



PENGARUH PEMUPUKAN P DAN *GREEN MANURE* LEGUMINOSA BUNGA TELANG TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL JAGUNG PULUT ARUMBA (*Zea mays* Ceratina var. Arumba)

Galih Ainur Rofik¹, Didik Utomo Pribadi^{1*}, F. Deru Dewanti¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

*Corresponding Author: didikutomo_mp@yahoo.com

ABSTRACT

[EFFECT OF PHOSPHORUS FERTILIZATION AND *Clitoria ternatea* LEGUMINOUS GREEN MANURE ON THE GROWTH AND YIELD OF ARUMBA WAXY CORN (*Zea mays* Ceratina var. Arumba)] Food security and resilience can be achieved through diversifying local food products, for example waxy corn (*Zea mays* Ceratina). The potential yield of this commodity can be increased through fertilization, either chemically using phosphorus fertilizer or organically using *Clitoria ternatea* leguminous green manure. This study aimed to obtain the interaction between P fertilization and *Clitoria ternatea* leguminous green manure on the growth and yield of Arumba waxy corn. This study is a factorial experiment arranged based on a Randomized Block Design (RBD). The first factor is phosphorus fertilizing, consisting of 3 treatment levels; the second is *Clitoria ternatea* leguminous green manure fertilizing, consisting of 2 treatment levels. The results of the study showed that the combination of 50 kg/ha phosphorus fertilization and without *Clitoria ternatea* leguminous green manure gave the best results on plant length at 14, 21, and 28 DAP; stem diameter at 7 and 28 DAP, cob diameter with husk, cob weight with husk, cob weight without husk, and total fresh weight of Arumba waxy corn. The single treatment of P fertilization had a very significant effect on plant length at 35 DAP and stem diameter at 7 and 28 DAP, and had a significant impact on stem diameter at 35 DAP. Based on the results of the study, phosphorus fertilization at a rate of 50 kg/ha is recommended for the cultivation of Arumba waxy corn, as it resulted in the highest yield during the generative growth phase.

Keyword: *arumba waxy corn, butterfly pea green manure, P fertilization*

ABSTRAK

Ketahanan dan keamanan pangan dapat diwujudkan melalui upaya diversifikasi produk pangan lokal, sebagai contoh berupa tanaman jagung pulut (*Zea mays* Ceratina). Adapun potensi hasil dari komoditas dapat ditingkatkan melalui pemupukan baik secara kimiawi menggunakan pupuk P maupun secara organik menggunakan *green manure* leguminosa bunga telang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan interaksi antara pemupukan P dan pemberian *green manure* leguminosa bunga telang terhadap pertumbuhan dan hasil dari tanaman jagung pulut varietas Arumba. Penelitian ini merupakan percobaan faktorial yang disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Faktor pertama adalah pemberian pupuk P yang terdiri dari 3 taraf perlakuan dan faktor kedua adalah pemberian *green manure* leguminosa bunga telang yang terdiri atas 2 taraf perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pemupukan P 50 kg/ha tanpa pemberian *green manure* leguminosa bunga telang memberikan hasil terbaik terhadap panjang tanaman pada 14, 21, dan 28 hst; diameter batang pada 7 dan 28 hst, diameter tongkol berkelobot, bobot tongkol berkelobot, bobot tongkol tanpa kelobot, dan bobot segar total dari jagung pulut varietas Arumba. Perlakuan tunggal pemupukan P berpengaruh sangat nyata terhadap panjang tanaman pada 35 hst dan diameter batang pada 7 dan 28 hst, serta berpengaruh nyata terhadap diameter batang pada 35 hst. Berdasarkan hasil penelitian, pemupukan P dengan dosis 50 kg/ha dapat disarankan untuk budidaya jagung pulut varietas Arumba untuk memberikan hasil tertinggi pada fase generatif dari jagung pulut varietas Arumba.

Kata kunci: *green manure bunga telang, jagung pulut arumba, pemupukan P*

PENDAHULUAN

Ketahanan dan keamanan pangan dalam poin kedua SDG'S atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan dapat diwujudkan melalui upaya diversifikasi produk pangan melalui eksplorasi terhadap komoditas tanaman pangan lokal, seperti jagung pulut (*Zea mays* Ceratina) yang lebih rendah gula (Suartini *et al.*, 2019) dan mengandung beberapa nutrisi (Ishartati *et al.*, 2021). Namun, Genesiska *et al.* (2020) menyatakan, bahwa jagung pulut di Indonesia hanya mampu memproduksi kurang dari 2 ton/ha, sehingga potensi produksi komoditas ini perlu ditingkatkan melalui pemupukan. Unsur P (fosfor) dibutuhkan dalam pertumbuhan dan produksi jagung pulut untuk proses pembelahan sel, pembungaan dan pembuahan, respirasi, serta translokasi dan penggunaan energi. Pemupukan P secara kimiawi utamanya dalam dosis berlebih menyebabkan terjadinya degradasi lahan (Rani *et al.*, 2021). Dampak negatif dari pemupukan secara kimiawi dapat diminimalisir dengan pemupukan organik melalui pengaplikasian *green manure* yang juga bertujuan untuk meningkatkan kandungannya yang homogen dan menurunkan biaya pemupukan (Rani, *et al.*, 2021).

Tanaman leguminosa bunga telang dapat dimanfaatkan sebagai *green manure* dalam pengembangan potensi dari komoditas tanaman jagung pulut. Sosa-Montes *et al.* (2020) memaparkan, bahwa tanaman bunga telang mengandung bahan organik tinggi yaitu senilai 93,2 g/100 g. Alalade *et al.* (2020) menambahkan, bahwa *green manure* leguminosa bunga telang juga mengandung beberapa unsur hara yang meliputi 0,3% magnesium (Mg), 0,37% kalsium (Ca), 0,4% P (fosfor), dan 1,13% kalium (K). Namun, penelitian terkait efektivitas *green manure* leguminosa bunga telang terhadap pertumbuhan dan produksi jagung pulut masih terbatas dibandingkan dengan beberapa jenis tanaman leguminosa lainnya pada penelitian sebelumnya seperti kacang tunggak (*Vigna unguiculata* L. Walp), lablab (*Lablab purpureus* (L.) Sweet), dan vicia (*Vicia villosa* Roth) (Abera & Gerkabo, 2020). Cedric (2014) menambahkan, tanaman leguminosa bunga telang menghasilkan biomassa lebih rendah dibandingkan dengan jenis tanaman leguminosa lainnya utamanya pada intensitas hujan atau presipitasi yang rendah.

