

Karakter Fisiologi dan Hasil dari Tanaman Ciplukan (*Physalis angulata*) Pada Perlakuan Pemupukan Fosfat dan Mikoriza

(Physiological Character and Yield of Ciplukan (*Physalis angulata*) on Phosphate Fertilizer and Mycorrhizal Treatment)

Nilu Wahyunita¹, Okti Herliana^{2*}, Ahmad Fauzi², Rosi Widarawati³

(Diterima Desember 2020/Disetujui Juli 2021)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengukur pengaruh dosis pupuk fosfat dan mikoriza serta interaksi keduanya pada karakter fisiologi dan hasil tanaman ciplukan. Percobaan dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juli 2020 di lahan percobaan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap yang terdiri atas dua faktor. Faktor pertama ialah dosis pupuk SP-36 (mengandung fosfat P_2O_5 36%) dengan taraf: P0 = dosis 0% (0 kg/ha), P1 = dosis 25% (75 kg/ha), P2 = dosis 50% (150 kg/ha), dan P3 = dosis 100% (300 kg/ha). Faktor kedua adalah dosis mikoriza, yaitu M0 = 0 g, M1 = 3 g, M2 = 6 g, dan M3 = 9 g, (analisis awal berjumlah 10 spora per 3 g). Kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data hasil pengukuran dan pengamatan dianalisis dengan sidik ragam (uji F), dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan dengan nilai $P = 0,05$ dan regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian dosis 75 kg/ha setara dengan pemberian dosis 300 kg/ha. Serapan P pada dosis 75 kg/ha dan 300 kg/ha masing-masing adalah 22,03 ppm dan 23,18 ppm; laju pertumbuhan tanaman dengan dosis 75 kg/ha dan dosis 300 kg/ha berturut-turut adalah 12,39 g/cm²/pekan dan 14,24 g/cm²/pekan. Pemberian mikoriza berbeda nyata dengan variabel infeksi akar pada dosis 6 g, yaitu 49,17%. Terdapat interaksi antara dosis SP-36 dan mikoriza terhadap kadar klorofil daun pada dosis 0% dan 3 g mikoriza.

Kata kunci: ciplukan, karakter fisiologi, mikoriza, hasil dan pupuk P

ABSTRACT

This study aimed to determine phosphate fertilizer and mycorrhizal dosages as well as the interaction of both treatments to the physiological character and the yield of *ciplukan* plants. The experiment was carried out from February to July 2020 on an experimental farm. The study used a Randomized Completely Block Design, consisted of two factors. The first factor was the dose of SP-36 fertilizer, containing 36% phosphate (P_2O_5), and the levels were P0 = 0% dose (0 kg/ha), P1 = 25% dose (75 kg/ha), P2 = 50% dose (150 kg/ha), and P3 = 100% dose (300 kg/ha). The second factor was the mycorrhizal dose, namely M0 = 0 g, M1 = 3 g, M2 = 6 g, and M3 = 9 g (containing 10 spores per 3 g). Each treatment combination was in triplicates. The measurement and observation data were analyzed using the analysis of variance (F-test), followed by Duncan's multiple range test with P-value = 0.05 and regression. The results showed that application of 75 kg/ha dose was equivalent to the application of 300 kg/ha. P uptakes at 75 kg/ha and 300 kg/ha dose of fertilizer were 22,03 ppm and 23,18 ppm, respectively. The plant growth rate was 12,39 g/cm²/week on the application of 75 kg/ha fertilizer and resulted in 14,24 g/cm²/week on 300 kg/ha dose. The mycorrhizal application was significantly different from the root infection at a dose of 6 g, namely 49.177%. There was an interaction between the dose of SP-36 fertilizer and the mycorrhizal on leaf chlorophyll content at a dose of 0% and 3 g mycorrhizal.

Keywords: *Physalis angulata*, mycorrhizal, phosphate fertilizer, physiological character and yield

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki sekitar 5000 jenis tumbuhan yang berpotensi di bidang

penelitian, farmologi, inovasi, hingga pangan fungsional (Kartawinata 2010). Banyaknya tumbuhan liar yang tumbuh dan berkembang menyebabkan masyarakat belum banyak mengenal manfaatnya, salah satu di antaranya dan termasuk kategori gulma tetapi bermanfaat bagi kesehatan adalah tanaman ciplukan (*Physalis* sp.). Sebagai obat herbal, tumbuhan ini digunakan untuk menyembuhkan berbagai gangguan seperti asma, ginjal, kandung kemih, hepatitis, asam urat, radang, kanker, masalah pencernaan, dan diabetes (Bano *et al.*, 2015). Studi telah menunjukkan beberapa efek farmakologinya seperti antimikroba, antiparasit, antiinflamasi, antinosiseptif, antimalaria,

¹ Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno No 61, Purwokerto 53123

² Laboratorium Agroekologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno No 61, Purwokerto 53123

³ Laboratorium Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno No 61, Purwokerto 53123

* Penulis Korespondensi:

Email: okti.herliana@unsoed.ac.id

antileishmanial, immunosupresif, diuretik antiasthmatic, dan aktivitas antitumor (Elsa & Gabriel 2013).

Ciplukan termasuk famili *Solanaceae* yang memiliki habitat asli tropis asli Amerika Utara dan Selatan (Silva *et al.* 2005). Spesies ini tumbuh sebagai gulma dan melimpah di daerah padang rumput, perkebunan, ladang sepanjang jalan, di lereng terbuka bahkan di daerah hutan yang terbuka (Hadiyanti *et al.* 2017). Nutrisi yang terkandung ialah vitamin, mineral, dan antioksidan (Wei *et al.* 2012). Buahnya dapat dikonsumsi sebagai produk buah segar maupun makanan olahan seperti selai dan kismis. Menurut Fischer & Herrera (2011), prospek bisnisnya bagus bagi eskportir di berbagai negara. Harga jualnya di pasar Eropa mencapai Rp150.000–250.000,- (Puenta 2011).

