BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Analisis Tanah Awal Penelitian

Analisis tanah awal dilakukan untuk mengetahui kondisi tanah yang digunakan sebelum diberikan perlakuan. Sifat kimia, fisika, dan kelas tekstur tanah awal penelitian tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Kimia, Fisika, dan Kelas Tekstur Tanah Awal Penelitian

Karakteristik tanah		Kadar*)	Kriteria**)
Sifat kimia tanah	pH (H_2O)	5,20	Masam
	pH (KCl)	4,50	Masam
	N-Total (%)	0,12	Rendah
	P_2O_5 HCl 25% (mg/100g)	39,57	Sedang
	K_2O HCl 25% (mg/100g)	28,94	Sedang
	C-organik (%)	1,14	Rendah
	C/N ratio	9,49	Rendah
	KTK (cmol(+)/kg)	13,56	Rendah
	EC (mS/cm)	0,05	Sangat rendah
	Bray-1 P (ppm P)	9,61	Sedang
	Al-dd	1,82	Sedang
Sifat fisika tanah	Fraksi pasir (%)	24,96	-
	Fraksi debu (%)	50,31	-
	Fraksi liat (%)	24,73	-
Kelas Tekstur	Lempung berdebu		-

*) Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman Universitas Diponegoro, 2026.
**) Hasil Analisis Tanah Berdasarkan BPSI Tanah dan Pupuk, 2023

Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah yang digunakan memiliki pH H_2O sebesar 5,20 dan pH KCl sebesar 4,50 yang sama-sama tergolong masam, dengan Al-dd sebesar 1,82 cmol(+)/kg (Tabel 1). Kemasaman tanah dapat memengaruhi ketersediaan P karena pada kondisi masam Al lebih mudah larut dan dapat terikat dengan fosfat. Firnia *et al.* (2020) menyatakan bahwa peningkatan kemasaman

tanah berkaitan dengan meningkatnya kelarutan Al dan menurunnya ketersediaan P. Ikatan antara Al-dd dan fosfat tersebut yang menyebabkan terjadinya retensi P, yaitu tertahannya P dalam bentuk yang sukar larut sehingga jumlah P yang tersedia bagi tanaman semakin berkurang. Hendrie *et al.* (2021) menyatakan bahwa penurunan pH tanah berkaitan dengan peningkatan Al-dd dan perubahan bentuk P dalam tanah.

Kandungan P_2O_5 HCl 25% sebesar 39,57 mg/100g dan Bray-1 P sebesar 9,61 ppm P tergolong sedang. Kesamaan kriteria ini tidak berarti seluruh P sudah tersedia bagi tanaman, karena P_2O_5 HCl 25% menggambarkan P potensial atau cadangan yang terekstrak HCl 25%, sedangkan Bray-1 P menggambarkan P yang tersedia bagi tanaman, sehingga sebagian P_2O_5 dalam tanah masih belum berada dalam bentuk yang dapat diserap. Kiflu *et al.* (2017) menyatakan bahwa P dalam tanah terdiri atas beberapa fraksi dengan tingkat ketersediaan yang berbeda. Pada tanah masam, P dapat terikat oleh Al dan Fe sehingga menjadi kurang tersedia bagi tanaman. Hasbullah *et al.* (2020) menyatakan bahwa retensi P oleh Al dan Fe pada tanah masam dapat menghambat ketersediaan P bagi tanaman.

Tanah penelitian memiliki C-organik sebesar 1,141%, N-total sebesar 0,120%, dan KTK sebesar 13,56 cmol(+)/kg yang tergolong rendah. Rendahnya C-organik mengindikasikan kandungan bahan organik tanah relatif rendah, sedangkan rendahnya KTK menunjukkan kemampuan tanah dalam menahan kation hara yang masih rendah. Kondisi tersebut dapat berkaitan karena bahan organik berperan dalam menyediakan muatan negatif yang menjadi tempat pertukaran kation. Solly *et al.* (2020) menyatakan bahwa karbon organik tanah berkontribusi terhadap KTK

efektif, terutama pada lapisan tanah yang memiliki kandungan karbon organik lebih tinggi. Selain bahan organik, nilai KTK juga dipengaruhi oleh karakteristik mineral tanah yang menentukan jumlah tempat pertukaran kation. Costa *et al.* (2020) menyatakan bahwa komponen mineral tanah, terutama fraksi liat dan mineral penyusunnya, berkontribusi terhadap kapasitas pertukaran kation tanah.