Penelitian ini berfokus pada mengeksplorasi potensi tanaman leguminosa bunga telang sebagai *green manure* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung secara spesifik, berbeda dari penelitian sebelumnya yang berfokus pada beberapa jenis tanaman leguminosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pemupukan P dan pemberian *green manure* leguminosa bunga telang terhadap pertumbuhan dan hasil dari tanaman jagung pulut

varietas Arumba untuk meningkatkan produksi dari komoditas ini secara berkelanjutan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam mendukung pengembangan komoditas pangan lokal melalui pemupukan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan percobaan faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK). Faktor pertama adalah dosis pupuk P (3 taraf) dan faktor kedua ialah pemberian *green manure* leguminosa bunga telang (2 taraf). Kombinasi kedua faktor tersebut menghasilkan 6 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 18 satuan percobaan. Setiap satuan terdiri atas 4 sampel tanaman, menghasilkan 72 tanaman secara keseluruhan. Penelitian dilaksanakan pada November 2024 hingga Februari 2025 di UPT PATPH Lebo. Lokasi penelitian memiliki suhu rata-rata 28,6 °C (rentang 20,4-36,6 °C), kelembapan rata-rata 77% (rentang 32-100%), serta ketinggian 4 mdpl, dengan jumlah hari hujan 156 hari/tahun (BPS Kabupaten Sidoarjo, 2025).

Alat yang digunakan terdiri atas cetok, gembor, gunting, jangka sorong, meteran, neraca analitik, penggaris, dan timbangan digital. Bahan penelitian terdiri atas benih tanaman jagung pulut Arumba, biomassa tanaman bunga telang, herbisida, insektisida, label beserta pasak kayu, media tanam kompos dan tanah (1:1), *polybag* 45 cm × 45 cm, pupuk NPK mutiara, pupuk SP-36 yang diberikan seminggu sebelum penanaman, dan pupuk urea (Nitrogen (46%)). Peubah yang diamati meliputi panjang tanaman, diameter batang, diameter tongkol berkelobot, bobot tongkol berkelobot, bobot tongkol tanpa kelobot, dan bobot segar total tertinggi. Data dianalisis secara kuantitatif melalui *Analysis of Variances* (ANOVA) dan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) 5% dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis laboratorium terhadap *green manure* leguminosa bunga telang yang dilakukan di Laboratorium Sumberdaya Lahan Agroteknologi UPN "Veteran" Jawa Timur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan unsur hara makro dalam *green manure* leguminosa bunga telang segar

No	Kandungan	Nilai (%)	Keterangan
1	N-Total	2,42	Sangat Tinggi
2	C-Organik	40,2	Sangat Tinggi
3	P-Total	0,7	Sangat Tinggi
4	K-Total	2,88	Sangat Tinggi

Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa *green manure* ini mengandung beberapa unsur hara makro yang tergolong sangat tinggi, yaitu nitrogen total (N-total) sebesar 2,24 %, karbon organik (C-organik) sebesar 40,2 %, fosfor total (P-total) sebesar 0,7 %, dan kalium total (K-total) sebesar 2,88 %.

Analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang sangat nyata ($P < 0,01$) antara perlakuan pemupukan P dan pemberian *green manure* leguminosa bunga telang terhadap panjang tanaman jagung pulut pada 14, 21, dan 28 hst. Sementara itu, pada 35 HST, hanya perlakuan tunggal pemupukan fosfor (P) yang menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap panjang tanaman, sedangkan perlakuan tunggal *green manure* leguminosa bunga telang tidak berpengaruh secara signifikan. Rata-rata panjang tanaman jagung pulut berdasarkan kombinasi perlakuan pupuk P dan *green manure* leguminosa bunga telang disajikan pada Tabel 2. Sementara itu, pengaruh masing-masing perlakuan secara tunggal terhadap panjang tanaman disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Rata-rata panjang tanaman (cm) pada umur 14, 21, dan 28 hst oleh kombinasi perlakuan pemupukan P dan *green manure* leguminosa bunga telang

Umur (hst)	Dosis pemupukan P (kg/ha)	<i>Green manure</i> (g/tanaman)	
		0	5
14	0	26,63 a	38,80 ab
	50	45,43 b	30,90 ab
	100	32,86 ab	36,10 ab
BNJ 5%		8,41	
21	0	40,56 a	56,23 ab
	50	67,00 b	48,20 ab
	100	53,03 ab	48,00 ab
BNJ 5%		10,38	
28	0	76,70 a	99,70 ab
	50	110,03 b	90,63 ab
	100	95,43 ab	91,70 ab
BNJ 5%		12,85	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada umur yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Perlakuan pemupukan P sebesar 50 kg/ha tanpa aplikasi pupuk hijau leguminosa bunga telang secara signifikan meningkatkan panjang tanaman jagung pulut dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa pemupukan P dan tanpa pupuk hijau) (Tabel 2). Peningkatan panjang tanaman tersebut tercatat secara konsisten pada pengamatan 14, 21, dan 35 hari setelah tanam (hst). Rata-rata panjang tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan P 50 kg/ha tanpa

pupuk hijau, masing-masing sebesar 45,43 cm (14 hst), 67,00 cm (21 hst), dan 110,03 cm (35 hst).

Peningkatan panjang tanaman pada perlakuan ini menunjukkan pentingnya peran P dalam fase awal pertumbuhan tanaman. Fosfor diketahui berperan dalam pembentukan sistem perakaran yang sehat, sintesis energi (ATP), dan percepatan pembelahan serta pemanjangan sel, yang secara keseluruhan mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Pemberian fosfor dalam jumlah yang memadai memungkinkan tanaman untuk menyerap unsur hara lain dengan lebih efisien dan mempercepat fase pertumbuhan awal, yang krusial bagi produktivitas tanaman jagung pulut.

Namun, hasil ini juga mengindikasikan bahwa pemberian pupuk hijau leguminosa bunga telang tidak selalu memberikan efek sinergis jika dikombinasikan dengan pemupukan fosfor, setidaknya pada fase awal pertumbuhan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh lambatnya proses dekomposisi biomassa pupuk hijau dan pelepasan unsur hara ke dalam tanah. Pada saat tanaman jagung masih dalam fase awal pertumbuhan (hingga 35 hst), unsur hara yang tersedia dari pupuk hijau belum sepenuhnya terlepas dan tersedia bagi tanaman, sehingga kontribusinya terhadap pertumbuhan belum optimal.