Merujuk pada kandungan gizi dan manfaatnya bagi kesehatan, budi daya ciplukan perlu dikembangkan. Petani belum banyak membudidayakannya karena dianggap sebagai gulma sehingga perlu dipelajari karakter fisiologinya supaya memudahkan perawatan dan menghasilkan produksi buah yang optimum. Sebagai tumbuhan liar, ada mekanisme alami untuk mempertahankan hidup. Mekanisme tersebut terjadi karena interaksi saling menguntungkan dengan mikroorganisme yang ada di dalam tanah atau di jaringan tanaman. Salah satu mikroorganisme yang membantu proses mempertahankan diri dari cekaman kekeringan, kekurangan nutrisi, dan cekaman naungan adalah jamur mikoriza. Hal ini diungkapkan oleh Sasli & Wicaksono (2017), bahwa mikoriza dapat diaplikasikan pada tanaman ciplukan. Mikoriza merupakan jamur tanah yang dapat bersimbiosis dengan akar tanaman, mampu membantu penyerapan unsur fosforus, meningkatkan ketahanan tanaman, kekeringan, penyakit, dan kondisi lainnya (Auge, 2001). Simbiosis mikoiza dengan perakaran tanaman terjadi karena hifa mikoriza mampu menyerap unsur hara. Keunggulan tersebut juga dilaporkan oleh Musafa *et al.* (2017).

Tanaman membutuhkan unsur hara makro, yaitu nitrogen (N), fosforus (P), dan kalium (K). Unsur N berperan pada proses pertumbuhan fase vegetatif, dan P berfungsi sebagai sumber energi pada setiap proses metabolisme tanaman. Kalium berperan sebagai unsur yang dapat meningkatkan sintesis dan translokasi karbohidrat sehingga meningkatkan ketebalan dinding sel dan kekuatan batang (Solihin *et al.* 2019). Berdasarkan kebutuhan ketiga unsur makro tersebut, penggunaan P sebagai pupuk terkendala. Kendalanya ialah karena reaksi fiksasi dan retensi, yang menyebabkan P tidak tersedia bagi tanaman sehingga pemupukan menjadi tidak efisien (Tambunan *et al.* 2014). Oleh karena itu, penambahan mikoriza diharapkan mampu mengoptimalkan serapan P untuk pertumbuhan. Untuk mengoptimalkan penyerapan, pupuk P harus tepat dosis. Elpawati *et al.* (2015) menjelaskan bahwa penggunaan pupuk memerlukan takaran dosis yang tepat dan sesuai agar mampu

memberikan hasil optimum. Tujuan penelitian ini adalah menetapkan dosis pupuk P dan mikoriza serta interaksi antara pupuk P dan mikoriza yang optimum berdasarkan karakter fisiologi dan hasil tanaman ciplukan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Ciplukan dibudidayakan di kebun percobaan Laboratorium Agroekologi dan Laboratorium Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, pada bulan Februari–Juli 2020. Media tanam menggunakan tanah inseptisol dalam polibag. Karakter fisiologis tanaman dianalisis di kedua laboratorium tersebut.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih ciplukan badak, pupuk kompos, tanah inseptisol, mikoriza, pupuk SP-36, dan polibag ukuran (30 x 35) cm. Bahan untuk analisis serapan P terdiri atas H₂O₂ (hidrogen peroksida) 3%, (NH₄)₆ Mo₇O₂₄·4H₂O (amonium molibdat tetrahidrat), H₂SO₄ pa (asam sulfat), K(SbO)C₄H₄O₆·0,5 H₂O (antimon kalium tartrat), dan C₆H₈O₆ (asam askorbat). Bahan yang digunakan untuk analisis infeksi akar ialah KOH (kalium hidroksida) 10%, HCl (Asam klorida) 1%, dan biru anilina. Alat analitis yang digunakan ialah spektrofotometer, mikroskop, dan pH meter.

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri atas dua faktor. Faktor pertama ialah dosis pupuk SP 36 yang mengandung fosfat (P₂O₅) 36% dengan taraf: P0 = dosis 0% (0 kg/ha), P1 = dosis 25% (75 kg/ha), P2 = dosis 50% (150 kg/ha), dan P3 = dosis 100 % (300 kg/ha). Faktor kedua adalah dosis mikoriza, dengan analisis awal 1 spora/g, yaitu M0 = 0 g, M1 = 10 g, M2 = 20 g, dan M3 = 30 g. Setiap faktor dikombinasikan sehingga didapatkan 16 kombinasi perlakuan. Perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 48 satuan percobaan dan setiap unit terdiri atas 4 polibag, dan tTotal jumlah tanaman adalah 196. Variabel yang diamati ialah tinggi tanaman (cm), umur berbunga (hst), kadar klorofil daun (mg/L), dan persentase infeksi akar (%) yang dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ infeksi akar} = \frac{\text{jumlah akar terinfeksi}}{\text{jumlah total potongan akar}} \times 100\%$$

Serapan P jaringan tanaman (ppm) diukur dengan persamaan = kadar P jaringan (%) x bobot kering Indeks luas daun (ILD) adalah total luas daun (A) pada luas tanah yang ditutupi tanaman (P). Laju asimilasi bersih (LAB) dihitung dengan rumus berikut:

$$LAB = \frac{W2-W1}{T2-T1} \times \frac{Ln A2-Ln A1}{A2-A1}$$

Keterangan

- W1 = Bobot kering total pekan ke-n1
- W2 = Bobot kering total pekan ke-n2
- T1 = Pekan ke-n1
- T2 = Pekan ke-n2
- A1 = Total luas daun ke-n1
- A2 = Total luas daun ke-n2

Laju pertumbuhan tanaman (LPT) dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Laju pertumbuhan} = \frac{1}{GA} \times \frac{W2-W1}{T2-T1}$$

Keterangan

- GA = Luas petak
- W1 = Bobot kering total pekan ke-n1
- W2 = Bobot kering total pekan ke-n2
- T1 = Pekan ke-n1
- T2 = Pekan ke-n2

