regresi $y = -0,0014x^2 + 0,1689x + 8,1784$. Persamaan tersebut menunjukkan pola kuadratik negatif yang menandakan adanya titik optimum. Lama induksi SIPLO optimum diperoleh pada 60 menit/minggu dengan potensi hasil panen maksimum sebesar 13,87 ton/ha. Namun, jika induksi dilanjutkan melebihi titik optimum hingga 75 menit/minggu, akan mengalami penurunan potensi hasil sebesar 10,67%. Nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,8012, menunjukkan bahwa pemberian pupuk biokompleks dan induksi SIPLO berpengaruh terhadap potensi hasil panen sebesar 80,12%, sedangkan 19,88% dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Peningkatan bobot segar buah dan bobot kering buah menunjukkan bahwa peningkatan hasil tidak hanya disebabkan oleh pembesaran ukuran buah, tetapi juga oleh akumulasi biomassa kering. Hal ini menunjukkan bahwa fotosintat yang dihasilkan tanaman dialokasikan lebih banyak untuk pertumbuhan buah ketika pemberian pupuk biokompleks dan induksi SIPLO dilakukan dalam kondisi optimal. Ilmam & Guritno (2023) menyatakan bahwa persentase jumlah polong yang terisi penuh merupakan gambaran dari fotosintat. Hal ini sesuai dengan hasil analisis regresi yang menunjukkan bahwa pada dosis 15 ton/ha dengan lama

induksi optimum 60 menit/minggu menunjukkan potensi hasil yang optimal sebesar 13,87 ton/ha, karena bobot kering buah merupakan indikator paling jelas terhadap produktivitas biologis tanaman. Namun, dosis 5 ton/ha dengan lama induksi optimum 51 menit/minggu dinilai lebih efisien dan ekonomis sehingga dapat dijadikan alternatif, karena dengan dosis yang lebih rendah masih mampu menghasilkan potensi hasil panen sebesar 10,50 ton/ha.

Variabel Kualitas

Secara terpisah, pemberian pupuk biokompleks dan lama induksi SIPLO berpengaruh nyata terhadap kandungan vitamin C dan total padatan terlarut. Sebagaimana disajikan dalam (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata Kandungan Vitamin C dan Total Padatan Terlarut Akibat Pengaruh Terpisah Pupuk Biokompleks dan Lama Induksi SIPLO.

Perlakuan	Vitamin C (mg/100g)	Total Padatan Terlarut (°Brix)
B ₀	33,20 a	4,35 a
B ₁	41,84 b	4,58 ab
B ₂	44,42 b	5,01 bc
B ₃	45,41 c	5,22 c
BNJ 5%	2,67	0,59
S ₀	38,74 a	4,43 a
S ₁	40,00 ab	4,82 ab
S ₂	44,15 b	5,33 b
S ₃	41,98 b	4,58 a
BNJ 5%	3,05	0,68

Keterangan : Angka-angka yang di ikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%..

Berdasarkan (Tabel 12) secara terpisah, pada analisis kandungan vitamin C perlakuan pupuk biokompleks 15 ton/ha menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan pada analisis total padatan terlarut perlakuan pupuk biokompleks 15 ton/ha menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan pupuk biokompleks 10 ton/ha, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sementara itu, pada perlakuan lama induksi SIPLO lama induksi 60 menit/minggu, 75 menit/minggu dan 45 menit/minggu menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata namun berbeda nyata dengan perlakuan tanpa induksi SIPLO. Sedangkan pada analisis total padatan terlarut perlakuan lama induksi 60 menit/minggu menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan lama induksi 45 menit/minggu, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara nitrogen dan kalium pada pupuk biokompleks mampu meningkatkan kandungan vitamin C buah kacang panjang. Menurut Niazi & Monib (2023) kalium berfungsi sebagai

pengaktivasi berbagai enzim yang berperan dalam metabolisme karbohidrat dan antioksidan termasuk jalur L-galaktosa yang menjadi lintasan utama pembentukan asam askorbat. pemberian hara K dapat meningkatkan karbohidrat bagi tanaman karena mempengaruhi dalam proses distribusi asimilat (Faizin *et al.*, 2024).