Interaksi antara P dan pupuk hijau perlu dipahami dalam konteks waktu dan ketersediaan hara. Fosfor, sebagai unsur hara makro yang bersifat cepat tersedia, memberikan efek langsung pada pertumbuhan, sementara pupuk hijau lebih bersifat *slow-release*. Oleh karena itu, aplikasi pupuk hijau mungkin menunjukkan dampak yang lebih nyata pada fase pertumbuhan lanjutan atau fase generatif, ketika hasil dekomposisi mulai meningkatkan kandungan bahan organik dan aktivitas mikroorganisme tanah yang mendukung penyerapan hara secara berkelanjutan.

Dengan demikian, hasil ini menegaskan bahwa untuk mengoptimalkan pertumbuhan awal tanaman jagung pulut, ketersediaan P dalam jumlah yang cukup lebih menentukan dibandingkan kontribusi awal dari pupuk hijau. Strategi pemupukan berimbang yang mempertimbangkan waktu dekomposisi pupuk hijau dapat menjadi kunci dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan kedua sumber hara tersebut.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Lukiwati *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa pemberian 50 kg/ha unsur P melalui pemupukan NPK yang setara dengan *manure* dan guano secara signifikan mampu meningkatkan rata-rata panjang tanaman jagung pulut. Khan *et al.* (2014) juga memaparkan temuan yang sama, bahwa pemupukan P 50 kg/ha dengan 100 kg/ha N menunjukkan panjang tanaman tertinggi pada jagung varietas lokal. Hal demikian menunjukkan pentingnya kecukupan unsur P pada fase pertumbuhan vegetatif awal jagung pulut.

Tabel 3. Rata-rata panjang tanaman (cm) oleh faktor tunggal pemupukan P dan *green manure* leguminosa bunga telang pada 7-35 hst

Dosis pemupukan P (kg/ha)	Rata-rata panjang tanaman jagung pulut (cm)				
	7 hst	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
0	15,6	32,71	48,4	88,2	108,58 a
50	16,55	38,16	57,6	100,33	128,51 b
100	14,81	34,48	50,51	93,56	126,68 b
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	12,75
<i>Green manure</i> (g/tanaman)					
0	15,14	34,97	53,53	94,05	122,78
5	16,16	35,26	50,81	94,01	119,73
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada umur yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%. tn : berbeda tidak nyata

Pemupukan P sebesar 50 kg/ha menghasilkan panjang tanaman jagung pulut rata-rata tertinggi pada 35 hst, yaitu sebesar 128,51 cm (Tabel 3). Hasil ini secara statistik berbeda tidak nyata dengan pemupukan P 100 kg/ha, namun berbeda nyata dibandingkan perlakuan tanpa pemupukan P (0 kg/ha). Hal ini menunjukkan bahwa pemupukan P hingga dosis 50 kg/ha sudah mencukupi untuk mendukung pertumbuhan panjang tanaman secara optimal hingga fase vegetatif akhir (35 hst). Unsur P merupakan unsur hara esensial yang berperan penting dalam pembentukan dan perkembangan sistem perakaran, pembelahan dan pemanjangan sel, serta metabolisme energi melalui senyawa ATP (Havlin *et al.*, 2014). Ketersediaan fosfor yang memadai pada fase awal pertumbuhan tanaman memungkinkan terjadinya akumulasi biomassa yang lebih tinggi, termasuk dalam bentuk peningkatan panjang batang.

Pengamatan panjang tanaman pada 7 hingga 28 hst menunjukkan bahwa baik pemupukan fosfor maupun pemberian pupuk hijau leguminosa bunga telang tidak memberikan pengaruh signifikan jika dilihat sebagai faktor tunggal. Namun pada 35 hst, pemupukan P menunjukkan pengaruh yang signifikan, sementara pupuk hijau tetap tidak berpengaruh nyata. Kondisi ini mengindikasikan bahwa respons tanaman terhadap pupuk hijau baru terlihat setelah proses dekomposisi biomassa berjalan lebih lanjut. Pupuk hijau leguminosa umumnya memerlukan waktu dekomposisi untuk melepaskan hara ke dalam tanah, terutama N dan senyawa organik lainnya, yang dapat meningkatkan kesuburan tanah secara bertahap (Yulnafatmawita *et al.*, 2017). Oleh karena itu, pengaruhnya terhadap

pertumbuhan tanaman cenderung bersifat jangka menengah hingga panjang.

Interaksi signifikan ($P < 0,05$) antara pemupukan P dan pemberian pupuk hijau terhadap diameter batang jagung pulut pada 7 dan 28 hst. Hal ini menunjukkan bahwa efek fosfor terhadap parameter tersebut dipengaruhi oleh keberadaan pupuk hijau dalam sistem tanam. Interaksi ini dapat dijelaskan oleh adanya peningkatan aktivitas mikroba tanah yang dipicu oleh bahan organik dari pupuk hijau, yang kemudian mempercepat ketersediaan dan serapan P oleh tanaman (Zhao *et al.*, 2020). Dengan meningkatnya aktivitas mikroorganisme tanah, mineralisasi hara menjadi lebih efektif, termasuk dalam pelepasan P terikat ke bentuk yang tersedia bagi tanaman.

Namun, pada 35 hst hanya pemupukan P yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap diameter batang, sedangkan pemberian pupuk hijau secara tunggal berpengaruh tidak nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun pupuk hijau dapat berinteraksi secara positif dengan fosfor pada fase awal pertumbuhan, kontribusinya sebagai sumber hara langsung masih terbatas, terutama dalam waktu pendek. Efektivitas pupuk hijau dalam meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman akan lebih terlihat dalam penggunaan berkelanjutan atau dalam sistem rotasi tanaman jangka panjang (Drinkwater *et al.*, 1998).