Variabel indeks panen (IP) dikur dengan menimbang bobot panen yang dapat dikonsumsi (W_0) per bobot biomassa total tanaman (W_1). Bobot biomassa tanaman diperoleh dengan mengeringkan seluruh tanaman per polibag.

$$\text{Indeks panen} = \frac{W_0}{W_1} \text{ kg}$$

Analisis Data

Data hasil pengamatan dan pengukuran setiap variabel pertumbuhan, karakter fisiologis, dan hasil tanaman dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (uji F), dan dilanjutkan uji jarak berganda Duncan, serta regresi hasil sidik ragam yang berbeda nyata dengan nilai $P = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sidik Ragam (Uji F) Pengaruh Pupuk P dan Mikoriza Pada Karakter Fisiologi dan Hasil Tanaman

Variabel pertumbuhan, fisiologi, dan hasil tanaman ciplukan yang diamati meliputi tinggi tanaman, umur

berbunga, kadar klorofil, infeksi akar, serapan P, indeks luas daun, laju asimilasi bersih, laju pertumbuhan tanaman dan indeks panen. Hasil analisis sidik ragam semua variabel tersebut menunjukkan respons yang beragam (Tabel 1). Tanaman menunjukkan respons beragam pada pemberian dosis pupuk fosfat dan mikoriza pada semua variabel. Pupuk fosfat berpengaruh nyata pada serapan P, laju pertumbuhan tanaman, dan indeks panen. Perlakuan dosis mikoriza menunjukkan pengaruh nyata pada variabel infeksi akar. Pemberian kombinasi dosis pupuk P dan mikoriza hanya berpengaruh nyata pada kadar klorofil daun. Respons yang ditunjukkan oleh tanaman bukan hanya dipengaruhi oleh perlakuan tetapi juga oleh faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembapan di sekitar daerah pertanaman.

Pengaruh Dosis Pupuk P Pada Karakter Fisiologi dan Hasil Tanaman

Unsur P yang terkandung dalam pupuk SP 36 bagi tanaman famili *Solanaceae* berfungsi dalam proses respirasi dan biokimia seperti pembungaan, pembentukan sel, tranpirasi, fotosintesis, dan perkecambahan. Kekurangan unsur P dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil, proses pembungaan terhambat, dan ukuran buah terung relatif kecil (Nggolitu *et al.* 2017). Pemberian pupuk P terkendala karena terjadi reaksi fiksasi dan retensi. Hal tersebut akan menyebabkan tidak tersedia bagi tanaman sehingga efisiensi pemupukan menjadi rendah (Tambunan *et al.* 2014). Oleh karena itu, perlu adanya aplikasi mikoriza agar dapat bersimbiosis dengan perakaran tanaman dalam membantu proses penyerapan unsur hara P.

Aplikasi pupuk P pada berbagai dosis yang berbeda tidak berpengaruh nyata pada variabel tinggi tanaman, umur berbunga, kadar klorofil, infeksi akar, indeks luas daun, dan laju asimilasi bersih. Pemberian pupuk P pada berbagai dosis berpengaruh nyata pada serapan P, laju pertumbuhan tanaman, dan indeks panen (Tabel 2). Variabel serapan P pada pemberian pupuk dosis 300 kg/ha menunjukkan hasil tertinggi, yaitu 23,18 ppm, tetapi tidak berbeda nyata dengan pemberian dosis 25%, yakni 22,028 ppm; dosis 25% juga tidak berbeda nyata dengan dosis 50%, yakni

Tabel 1 Matriks hasil sidik ragam (uji F) pupuk P dan mikoriza terhadap karakter fisiologi dan hasil tanaman ciplukan

Komponen	P	M	PxM
Tinggi tanaman	tn	tn	tn
Umur berbunga	tn	tn	tn
Kadar klorofil	tn	tn	sn
Infeksi akar	tn	sn	tn
Serapan P	n	tn	tn
Indeks luas daun	tn	tn	tn
Laju asimilasi bersih	tn	tn	tn
Laju pertumbuhan tanaman	n	tn	tn
Indeks panen	n	tn	tn

Keterangan: P = Dosis pupuk P; M = Dosis mikoriza; P × M = kombinasi perlakuan dosis pupuk P dan mikoriza; tn = tidak nyata, n = nyata, dan sn = sangat nyata pada uji F ($P = 0,05$).

Tabel 2 Hasil analisis sidik ragam pengaruh dosis pupuk P dan mikoriza pada karakter fisiologi dan hasil tanaman ciplukan

Perlakuan	Variabel								
	TT (cm)	UB (hari)	KK (mg/L)	IA (%)	SP (ppm)	ILD (cm ²)	LAB (g/cm ² /pekan)	LPT (g/cm ² /pekan)	IP
DOSIS P (kg/ha)									
0	49,739	33,167	11,663	36,667	14,508a	12,388	0,002	7,780a	1,307a
75	48,167	34,000	11,233	37,500	22,028bc	10,485	0,004	12,385b	1,486b
150	46,781	32,917	10,850	42,500	20,140b	10,449	0,003	11,672b	1,860c
300	48,770	33,250	11,069	38,333	23,177c	11,493	0,003	14,242c	1,466b
F hitung	1,038	0,790	0,941	0,425	3,868*	0,275	1,959	3,431*	3,669*
F tabel	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922
DOSIS MIKORIZA (g)									
0	48,470	33,250	10,598	15,833a	20,763	10,619	0,003	12,191	1,619
10	48,155	32,667	11,662	36,677b	19,873	10,328	0,003	10,553	1,378
20	49,789	33,583	11,414	49,167c	21,986	13,317	0,003	12,389	1,563
30	47,683	33,833	11,142	53,333c	17,303	10,553	0,003	10,949	1,559
F hitung	0,538	0,924	1,659	17,949*	1,048	0,640	0,021	0,382	0,740
F tabel	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922
K.K (%)	8,828	5,454	10,959	19,663	17,282	20,479	27,047	21,731	27,726

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada variabel dan perlakuan yang sama menunjukkan berbeda nyata pada Uji jarak berganda pada nilai $P = 0,05$ TT = tinggi tanaman, UB = umur berbunga, KK = kadar klorofil, IA = infeksi akar, SP = serapan P jaringan tanaman, ILD = indeks luas daun, LAB = laju asimilasi bersih, LPT = laju pertumbuhan tanaman, IP = indeks panen, KK = koefisien keragaman.