Selain itu, semakin lama induksi listrik yang diberikan, semakin besar efek rangsangan yang diterima tanaman dalam proses fisiologisnya, sehingga mendorong peningkatan biosintesis metabolit sekunder seperti vitamin C. Menurut Khan (2025) menyatakan bahwa peningkatan efisiensi penyerapan nutrisi dan aktivitas fotosintesis berpengaruh langsung terhadap akumulasi metabolit antioksidan, termasuk vitamin C, dalam jaringan tanaman. Temuan ini mengindikasikan bahwa induksi listrik SIPLO mampu meningkatkan aktivitas metabolisme tanaman dan mempercepat pergerakan ion serta asimilat di dalam jaringan tanaman, sehingga mendukung akumulasi gula terlarut yang lebih tinggi pada buah kacang panjang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh interaksi antara pupuk biokompleks dan lama induksi SIPLO. Berdasarkan potensi hasil ton/ha. Secara agronomis, perlakuan pupuk biokompleks 15 ton/ha dengan lama induksi 60 menit/minggu memberikan hasil tertinggi 13,87 ton/ha, namun secara ekonomis dosis 5 ton/ha dengan lama induksi 51 menit/minggu dan hasil 10,50 ton/ha dinilai lebih efisien. Pada serapan N, dosis 15 ton/ha menunjukkan hasil yang sama baiknya dengan tanpa pupuk biokompleks masing-masing sebesar 0,68% dan 0,35%, Serapan P optimal didapatkan pada perlakuan tanpa pupuk biokompleks dengan lama induksi 75 menit/minggu sebesar 0,67% dan dosis 15 ton/ha dengan lama induksi 60 menit/minggu sebesar 0,73%., Serapan K optimal didapatkan pada dosis 15 ton/ha dengan lama induksi 60 menit/minggu sebesar 1,27%. Pupuk biokompleks 15 ton/ha dapat meningkatkan kandungan vitamin C 45,41 mg/100g dan total padatan terlarut 5,22°Brix. Lama induksi SIPLO berpengaruh terhadap serapan hara, dengan N optimal pada 51–60 menit/minggu, P 60–75 menit/minggu, dan K 60 menit/minggu. Penelitian ini perlu dilakukan uji lanjutan di lapangan dengan penambahan bakteri *Rhizobium* sp. untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan nitrogen dan memperkuat hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Hortikultura, K. P. 2024. *Buku Atap Hortikultura Tahun 2023*. https://hortikultura.pertanian.go.id/wpcontent/uploads/2024/04/buku_atap_2023.
- Faizin, N. M., Sugiarto., & Djuhari. 2024. Respon Tanaman Mentimun Jepang (*Cucumis sativus* L. var. Japanese.) Terhadap Pemberian Pupuk Biokompleks Dan Lama Induksi SIPLO. *AGRONISMA*. 12(1): 415–428.
- Graham, P. H., & C. P. Vance. 2003. Legumes: Importance and constraints to greater use. *Plant Physiology*. 131(3): 872–877. <https://doi.org/10.1104/pp.017004>
- Ilmam, S. H., & B. Guritno. 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>.
- Intan, A. K. P. Rengga. 2023. *Laboratorium tanah*. Laporan hasil pengujian. Universitas Brawijaya.
- Kafabihi, A., Sugiarto., & A. Basit. 2024. Pengaruh Pupuk Biokompleks Dan POC Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *AGRONISMA*. 12(1): 147–156.
- Khan, M. K. 2025. Nutrient uptake under combined drought and salinity stress in hexaploid wheat species. *Frontiers in Plant Science*. 16 : 1682258. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1682258>.
- Nursayuti. 2021. Pengaruh Aplikasi Triple Super Phosphate (TSP) Dalam Meningkatkan Produksi Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Agrosamudra*. 8(1): 18–33.
- Niazi, P., A. W. Monib. 2023. Function of Macronutrients in Plant Growth and Human. *International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR)*. 8(4): 1265–1274.
- Purbosari, P. P., H. Sasongko., Z. Salamah., & N. P. Utami. 2021. Peningkatan Kesadaran Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat Desa Somongari melalui Edukasi Dampak Pupuk dan Pestisida Anorganik. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 7(2): 131–137. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.7.2.131-137>
- Purwanto, I., Hasnelly., & Subagio. 2019. Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L.). *Agrica*. 4(1): 22–34. <https://doi.org/10.37478/agr.v5i1.443>
- Putri, S. R., A. Farmia., & E. N. Aziza. 2025. Penerapan Mikoriza dan Fosfor dalam Meningkatkan Produktivitas serta Mutu Fisiologis Galur Harapan Kacang Panjang (*Vigna Sinensis* L .). 3(4): 2896–2901.
- Sudianto, E., C. Ezward., & Mashadi. 2018. Pengaruh Pemberian Dolomit Dan Pupuk Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Menggunakan Tanah Sawah Bukaak Baru. *Jurnal Sains Agro*. 3(1): 1–16.
- Sugiarto., R. Sulistiono., Sudiarmo., & Soemarno. 2013. Local Potential Intensification System (SIPLO) the Sustainable Management of Soil Organic Potatoes. *International Journal Of Engineering And Science*. 2(9): 51–57.

Uliyah, V. N., A. Nugroho., & N. E. Suminarti. 2017. Kajian variasi jarak tanam dan pemupukan kalium pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(12): 2017-2015.