Rata-rata diameter batang jagung pulut berdasarkan kombinasi perlakuan pupuk P dan *green manure* leguminosa bunga telang disajikan pada Tabel 4, sedangkan pengaruh masing-masing perlakuan secara terpisah terhadap panjang tanaman disajikan pada Tabel 5. Temuan ini menunjukkan pentingnya strategi pemupukan yang mempertimbangkan interaksi antar sumber hara untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Tabel 4. Rata-rata diameter batang (cm) pada umur 7 dan 28 hst oleh kombinasi perlakuan pemupukan P dan *green manure* leguminosa bunga telang

Umur (hst)	Dosis pemupukan P (kg/ha)	<i>Green manure</i> (g/tanaman)	
		0	5
7	50	0,40 c	0,31 a
	100	0,40 c	0,38 bc
	BNJ 5%	0,046	
28	0	1,23 a	1,55 ab
	50	1,96 b	1,68 ab
	100	1,90 b	1,73 ab
	BNJ 5%	0,279	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada umur yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Kombinasi perlakuan pemupukan P sebesar 50 kg/ha tanpa pemberian *green manure* leguminosa bunga telang menghasilkan diameter batang jagung pulut yang secara signifikan lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa pupuk P dan tanpa pemberian *green manure*), perlakuan P 0 kg/ha dengan pemberian 5 g/tanaman *green manure*, serta perlakuan P 50 kg/ha dengan pemberian 5 g/tanaman *green manure* pada 7 hst (Tabel 4). Pada 28 hst, kombinasi perlakuan ini juga menghasilkan diameter batang yang secara signifikan lebih besar dibandingkan semua perlakuan lainnya, termasuk pemupukan P 50 kg/ha dengan atau tanpa pemberian *green manure* dan seluruh perlakuan yang mengandung *green manure* leguminosa bunga telang. Diameter batang terbesar dicapai oleh perlakuan P 50 kg/ha tanpa pupuk hijau, yaitu sebesar 0,40 cm pada 7 hst dan 1,96 cm pada 28 hst.

Secara fisiologis, peningkatan diameter batang mencerminkan pertumbuhan vegetatif yang lebih kuat dan akumulasi biomassa yang lebih besar. Fosfor merupakan unsur esensial dalam proses pembelahan sel, pembentukan jaringan baru, dan metabolisme energi, yang mendukung pembentukan batang yang lebih tebal dan kokoh (Havlin *et al.*, 2014). Tanaman yang menerima cukup fosfor sejak awal pertumbuhan mampu mengembangkan sistem perakaran lebih baik, meningkatkan penyerapan hara lainnya, serta membentuk jaringan vaskular yang efisien untuk distribusi air dan nutrisi (Grant *et al.*, 2001).

Temuan ini juga menunjukkan bahwa pemberian *green manure* leguminosa bunga telang tidak selalu memberikan efek sinergis ketika dikombinasikan dengan pemupukan P pada fase awal pertumbuhan. Hal ini mungkin disebabkan oleh lambatnya proses dekomposisi biomassa leguminosa dan keterlambatan dalam pelepasan unsur hara ke tanah. Dengan demikian, hara yang tersedia dari pupuk hijau mungkin belum dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman jagung pada fase awal (Yulnafatmawita *et al.*, 2017). Sebaliknya, P dalam bentuk pupuk anorganik seperti superfosfat cenderung lebih cepat tersedia, memberikan dampak langsung terhadap pembentukan jaringan tanaman, termasuk diameter batang.

Studi oleh Meng *et al.* (2024) mendukung temuan ini, yang menunjukkan bahwa pemupukan P dalam dosis tinggi tanpa pupuk hijau memberikan hasil diameter batang jagung pulut yang berbeda tidak nyata dibandingkan dengan kombinasi perlakuan pupuk P dosis lebih rendah (60–80%) dengan pemberian *green manure*. Hal ini mengindikasikan bahwa efektivitas *green manure* leguminosa bunga telang dalam mendukung pertumbuhan vegetatif mungkin lebih terlihat dalam jangka panjang, terutama ketika digunakan secara berkelanjutan atau dalam rotasi tanaman. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pada fase awal pertumbuhan, ketersediaan P yang

cepat dari pupuk anorganik lebih berpengaruh terhadap peningkatan diameter batang jagung pulut dibandingkan kontribusi dari pupuk hijau leguminosa yang bersifat *slow-release*.

Pemberian P berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman jagung, termasuk dalam pembentukan diameter batang (Tabel 5). Hasil ini menunjukkan bahwa pemupukan P, khususnya pada dosis 50 dan 100 kg/ha, memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan batang tanaman mulai dari fase awal hingga fase vegetatif lanjut. Fosfor merupakan unsur esensial dalam sintesis energi (ATP), metabolisme asam nukleat, dan pembentukan membran sel, yang kesemuanya berkontribusi pada pembelahan dan pembesaran sel, serta penguatan jaringan batang (Havlin *et al.*, 2014; Marschner, 2012).

Tabel 5. Rata-rata diameter batang (cm) oleh faktor tunggal pemupukan P dan *green manure* leguminosa bunga telang pada 7-35 hst

Dosis pemupukan P (kg/ha)	Rata-rata diameter batang jagung pulut (cm)				
	7 hst	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
0	0,33 a	0,45	0,6	1,39 a	1,62 a
50	0,35 ab	0,51	0,75	1,82 b	1,90 b
100	0,39 b	0,55	0,8	1,81 b	1,90 b
BNJ 5%	0,082	tn	tn	0,5	0,427

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada umur yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%. tn : berbeda tidak nyata

Peningkatan diameter batang juga mengindikasikan kemampuan tanaman dalam mengakumulasi biomassa dan mendukung struktur fisik untuk menopang pertumbuhan lebih lanjut. Unsur P sangat berperan dalam mempercepat pembentukan jaringan vaskular, yang meningkatkan efisiensi distribusi air dan hara ke seluruh bagian tanaman, termasuk batang (Grant *et al.*, 2001). Oleh karena itu, tanaman dengan suplai P yang mencukupi cenderung menunjukkan batang yang lebih kokoh dan berdiameter besar.

Menariknya, pada 14 dan 21 hst tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh fase adaptasi awal tanaman terhadap lingkungan dan efisiensi penyerapan P yang belum optimal pada tahap tersebut. Selain itu, dinamika serapan hara juga sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, ketersediaan air, dan perkembangan sistem perakaran tanaman (Marschner, 2012).

Konsistensi peningkatan diameter batang pada perlakuan P 50 dan 100 kg/ha hingga 35 hst menunjukkan bahwa P memberikan efek jangka menengah

yang signifikan terhadap akumulasi pertumbuhan tanaman jagung pulut. Dengan demikian, penggunaan dosis P minimal 50 kg/ha dapat direkomendasikan untuk mendukung pertumbuhan batang jagung yang optimal, terutama pada fase vegetatif yang menentukan pembentukan hasil.