20,140 ppm. Perlakuan tanpa pemupukan P (dosis 0%) menunjukkan hasil terendah (14,580 ppm). Variabel laju pertumbuhan tanaman pada pemberian dosis pupuk 300 kg memperlihatkan hasil tertinggi (14,24 g/cm²/pekan) yang berbeda nyata dengan dosis pupuk 0,75 kg/ha, dan 150 kg/ha, yaitu berturut-turut 7,78; 12,39; dan 11,67 g/cm²/pekan. Pemberian dosis 150 kg/ha menunjukkan hasil tertinggi pada variabel indeks panen (1,86) yang berbeda nyata dengan pemberian dosis 0,75 kg/ha dan 300 kg/ha (1,31 versus 1,49 dan 1,47).

Hasil percobaan menunjukkan, dosis pupuk P berbeda tidak berpengaruh nyata pada tinggi tanaman. Hal ini diduga akibat penyerapan pada tanaman memiliki batas tertentu sehingga tambahan dosis pupuk P yang semakin tinggi tidak diserap oleh tanaman melainkan terikat oleh unsur lain. Kasno *et al.* (2006) menyatakan peningkatan dosis pupuk P dari 20 menjadi 80 kg/ha tidak meningkatkan tinggi tanaman jagung. Pemupukan dengan dosis yang terlalu tinggi mengakibatkan kelebihan unsur hara sehingga dapat menyebabkan proses fisiologi tanaman terganggu (Situmorang 2013).

Variabel umur berbunga yang tidak berbeda nyata yang dikarenakan suhu antara perlakuan yang satu dengan yang lain hampir sama. Sutoyo (2011), menyatakan bahwa suhu dan panjang hari memengaruhi umur berbunga, semakin tinggi suhu maka semakin cepat berbunga. Pada saat penelitian, rata-rata suhu harian 20–28°C termasuk kategori normal sesuai dengan syarat tumbuh tanaman ciplukan,

Kandungan klorofil daun dapat dijadikan sebagai indikator yang sensitif pada kondisi fisiologis suatu tumbuhan (Sampson *et al.* 2003). Pembentukan klorofil dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor genetik tanaman, intensitas cahaya, oksigen, karbohidrat, unsur hara, air, dan suhu (Dwijoseputro 1992). Pada

penelitian ini, pemberian dosis pupuk P pada berbagai dosis tidak berpengaruh pada kadar klorofil karena ciplukan merupakan tanaman liar yang mampu beradaptasi untuk tumbuh pada berbagai kondisi cekaman kekurangan nutrisi, kekeringan maupun naungan. Pada semua taraf pemupukan P, tanaman masih dapat menghasilkan kadar klorofil yang sama, sebagai indikator bahwa tanaman masih dapat melaksanakan fotosintesis.

Pemberian dosis pupuk P berpengaruh pada serapan P jaringan tanaman. Menurut Subhan *et al.* (2009) terjadi peningkatan serapan hara pada dosis pupuk yang lebih tinggi. Semakin tinggi dosis pupuk P yang diberikan, semakin tinggi serapan hara. Hal ini memengaruhi ketersediaan dan kemampuan tanaman untuk menyerap hara anorganik maupun hayati, yaitu bahan organik tanah, kelembapan tanah, keberadaan mikroba tanah, dan faktor lingkungan (Trisilawati & Yusron 2008). Hubungan serapan P jaringan tanaman pada pemberian dosis pupuk P menghasilkan persamaan $y = -0,0001x^2 + 0,0624x + 15,53$ dengan nilai $R^2 = 0,6014$. Berdasarkan garis regresi tersebut, dosis pupuk 312 kg/ha mampu memberikan hasil yang optimum pada variabel serapan P sebesar 44,733 ppm. Nilai $R^2 = 0,6014$ diartikan sebagai pemberian pupuk P berpengaruh 60,14% pada serapan P jaringan tanaman. Hubungan serapan P jaringan tanaman dan pemberian dosis pupuk P ditunjukkan pada garis regresi (Gambar 1).

Aplikasi dosis P 100% menurunkan infeksi akar. Djazuli (2011) menjelaskan pemupukan P yang tinggi menurunkan populasi mikoriza arbuscular dan persentase infeksi mikoriza di dalam akar purwoceng. Menurut Nurmayulis *et al.* (2014), semakin banyak pemberian pupuk P pada tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza, semakin sedikit jumlah persentase populasi mikoriza dalam tanah dan tanaman.

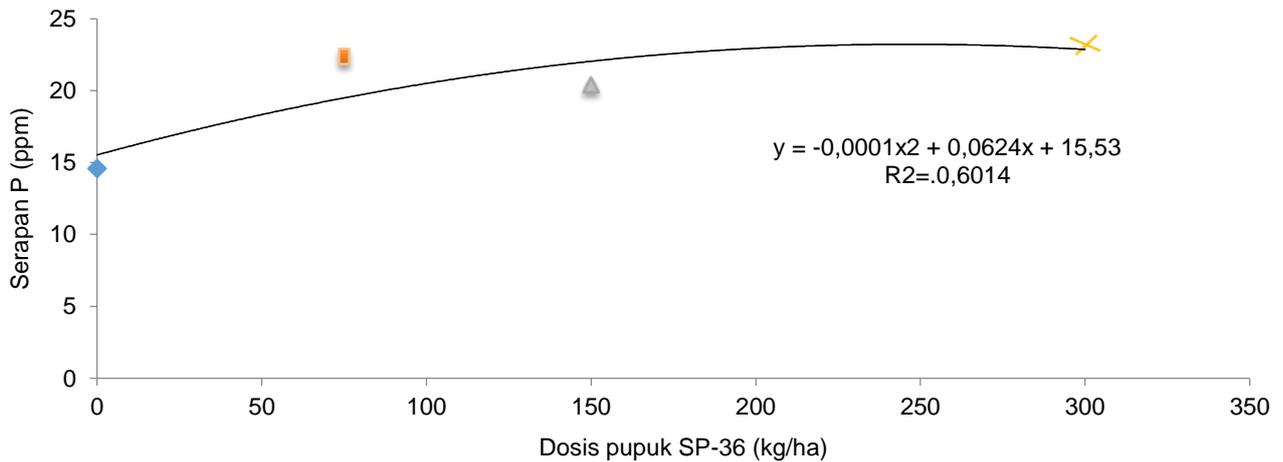
Laju pertumbuhan menunjukkan bahwa semakin meningkatnya umur tanaman akan menurunkan laju pertumbuhan. Permasari & Sulistyarningsih (2013) menjelaskan hal tersebut adalah karena tanaman sudah memasuki fase reproduktif dan banyak daun yang telah senesens. Hal yang sama juga terjadi pada penelitian Setyawan & Setyawan (2020), bahwa pemberian pupuk SP-36 yang ditambah asam humat berpengaruh nyata pada laju pertumbuhan tanaman pada umur 21–28 hst. Pupuk P dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak karena berpengaruh langsung pada proses kehidupan tanaman (Damanik *et al.* 2011). Hubungan serapan P jaringan tanaman dan dosis pupuk P ditunjukkan pada garis regresi (Gambar 2).

Hubungan laju pertumbuhan tanaman dan pemberian dosis pupuk P menghasilkan persamaan $y = -7E-05x^2 + 0,04x + 8,324$ dengan nilai $R^2 = 0,8368$. Berdasarkan garis regresi tersebut, dosis pupuk 285,71 kg/ha mampu memberikan hasil yang optimum pada variabel laju pertumbuhan tanaman 25,464

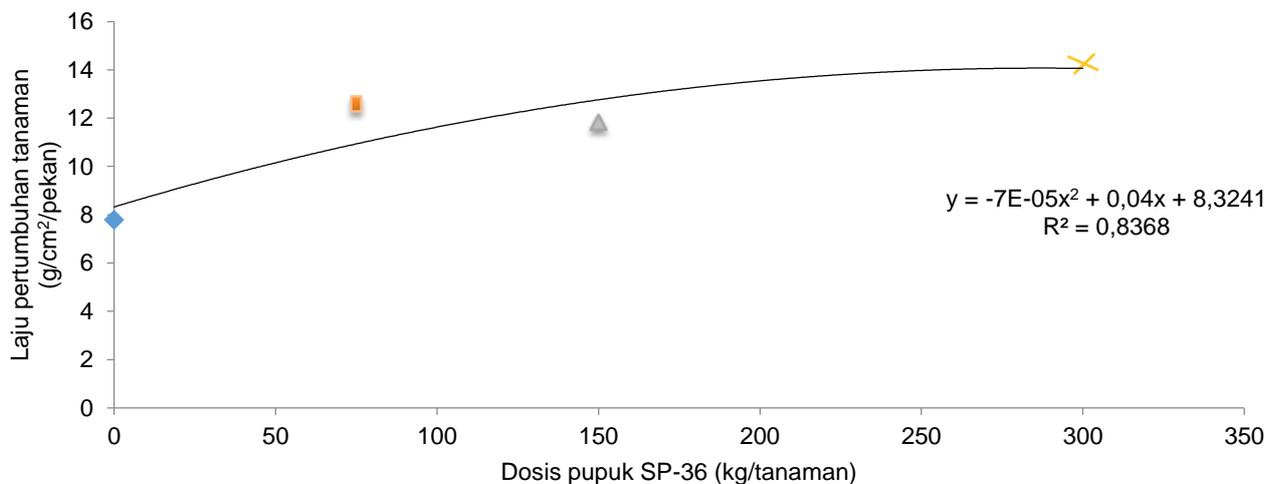
g/cm²/pekan. Nilai $R^2 = 0,8368$ diartikan bahwa pemberian pupuk P berpengaruh 83,68% pada laju pertumbuhan tanaman.

Nilai indeks panen bergantung pada lama dan laju pertumbuhan sebelum dan sesudah antesis dan pada pembagian bobot kering setelah antesis (Goldsworthy & Fisher 1992). Pemberian dosis pupuk P tersebut mampu diserap optimum pada proses fase vegetatif untuk menyiapkan fase generatif. Kurniawan (2018) menyatakan bahwa P menjadi komponen yang diserap dengan cepat selama vegetatif dan ditranslokasikan ke biji setelah pembungaan. Selain itu, P meningkatkan laju transportasi bahan kering ke biji akibat pemberian pupuk.

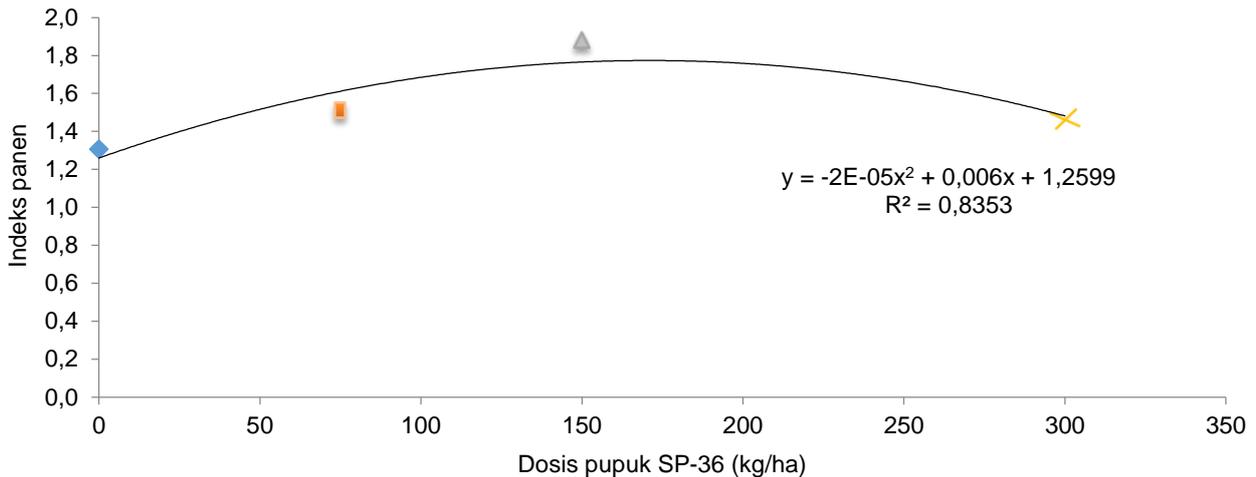
Hubungan Indeks panen dan pemberian dosis pupuk P ditunjukkan pada garis regresi (Gambar 3) melalui persamaan $y = -2E-05x^2 + 0,006x + 1,2599$ dengan nilai $R^2 = 0,8353$. Berdasarkan garis regresi, pemberian dosis pupuk SP-36 150 kg/ha mampu memberikan hasil yang optimum pada variabel indeks panen sebesar 2,6094. Nilai $R^2 = 0,8368$ dimaknai