Interaksi yang nyata ($P < 0,05$) antara perlakuan pemupukan fosfor (P) dan pemberian *green manure* leguminosa bunga telang terhadap diameter tongkol berkelobot jagung pulut. Rata-rata diameter tongkol berkelobot jagung pulut berdasarkan kombinasi perlakuan pupuk P dan *green manure* leguminosa bunga telang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata diameter tongkol berkelobot (cm) oleh kombinasi perlakuan pemupukan P dan *green manure* leguminosa bunga telang

Dosis pemupukan P (kg/ha)	<i>Green manure</i> (g/tanaman)	
	0	5
0	4,71 ab	4,65 ab
50	5,01 b	4,40 a
100	4,73 ab	4,81 ab
BNJ 5%	0,57	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kombinasi perlakuan menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Hasil ini mengindikasikan bahwa pemberian P pada dosis sedang (50 kg/ha) tanpa tambahan *green manure* mampu meningkatkan diameter tongkol jagung pulut secara optimal. Fosfor diketahui sebagai unsur hara esensial yang berperan dalam pembentukan organ generatif, termasuk tongkol dan biji jagung. Peran P dalam pembentukan energi (ATP), transpor gula hasil fotosintesis, dan sintesis protein sangat penting dalam proses pengisian tongkol dan pembentukan jaringan biji (Havlin *et al.*, 2014; Marschner, 2012).

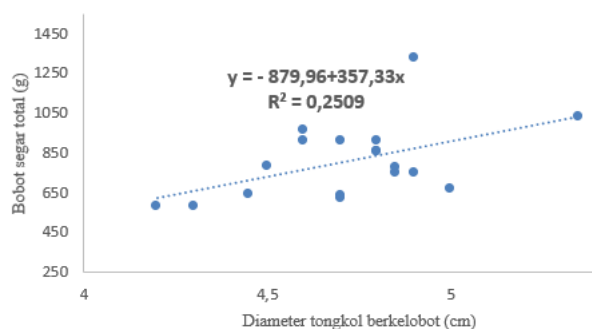
Sebaliknya, pada dosis P 50 kg/ha yang dikombinasikan dengan *green manure*, diameter tongkol justru menurun secara signifikan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kompetisi atau ketidakseimbangan ketersediaan hara pada fase generatif. Bahan organik dari *green manure* memerlukan waktu untuk terdekomposisi dan dapat sementara mengikat N atau P dalam proses imobilisasi, sehingga mengurangi ketersediaan langsung bagi tanaman (Yulnafatmawita *et al.*, 2017; Palm *et al.*, 2001). Akibatnya, meskipun *green manure* bermanfaat dalam jangka panjang, aplikasinya pada saat bersamaan dengan pemupukan P dosis sedang dapat mengganggu keseimbangan hara, terutama jika proses dekomposisi belum optimal.

Selain itu, kombinasi P 100 kg/ha dengan atau tanpa *green manure* tidak menunjukkan peningkatan diameter tongkol yang signifikan dibandingkan perlakuan lain. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian P melebihi dosis optimal tidak secara otomatis mening-

katkan hasil, dan bahkan dapat menurunkan efisiensi pemupukan. Pemberian P berlebihan dapat menyebabkan antagonisme hara atau meningkatkan fiksasi P di tanah, sehingga mengurangi ketersediaannya bagi tanaman (Fageria *et al.*, 2011).

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa pemberian P dosis 50 kg/ha tanpa kombinasi *green manure* merupakan perlakuan yang paling efektif untuk meningkatkan diameter tongkol jagung pulut dalam kondisi penelitian ini. Namun, untuk manfaat jangka panjang terhadap kesuburan tanah dan keberlanjutan pertanian, strategi pemupukan yang mengintegrasikan bahan organik perlu diatur secara tepat waktu dan dosis.

Analisis regresi linear antara diameter tongkol berkelobot dan bobot segar total (Gambar 1) menunjukkan bahwa hubungan keduanya dapat dinyatakan melalui persamaan $y = -879,96 + 357,33x$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,2509. Hal ini menunjukkan bahwa diameter tongkol berkelobot memberikan kontribusi sebesar 25% dalam menjelaskan variasi pada bobot segar total. Dengan demikian, sebesar 75% variasi bobot segar total dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model regresi ini.



Gambar 1. Regresi linear hubungan antara diameter tongkol berkelobot dan bobot segar total

Menurut Sugiyono (2016), nilai R^2 yang kecil menunjukkan bahwa hubungan antar variabel bebas dan terikat bersifat lemah, sedangkan nilai yang mendekati 1 menunjukkan hubungan yang kuat. Oleh karena itu, meskipun terdapat hubungan antara diameter tongkol berkelobot dan bobot segar total, kontribusi variabel diameter tongkol terhadap bobot segar total dalam penelitian ini masih tergolong rendah.

Pemupukan P sebesar 50 kg/ha tanpa pemberian *green manure* leguminosa bunga telang menghasilkan bobot tongkol berkelobot jagung pulut yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 7). Perlakuan ini lebih unggul dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Rata-rata bobot tongkol berkelobot tertinggi diperoleh dari

kombinasi perlakuan P 50 kg/ha tanpa *green manure* leguminosa bunga telang, yaitu sebesar 250,66 g. Hasil ini berbeda dengan temuan Lukiwati *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa pemupukan P sebesar 50 kg/ha melalui aplikasi pupuk NPK menghasilkan bobot tongkol berkelobot yang lebih rendah, yaitu 6,70 kg per plot atau setara dengan 134 g per tanaman (dengan asumsi satu plot terdiri atas 50 tanaman). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi agroekosistem, jenis pupuk yang digunakan, serta kombinasi bahan organik yang diaplikasikan bersama pupuk anorganik.