Gambar 1 Garis regresi pengaruh dosis pupuk P pada serapan P jaringan tanaman.



Gambar 2 Garis regresi pengaruh dosis pupuk P pada laju pertumbuhan tanaman.



Gambar 3 Garis regresi pengaruh dosis pupuk P pada indeks panen.

sebagai pemberian pupuk P berpengaruh 83,53% pada indeks panen.

Pengaruh Dosis Mikoriza Pada Karakter Fisiologi dan Hasil Tanaman

Pemberian dosis mikoriza yang berbeda memengaruhi variabel infeksi akar (Tabel 2). Pemberian mikoriza 6 g menunjukkan presentasi infeksi akar tertinggi, yaitu 53,33% dan setara dengan 9 g, yaitu 49,17%. Semakin tinggi dosis mikoriza, semakin besar infeksi, karena jumlah spora semakin banyak dan daerah penyebarannya semakin meluas. Penelitian Fitriyah (2012) menunjukkan bahwa pemberian vesikular mikoriza arbuskular (VMA) 100 g mendukung perkecambahan spora yang lebih cepat dan infeksi akar lebih aktif dalam proses kolonisasi akar. Hal yang sama juga dijelaskan oleh Adetya *et al.* (2018), yakni meningkatnya persentase infeksi akar karena semakin meningkat pula pupuk mikoriza yang ditambahkan pada media tanam

Pemberian dosis mikoriza yang berbeda tidak berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, umur berbunga, kadar klorofil, serapan P jaringan tanaman, indeks luas daun, laju asimilasi bersih, laju pertumbuhan tanaman, dan indeks panen. Pemberian mikoriza belum mampu meningkatkan hasil tanaman ciplukan (Tabel 2). Pemberian mikoriza pada berbagai dosis belum optimum membantu penyerapan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Menurut Jaenudin & Sugesa (2019), tanaman memerlukan unsur hara makro yang optimum untuk proses metabolisme pada fase vegetatif. Pembungaan terjadi pada tanaman saat memasuki fase generatif baik pada kondisi cukup maupun kekurangan nutrisi. Pada penelitian ini tanaman ciplukan mengalami umur berbunga yang panjang, sekitar 32–34 hst sedangkan menurut Mazarra *et al.* (2006) umur berbunga tanaman ini 10–12 hst. Pemberian dosis mikoriza yang berbeda tidak berpengaruh pada serapan P jaringan tanaman, karena perbedaan keefektifan mikoriza yang mampu menumbuhkan dan menyebarkan miselium eksternal

secara luas (Fitriyah 2012). Mikoriza yang digunakan memiliki jenis yang berbeda dan tingkat keefektifan dalam menyerap P yang rendah. Hal ini menjadikan tanaman belum dapat menyerap unsur P secara optimum. Kadar klorofil daun tidak berbeda nyata pada perlakuan pupuk mikoriza yang berbeda. Hal ini membuktikan bahwa pemberian pupuk mikoriza relatif sedikit pengaruhnya pada kadar klorofil. Selain itu, kandungan karbohidrat dapat membantu pembentukan klorofil. Hal ini berhubungan dengan peran hifa eksternal mikoriza yang berfungsi memperbaiki dan memantapkan struktur tanah (Paraman & Harnina 2008).

Aplikasi mikoriza pada dosis yg berbeda menunjukkan pengaruh yang tidak nyata pada indeks luas daun dan laju asimilasi bersih. Pada fase vegetatif, proses fotosintesis lebih didukung oleh unsur hara nitrogen untuk pembentukan klorofil, protoplasma, protein, dan asam-asam nukleat (Adetya *et al.* 2018). Laju asimilasi bersih merupakan hasil dari asimilasi, per satuan luas dan waktu. Peningkatan laju asimilasi bersih terjadi apabila bobot kering tanaman tinggi dengan bertambahnya umur tanaman (Rahman *et al.* 2015). Laju asimilasi dipengaruhi oleh luasan daun menyebabkan efek saling menaungi untuk efisiensi penyerapan radiasi matahari.

Variabel laju pertumbuhan tanaman dan indeks panen tidak berbeda signifikan pada berbagai dosis mikoriza. Hal ini karena luas daun juga tidak berbeda nyata. Suharno & Santoso (2005) menjelaskan bahwa luas daun yang meningkat akan berpengaruh pada peningkatan kapasitas daun pada proses fotosintesis. Hal tersebut mengakibatkan luas daun tinggi yang akan meningkatkan hasil fotosintat pada laju pertumbuhan tanaman sehingga akan berpengaruh juga pada produksi panen yang dibudidayakan. Tambahan mikoriza belum mampu menginfeksi akar secara maksimum sehingga tidak memengaruhi pertumbuhan generatif. Faktor lain yang memengaruhi ialah ketersediaan air yang terbatas, yang akan membatasi pertumbuhan, misalnya, luas daun yang

Tabel 3 Interaksi dosis pupuk SP 36 dan mikoriza terhadap kadar klorofil daun

Perlakuan dengan SP-36 (kg/ha)	Kadar klorofil dengan dosis spora mikoriza (mg/L)			
	0 g	3 g	6 g	9 g
0	10,923 Ab	12,877 Cc	12,240 Bc	10,610 Aa
75	8,743 Aa	11,913 Bb	12,217 Bc	12,060 Bc
150	10,510 Ab	10,037 Aa	11,387 Bb	11,467 Bb
300	12,213 Ac	11,820 Ac	9,813 Ca	10,430 Ca

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kapital kecil yang sama ke arah kolom dan huruf kapital besar yang sama ke arah baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji jarak berganda Duncan pada nilai $P = 0,05$.

menyebabkan bobot kering total tanaman rendah berakibat pada menurunnya laju pertumbuhan tanaman (Permanasari & Sulistyaningsih 2013).

Pengaruh Interaksi Pupuk P dan Mikoriza Pada Karakter Fisiologi dan Hasil Tanaman

Kombinasi pemberian pupuk P dan mikoriza hanya mampu memberikan interaksi pada variabel kadar klorofil daun pada perlakuan dosis 0% dan 10 g/spora dengan nilai 12,877 ppm. (Tabel 3) Mikoriza dapat bekerja pada kondisi tanah yang unsur P nya sedikit, pada perlakuan tanpa pemupukan P (0 kg/ha). Unsur P yang digunakan pertumbuhan tanaman merupakan P_2O_5 tersedia di tanah inseptisol sebesar 0,006% berdasarkan uji laboratorium. Interaksi terjadi jika kedua faktor perlakuan bersinergi dalam memengaruhi variabel yang diamati (Herliana *et al.* 2018).

Kadar klorofil berpengaruh pada terjadinya fotosintesis. Semakin tinggi klorofil daun, semakin meningkat laju fotosintesis. Peningkatan laju fotosintesis akan diikuti oleh hasil fotosintatnya (Hazra *et al.* 2019). Hasil fotosintat digunakan untuk pertumbuhan organ-organ tanaman (Koryati 2004). Organ-organ tersebut ialah daun, batang, akar, buah, hingga jaringan tanaman. Kadar klorofil tertinggi terjadi pada tanaman yang tidak diberi pupuk P. Pemupukan tanaman ciplukan tidak hanya memberikan unsur P, tetapi juga unsur N dan K, masing-masing 3 g/tanaman dan 1,35 g/tanaman. Mungkin terjadi interaksi pada kandungan klorofil daun karena unsur hara N dibutuhkan pada fase vegetatif berupa pertumbuhan daun. Menurut Adil *et al.* (2005) semakin tinggi pemberian nitrogen sampai batas optimum, semakin meningkat jumlah klorofil.

KESIMPULAN

Dosis 75 kg/ha atau 25% dosis SP-36 rekomendasi mampu memberi hasil optimum pada variabel serapan P dan laju pertumbuhan tanaman. Pemupukan 150 kg/ha atau 75% dosis rekomendasi menghasilkan indeks panen tertinggi, yaitu 1,86. Pemberian mikoriza 6 g dan 9 g memperlihatkan infeksi akar yang setara, yaitu masing-masing 49,167% dan 53,667%. Kombinasi pupuk P dan mikoriza hanya mampu memberikan interaksi pada variabel kadar klorofil daun pada perlakuan dosis 0% dan 10 g/spora dengan nilai 12,877 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetya V, Nurhatika S, Muhibuddin A. 2018. Pengaruh pupuk mikoriza terhadap pertumbuhan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) di tanah pasir. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 7(2): 75–79. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37251>
- Adil WH, Sunarlim N, Roostika I. 2005. Pengaruh tiga jenis pupuk nitrogen terhadap tanaman sayuran. *Biodiversitas*. 7(1): 77–78.
- Auge RM. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*. 11: 35–42. <https://doi.org/10.1007/s005720100097>
- Bano AHS, Dhaliwal V, Sharma. 2015. A pharmalogical comprehensive review on 'rassbharry' (*Physalis angulata* L.). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*. 8: 30–34.
- Damanik MMB, Hasibuan BE, Fauzi, Sarifuddin, Hanum H. 2011. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press. Medan (ID). 96 pp
- Djazuli M. 2016. Pengaruh pupuk P dan mikoriza terhadap produksi dan mutu simplisia purwoceng. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 22(2): 147–156.
- Dwidjoseputro, D. 1992. *Pigmen Klorofil*. Jakarta (ID): Erlangga. pp 67
- Elpawati E, Dara SD, Dasumiati D. 2015. Optimalisasi penggunaan pupuk kompos dengan penambahan effective microorganism 10 (Em10) pada produktivitas tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*. 8(2): 77–87. <https://doi.org/10.15408/kaunyah.v8i2.2693>
- Elsa RS, Gabriel VA 2013. *Physalis angulata* L. (Bolsa Mullaca): A Review of its Traditional Uses, Chemistry and Pharmacology. *Boletin Latinoamericano y del Caribe de Plants Medicinales y Aromaticas*. 12(5): 431–445
- Fischer G, Herrera A. 2011. Cape Gooseberry (*Physalis peruviana*). Colombia: Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.374>
- Fitriyah E. 2012. Pengaruh mikoriza dan umur benih terhadap derajat infeksi, serapan p, pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa* L.) dengan metoda sri