Tabel 7. Rata-rata bobot tongkol berkelobot (g) oleh kombinasi perlakuan pemupukan P dan *green manure leguminosa bunga telang*

Dosis pemupukan P (kg/ha)	<i>Green manure (g/tanaman)</i>	
	0	5
0	210,33 ab	194,33 a
50	250,66 b	163,66 a
100	194,66 a	211,00 ab
BNJ 5%	27	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kombinasi perlakuan menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Interaksi yang nyata ($P < 0,05$) terjadi antara perlakuan pemupukan P dan pemberian *green manure* leguminosa bunga telang terhadap bobot tongkol tanpa kelobot jagung pulut. Rata-rata bobot tongkol tanpa kelobot jagung pulut berdasarkan kombinasi perlakuan pupuk P dan *green manure* leguminosa bunga telang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata bobot tongkol tanpa kelobot (g) oleh kombinasi perlakuan pemupukan P dan *green manure leguminosa bunga telang*

Dosis pemupukan P (kg/ha)	<i>Green manure (g/tanaman)</i>	
	0	5
0	164,33 ab	136,66 a
50	194,00 b	122,33 a
100	156,66 ab	163,66 ab
BNJ 5%	23,83	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kombinasi perlakuan menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Interaksi yang nyata ($P < 0,05$) terjadi antara perlakuan pemupukan P dan pemberian *green manure* leguminosa bunga telang terhadap bobot segar total jagung pulut. Rata-rata bobot segar total jagung pulut berdasarkan kombinasi perlakuan pupuk P dan *green manure* leguminosa bunga telang disajikan pada Tabel 9.

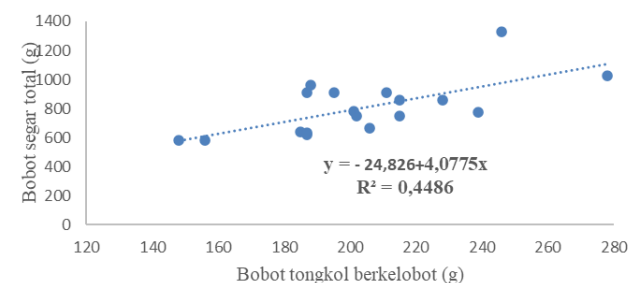
Kombinasi perlakuan pemupukan P 50 kg/ha tanpa pemberian *green manure* leguminosa bunga telang menghasilkan bobot segar total jagung pulut secara nyata lebih tinggi dibandingkan pemupukan P 50 kg/ha dengan pemberian *green manure* leguminosa bunga telang. Rata-rata bobot segar total jagung pulut tertinggi diperoleh dari kombinasi perlakuan pemupukan P 50 kg/ha tanpa *green manure* leguminosa bunga telang senilai 1072 g.

Tabel 9. Rata-rata bobot segar total (g) oleh kombinasi perlakuan pemupukan P dan *green manure leguminosa bunga telang*

Dosis pemupukan P (kg/ha)	<i>Green manure (g/tanaman)</i>	
	0	5
0	796,66 ab	722,66 ab
50	1072,00 b	597,33 a
100	855,00 ab	801,00 ab
BNJ 5%	364,306	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kombinasi perlakuan menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Hubungan antara bobot tongkol berkelobot dan bobot segar total (Gambar 2) membentuk persamaan $y = -24,826 + 4,0775x$ dengan nilai $R^2 = 0,448$. Menurut Chin (1998), nilai R^2 dikategorikan kuat jika lebih dari 0,67, moderat jika lebih dari 0,33 tetapi lebih rendah dari 0,67, dan lemah jika lebih dari 0,19 tetapi lebih rendah dari 0,33. Kategori hubungan ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat kontribusi dari bobot tongkol berkelobot terhadap bobot segar total, namun pengaruhnya tidak dominan. Oleh karena itu, perlu diperhatikan juga faktor-faktor lain seperti jumlah daun, laju fotosintesis, efisiensi penggunaan hara, dan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi bobot segar total secara lebih signifikan.



Gambar 1. Regresi linear hubungan antara bobot tongkol berkelobot dan bobot segar total

Pemberian pupuk fosfor (P) dengan dosis 50 kg/ha menunjukkan pengaruh yang lebih besar terhadap beberapa peubah pertumbuhan tanaman. Hal ini diduga disebabkan oleh faktor klimatologis,

khususnya curah hujan yang memengaruhi intensitas cahaya (yang terkait langsung dengan aktivitas fotosintesis) serta pencucian unsur hara (leaching). Selain itu, waktu pemberian pupuk P yang terlalu jauh dari waktu tanam dapat menyebabkan unsur P menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Riwandi *et al.*, 2017).

Puspitasari (2023) menyatakan bahwa P yang tersedia dari pemupukan berperan dalam pembentukan adenosin trifosfat (ATP), yang berfungsi sebagai sumber energi untuk proses translokasi senyawa fotosintat menuju tempat akumulasi, yaitu tongkol atau buah tanaman. Riwandi *et al.* (2017) menambahkan bahwa fosfor berperan penting dalam menentukan bobot dan jumlah biji tanaman. Sementara itu, menurut Lusmaniar *et al.* (2022), P juga berperan dalam pembentukan nukleotida DNA dan RNA yang penting bagi proses metabolisme tanaman. Oleh karena itu, ketersediaan P melalui pemupukan sangat erat kaitannya dengan perkembangan tongkol jagung pulut, termasuk dalam hal ukuran diameter.

Selain tongkol, diameter batang jagung juga dipengaruhi oleh pemberian pupuk P. Penelitian oleh Firoh *et al.* (2023) menunjukkan bahwa peningkatan pemupukan P berdampak pada pelebaran diameter batang, yang kemudian mendukung kinerja jaringan pembuluh dalam mengangkut unsur hara serta menyimpan hasil fotosintesis. Pemupukan P dengan dosis 100 kg/ha terbukti berpengaruh nyata terhadap diameter batang jagung pulut pada 7 hst. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman memerlukan lebih banyak fosfor untuk mendukung pembentukan jaringan pembuluh, sehingga kemampuan penyerapan air dan hara menjadi optimal.

Görlach *et al.* (2021) menegaskan bahwa sebagian besar P ditranslokasikan ke jaringan tanaman muda seperti daun dan jaringan pucuk. Pada 35 hst, saat tanaman memasuki fase generatif, pemupukan P dosis 100 kg/ha juga berdampak signifikan terhadap diameter batang. Hal ini dikarenakan jaringan pembuluh yang terbentuk akan berfungsi optimal dalam mentranslokasikan fotosintat untuk pembentukan organ generatif, seperti bunga dan tongkol. Unsur P yang diserap oleh tanaman akan terakumulasi pada jaringan pembuluh floem dan xilem melalui jalur apoplas maupun simplas, lalu ditranslokasikan ke organ-organ yang memerlukan untuk pertumbuhan (Görlach *et al.*, 2021).