- (System of Rice Intensification). *Majalah Ilmiah SOLUSI*. 10(22): 18–26
- Goldsworthy, Fisher. 1992. *Fisiologi Tanaman Budi daya*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Hazra F, Gusmaini G, Wijayanti D. 2019. Aplikasi bakteri endofit dan mikoriza terhadap kandungan unsur n, p dan k pada pembibitan tanaman lada. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 21(1): 42–49. <https://doi.org/10.29244/jitl.21.1.42-49>
- Herliana O, Rokhminarsi E, Mardini S, Jannah M. 2018. Pengaruh jenis media tanam dan aplikasi pupuk hayati mikoriza terhadap pertumbuhan, pembungaan dan infeksi mikoriza pada tanaman angrek *Dendrobium sp.* *Kultivasi*. 17(1): 550–557. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i1.15774>
- Hidayanti A, Pardono, Supriyadi. 2017. Kerapatan dan sifat morfologi ciplukan (*Physalis sp.*) Di Gunung Kelud, Jawa Timur. *Jurnal Hijau Cendekia*. 2(2): 71–77. <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v17i2.3238>
- Jaenudin A, Sugesa N. 2019. Pengaruh pupuk kandang dan cendawan mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan, serapan M dan hasil tanaman kubis bunga (*Brassica Oleracea Var. Botrytis L.*). *Agros wagati Jurnal Agronomi*. 6(1). <https://doi.org/10.33603/agros wagati.v6i1.1948>
- Kartawinata K. 2010. Dua Abad Mengungkap Kekayaan Flora dan Ekosistem Indonesia. Jakarta (ID): LIPI. pp 97
- Kasno A, Setyorini D, Tuberkih E. 2006. Pengaruh pemupukan fosfat terhadap produktivitas tanah Inceptisol dan Ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 8(2): 91–98.
- Koryati T. 2004. Pengaruh penggunaan mulsa dan pemupukan urea terhadap pertumbuhan dan produksi cabai merah (*Capsicum annum L.*). *Agronomi*. 2(1): 15–19.
- Mazorra MF, Quintana AP, Miranda D, Fischer G, Chaparro M de Valencia. 2006. Aspectos anatómicos de la formación y crecimiento del fruto de la uchuva *Physalis peruviana (Solanaceae)*. *Acta Biol Colomb*. 11(1): 69–81.
- Musafa MK, Aini LQ, Prasetya B. 2017. Peran mikoriza arbuskula dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam meningkatkan serapan p dan pertumbuhan tanaman jagung pada andisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2(2): 191–197.
- Nggolitu K, Zakaria F, Pembengo W. 2018. Pengaruh pemberian mulsa eceng gondok dan pupuk fosfor terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman terung (*Solanum melongena L.*). *Jurnal Agroteknotropika*. 7(2): 176–183.
- Nurmayuli N, Fatmawaty AA, Harahap HA. 2014. Pengaruh dosis pupuk p terhadap pertumbuhan bibit tanaman karet (*Havea brasiliensis. Muell, Arg*) yang bersimbiosis dengan mikoriza. *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*. 21(1): 1–6.
- Paraman S, Harnina S. 2008. Pertumbuhan, kandungan klorofil dan serat kasar pada defoliasi pertama Alfalfa (*Medicago sativa L*) akibat pemupukan mikorisa. *Anatomi Fisiologi*. 16(2): 1–12.
- Permanasari I, Sulistyarningsih E. 2013. Kajian fisiologi perbedaan kadar lengas tanah dan konsentrasi giberelin pada kedelai (*Glycine max L.*). *Jurnal Agroteknologi*. 4(1): 31–39.
- Puente LA. 2011. *Physalis peruviana, The Multiple Properties of a Highly Functional Fruit*. Colombia: Food Research International. Colombia. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.034>
- Rahman MA, Bahrudin R. 2015 Aplikasi bakteri pelarut fosfat, bakteri penambat nitrogen dan mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman Cabai (*Capsicum annum L.*). *Agrotekbis*. 3(3).
- Sampson PH, Zarco TP, Mohammed GH, Miller JR, Noland T. 2003. Hyperspectral remote sensing of forest condition: estimating chlorophyll content in tolerant hardwoods. *Forest Science*. 49(3): 381–391.
- Sasli I, Wicaksono A. 2017. Domestikasi tumbuhan potensi obat ciplukan (*physalis angulata l.*) dengan aplikasi mikoriza arbuskula dan pupuk NPK. *Jurnal Kesehatan Khatulistiwa*. 3(2): 513–522
- Setiawan F, Setiawan F. 2020. Pengaruh Sp-36 dan asam humat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max L*). *Jurnal Buana Sains*. 19(2): 1–6. <https://doi.org/10.33366/bs.v19i2.1742>
- Silva M, Simas S, Batista T, Cardarelli P, Tomassini T. 2005. Studies on antimicrobial activity, in vitro, of *Physalis angulate L. (Solanaceae)* fraction and physalin B bringing out the importance of assay determination. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 100: 779–782. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762005000700018>
- Situmorang F. 2013. *Pengaruh mulsa serbuk gergaji dan pupuk npk terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (Elaeis guineensis Jacq.) pada fase main nursery*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Riau (ID).
- Solihin E, Sudirja R, Kamaludin NN. 2019. Pengaruh dosis pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan peningkatan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays L.*). *Agrikultura*. 30(2): 40–45. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v30i2.22791>

- Subhan N, Nurtika, Gunadi N. 2009. Respon tanaman tomat terhadap penggunaan pupuk majemuk NPK 15-15-15 pada tanah latosol pada musim kemarau. *Jurnal.Hortikultura*. 19(1): 8–40.
- Suharno, Sancayaningsih RP. 2013. Fungi mikoriza arbuskula: potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang. *Jurnal Bioteknologi*. 10(1): 31–42. <https://doi.org/10.13057/biotek/c100104>
- Sutoyo. 2011. Fotoperiodisme pada Pembungaan Tanaan. *Jurnal Buana Sains*. 11(2): 137–144
- Tambunan AS, Fauzi, Guchi H. 2014. efisiensi pemupukan p terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada tanah andisol dan ultisol. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(2): 414–420
- Trisilawati O, Yusron M. 2008. Pengaruh pemupukan P terhadap produksi dan serapan P tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *Buletin Penelitian Tanaman Obat dan Rempah*. 19(1): 39–46.
- Wei J, Hu X, Yang J, Yang, W. 2012. Identification of Single-Copy Orthologous Genes between *Physalis* and *Solanum lycopersicum* and Analysis of Genetic Diversity in *Physalis* using Molecular Markers. *PLOS ONE*. 7(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050164>