Pemberian pupuk hijau dari leguminosa bunga telang juga menunjukkan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Rata-rata panjang tanaman jagung pulut tertinggi pada 7 dan 14 hst tercatat sebesar 16,16 cm dan 35,26 cm, meskipun secara statistik berbeda tidak nyata. *Green manure* dari bunga telang diketahui memiliki rasio C:N rendah, yaitu sebesar 11,64, sehingga mudah terdekomposisi dan cepat menyediakan unsur hara (Castro-Rincón *et al.*,

2018). Interval waktu antara aplikasi *green manure* dan penanaman juga memengaruhi ketersediaan nitrogen (NO_3^-) di tanah. Interval yang lebih panjang menyebabkan konsentrasi NO_3^- menjadi lebih rendah dibandingkan dengan interval yang lebih pendek.

Nitrat (NO_3^-) yang dihasilkan dari dekomposisi *green manure* berperan penting dalam pembentukan enzim, klorofil, dan protein, serta mendukung aktivitas metabolisme, pembelahan, pembesaran, dan pemanjangan sel pada jaringan meristem tanaman (Lusmaniar *et al.*, 2022). Selain itu, proses dekomposisi *green manure* juga menghasilkan anion dalam jumlah besar melalui pelepasan gugus hidrogen yang dipicu oleh aktivitas mikroorganisme tanah. Oleh karena itu, *green manure* tidak hanya menyediakan unsur hara, tetapi juga mampu meningkatkan sifat biologi tanah.

Hasil penelitian Abera & Gerkabo (2020) menunjukkan bahwa pemberian *green manure* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap produksi brangkasan atau bobot total dari tanaman jagung. Menurut de C Marques *et al.* (2018), kemampuan tanaman jagung dalam mengakumulasi N berbeda pada setiap genotipe yang juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan interaksinya dengan faktor internal. Hal demikian menunjukkan bahwa proses akumulasi tanaman jagung unsur hara *green manure* berbeda pada setiap genotip dan varietasnya, yang menyebabkan pemberian *green manure* tidak berpengaruh secara signifikan dalam penelitian ini. Selain itu, beberapa jenis leguminosa *green manure* dalam penelitian Cedric (2014) yang meliputi lablab, *mucuna*, dan *sunhemp* dilaporkan mampu meningkatkan produksi jagung pada tahun 2006 hingga 2007 dibandingkan dengan kontrol, sedangkan leguminosa bunga telang tidak terdata dalam penelitian ini. Hal demikian dapat disebabkan oleh produksi leguminosa bunga telang yang lebih rendah dibandingkan dengan ketiga jenis leguminosa tersebut sepanjang tahun tersebut.

Kombinasi perlakuan pemupukan P 50 kg/ha tanpa pemberian *green manure* leguminosa bunga telang berpengaruh nyata terhadap diameter batang dari tanaman jagung pulut pada 28 hst dikarenakan tanaman jagung pulut berada pada fase vegetatif dengan laju pertumbuhan yang dipercepat hingga memasuki fase vegetatif akhir pada 35 hst. Unsur P 50 kg/ha yang dibutuhkan oleh tanaman jagung pulut untuk pembelahan sel pada pembentukan batang beserta jaringan pembuluhnya berpengaruh pada 28 hst, yang kemudian meningkat pada 35 hst menjadi 100 kg/ha. Perlakuan tersebut juga berpengaruh nyata terhadap panjang tanaman jagung pulut pada 14, 21, dan 28 hst dikarenakan tanaman jagung pulut membutuhkan P untuk pertumbuhan dan proses fotosintesisnya pada fase pertumbuhan tersebut. Tanaman jagung pulut pada 28 hst juga mulai membutuhkan

unsur P kembali sebelum memasuki fase vegetatif akhir pada 35 hst untuk fase generatif, yang diindikasikan oleh pengaruhnya terhadap panjang tanamannya. Berdasarkan temuan Edy & Ibrahim (2016), tanaman jagung pulut yang hanya memerlukan dosis pemupukan P sebesar 50 kg/ha menunjukkan bahwa tanaman tersebut mampu menggunakan unsur P dengan lebih efisien. Berdasarkan temuan ini, dapat dikemukakan bahwa penurunan biaya pemupukan berpotensi tercapai melalui pengaplikasian dosis ini.

KESIMPULAN

Kombinasi perlakuan pemupukan P 50 kg/ha tanpa pemberian *green manure* leguminosa bunga telang memberikan hasil terbaik terhadap panjang tanaman pada 14, 21, dan 28 hst; diameter batang pada 7 dan 28 hst, diameter tongkol berkelobot, bobot tongkol berkelobot, bobot tongkol tanpa kelobot, dan bobot segar total tanaman jagung pulut varietas Arumba. Pemupukan P dengan dosis 50 kg/ha dapat disarankan untuk budidaya komoditas tanaman jagung pulut varietas Arumba agar memberikan hasil tertinggi pada fase generatif dari tanaman jagung pulut varietas Arumba.

SANWACANA

Ucapan terima kasih disampaikan kepada UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura Lebo, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur dan Laboratorium Sumberdaya Lahan Agroteknologi UPN “Veteran” Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abera, G. & Gerkabo, H. (2020). Effects of green manure legumes and their termination time on yield of maize and soil chemical properties. *Archives of Agronomy and Soil Science*. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1733536>.
- Alalade, J. A., Fabule, S. A., Okunlola, O. O. & Adebisi, I. A. (2020). Proximate and mineral composition screenings of *Clitoria ternatea* leaves and seeds. In *Proceedings of the 45th Annual Conference of the Nigerian Society for Animal Production (NSAP)* (pp. 1617–1620). DOI: <https://doi.org/10.51791/njap.vi.5984>.
- Badan Pusat Statistik Kota Sidoarjo. (2025). *Kota Sidoarjo dalam angka 2025*. Sidoarjo.
- Castro-Rincón, E., Mojica-Rodríguez, J. E., Carulla-Fornaguera, J. E. & Lascano-Aguilar, C. E. (2018). Evaluation of legumes as green manure in forage crops for livestock in the dry Colombian Caribbean. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 597–617. DOI: <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.32350>.
- Cedric, K. (2014). Use of green manure legume cover crops in smallholder maize production systems in Limpopo province, South Africa. *African Journal of Soil Science*, 2(3), 63–67.
- Chin, W. W. (1998). The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. *Modern Methods for Business Research*, 295, 336.
- de C Marques, G. E., Cavalcante, K. S., Silva, L. K., Brito, N. M., Lima, J. F. & de Moura, E. G. (2018). Effects of legume green manure on the physicochemical quality of maize grains (*Zea mays* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 12(5), 676–685. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.05.PNE647>.
- Drinkwater, L. E., Wagoner, P. & Sarrantonio, M. (1998). Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature*, 396(6708), 262–265. DOI: <https://doi.org/10.1038/24376>.
- Edy & Ibrahim, B. (2016). The effort to increase waxy corn production as the main ingredient of corn rice through the application of phosphate solvent extraction and phosphate fertilizer. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 532–537. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.173>.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C. & Jones, C. A. (2011). *Growth and mineral nutrition of field crops* (3rd ed.). CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/b10904>.
- Firoh, F. M., Jumiatun & Utami, C. D. (2023). Optimalisasi pengaturan jarak tanam dan pemberian pupuk P terhadap produksi tanaman jagung pulut (*Zea mays* Ceratina Kulesh). In *Proceedings of Agropross National Conference: Penguatan Potensi Sumber Daya Lokal Guna Pertanian Masa Depan Berkelanjutan* (pp. 504–510). DOI: <https://doi.org/10.25047/agropross.2023.505>.
- Genesiska, Susanto, B. & Mulyono. (2020). Karakter fenotip tanaman jagung (*Zea mays* L.) lokal varietas pulut Sulawesi di Daerah Istimewa Yogyakarta. *PLANTROPICA: Journal of Agricultural Science*, 5(1), 85–94. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jpt.2020.005.1.10>.
- Görlach, B. M., Sagervanshi, A., Henningsen, J. N., Pitann, B. & Mühling, K. H. (2021). Uptake, subcellular distribution, and translocation of foliar-applied phosphorus: Short-term effects on ion relations in deficient young maize plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166, 677–688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.06.028>.
- Grant, C. A., Flaten, D. N., Tomasiewicz, D. J. & Sheppard, S. C. (2001). The importance of early season phosphorus nutrition. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 211–224. DOI: <https://doi.org/10.4141/P00-093>.

- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L. & Beaton, J. D. (2014). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (8th ed.). Pearson Education.
- Ishartati, E., Sufiyanto, Mejaya, M. J., Fadjri, I. A. & Budiono, R. Y. (2021). Keragaan agronomi dan kadar gula genotipe jagung ungu dan jagung pulut sebagai pangan fungsional. *Agritech*, 23(2), 154–158. DOI: <https://doi.org/10.30595/agritech.v23i2.11651>.
- Khan, F., Khan, S., Fahad, S., Faisal, S., Hussain, S., Ali, S. & Ali, A. (2014). Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on the phenology and yield of maize varieties. *American Journal of Plant Sciences*, 5(17), 2582–2590. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.517272>.
- Lukiwati, D. R., Kusmiyati, F., Yafizham & Anwar, S. (2019). Improvement of plant growth and production of waxy corn with organic-NP enriched manure and inorganic fertilizer in Sragen District of Central Java. *Indonesia International Conference on Food Science and Technology*. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/292/1/012056>.
- Lusmaniar, Oksilia & Nera, K. (2022). Aplikasi biochar sekam padi dan kombinasi pupuk urea, SP-36, dan KCl terhadap komponen hasil dan hasil tanaman jagung ketan (*Zea mays Ceratina*) di lahan ultisol. *Jurnal Agrotek UMMAT*, 9(1), 26–34. DOI: <https://doi.org/10.31764/jau.v9i1.5773>.
- Marschner, P. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press.
- Meng, X., Li, Z., Wu, H., Duan, H., Yu, L., Zhou, C., Wang, M., Zhang, K., Hu, C., Su, Z. & Yu, H. (2024). Effects of a microbial vetch fertilizer on the disease resistance, yield, and quality of sweet waxy corn. *Diversity*, 16 (778). DOI: <https://doi.org/10.3390/d16120778>.
- Meng, J., Li, F., Chen, X. & Zhang, W. (2024). Phosphorus fertilization and green manure interactions in maize: Effects on early growth and stem diameter. *Journal of Agronomic Research*, 18(1), 45–52.
- Palm, C. A., Myers, R. J. K. & Nandwa, S. M. (2001). Combined use of organic and inorganic nutrient sources for soil fertility maintenance and replenishment. In R. J. Buresh, P. A. Sanchez, & F. Calhoun (Eds.), *Replenishing soil fertility in Africa* (pp. 193–217). Soil Science Society of America.
- Puspitasari, B. (2023). Pengaruh dosis pupuk bokashi dan konsentrasi pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pulut (*Zea mays* var. *Ceratina*). *Jurnal Berkala Ilmiah Pertanian*, 6(4), 248–260. DOI: <https://doi.org/10.19184/bip.v6i4.42552>.
- Rani, Y. S., Jamuna, P., Triveni, U., Patro, T. S. S. K. & Anuradha, N. (2021). Effect of *in situ* incorporation of legume green manure crops on nutrient bioavailability, productivity, and uptake of maize. *Journal of Plant Nutrition*, 45 (7), 1004–1016. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.2005802>.
- Riwandi, Prasetyo, Hasanudin & Cahyadinata, I. (2017). *Buku ajar kesuburan tanah dan pemupukan*. Yayasan Sahabat Alam Rafflesia.
- Sosa-Montes, E., la Fuente, J. I. A., Pro-Martínez, A., González-Cerón, F., Enríquez-Quiroz, J. F. & Torres-Cardona, M. G. (2020). Chemical composition and digestibility of four Mexican tropical legumes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 24, 211–220. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2371>.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Cetakan ke-24). Alfabeta, Bandung.
- Yulnafatmawita, Agus, F. & Hairani, R. (2017). Pemanfaatan pupuk hijau untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil tanaman. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 41(1), 27–36. DOI: <https://doi.org/10.21082/jti.v41n1.2017.27-36>.
- Zhao, Y., Wang, P., Li, J., Chen, Y., Ying, X. & Liu, S. (2020). Green manure application enhances soil phosphorus availability and uptake by maize in a phosphorus-deficient Ultisol. *Agronomy*, 10(1), 85. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10010085>.