Sifat fisika tanah penelitian memiliki fraksi pasir sebesar 24,96%, debu 50,31%, dan liat 24,73% sehingga termasuk dalam kelas tekstur lempung berdebu. Tekstur tanah dapat memengaruhi kemampuan tanah dalam menahan air dan unsur hara, termasuk fosfor. Kandungan fraksi halus, terutama liat, dapat meningkatkan proses jerapan fosfor pada tanah sehingga memengaruhi ketersediaannya bagi tanaman. Schmitt *et al.* (2017) menyatakan bahwa kandungan liat, pH, serta keberadaan Al dan Fe merupakan faktor yang memengaruhi jerapan fosfor dalam tanah, terutama pada tanah masam. Selain itu, Laekemariam *et al.* (2020) menunjukkan bahwa tekstur tanah dan kemasaman tanah berkaitan dengan ketersediaan P dan karakteristik kesuburan tanah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tekstur lempung berdebu pada tanah penelitian menjadi salah satu karakteristik yang berkaitan dengan ketersediaan hara, termasuk P.

4.2. Kondisi Suhu dan Kelembaban Penelitian

Kondisi lingkungan selama penelitian diamati melalui pengukuran suhu dan kelembapan udara sebagai faktor agroklimat yang memengaruhi pertumbuhan bawang daun. Pengamatan dilakukan menggunakan HOBO logger (Lampiran 5). Suhu dan kelembaban di *Greenhouse* Swarnaloka tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Suhu dan Kelembaban di *Greenhouse* Swarnaloka Kec. Gunung Pati, Kota Semarang

Parameter	Nilai
Suhu minimum (°C)	22,9
Suhu maksimum (°C)	39,1
Suhu Rata-rata (°C)	26,9
Kelembapan minimum (%)	40,8
Kelembapan maksimum (%)	100,0
Kelembapan Rata-rata (%)	88,3

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa kondisi lingkungan penelitian memiliki suhu berkisar antara 22,9°C – 39,1°C dengan rata-rata suhu 26,9°C, tergolong cukup tinggi untuk pertumbuhan tanaman bawang daun. Suhu lingkungan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan karena berhubungan dengan proses fisiologi tanaman. Suhu maksimum yang mencapai 39,1°C diduga dapat menyebabkan gangguan terhadap proses fisiologis tanaman karena berada di atas kisaran suhu optimum pertumbuhan bawang daun, sehingga kondisi tersebut dapat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi hasil penelitian. Padula *et al.* (2022) menyatakan bahwa bawang daun memiliki kisaran suhu pertumbuhan yang luas dengan suhu rata-rata harian yang paling sesuai untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman berada pada kisaran 13°C – 25°C dan suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas tanaman. Kelembapan lingkungan penelitian menunjukkan angka 40,8% – 100% dengan rata-rata 88,3% yang berarti bahwa lingkungan penelitian memiliki kelembapan yang berubah-ubah selama masa pertumbuhan yang dapat memengaruhi kondisi fisiologis tanaman melalui proses transpirasi dan keseimbangan air dalam tanaman. Kuroda *et al.* (2020) menyatakan bahwa kondisi lingkungan budidaya menjadi salah satu faktor yang

memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan bawang daun karena perubahan kondisi lingkungan dapat memberikan respons yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman.

4.3. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam dan Uji Lanjut BNJ 5% Pengaruh Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat pada Tanaman Bawang Daun

Analisis ragam dan uji BNJ taraf 5% dilakukan terhadap data pH, P-tersedia, serapan P, pertumbuhan dan hasil tanaman bawang daun akibat perlakuan pemberian pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat pada dosis yang berbeda. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter pengamatan, serta tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan terhadap semua parameter. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam dan Uji Lanjut BNJ 5 % tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ taraf 5 % Pengaruh Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat terhadap pH, P-tersedia, Serapan P, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Daun

Parameter	Perlakuan dan Interaksi		
	Pupuk Hayati Mikoriza	Pupuk Fosfat	Interaksi (M x F)
pH	tn	tn	tn
P-tersedia	* (c/b/b/a)	* (c/b/a)	tn
Serapan P	* (b/b/a/a)	* (b/b/a)	tn
Tinggi Tanaman	* (c/b/ab/a)	tn	tn
Jumlah Daun	* (b/b/b/a)	* (b/a/a)	tn
Panjang Akar	* (b/ab/ab/a)	tn	tn
Bobot segar tajuk	* (d/c/b/a)	* (c/b/a)	tn
Bobot kering tajuk	* (b/b/a/a)	* (b/b/a)	tn

(*) berpengaruh nyata pada taraf 5%; (tn) tidak berpengaruh nyata; huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan BNJ 5%

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza memberikan pengaruh nyata pada beberapa parameter seperti P-tersedia, serapan P, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk. Pemberian pupuk fosfat memberikan pengaruh nyata pada beberapa parameter seperti P-tersedia, serapan P, jumlah daun, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat terhadap semua parameter perlakuan yaitu pH, P-tersedia, serapan P, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk.

4.4. pH Tanah

Hasil analisis ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza tidak memberikan pengaruh nyata pada pH tanah. Pemberian pupuk fosfat pada tanaman bawang daun juga tidak memberikan pengaruh nyata pada pH tanah. Tidak terdapat interaksi antara pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat terhadap pH tanah. Hasil analisis ragam (uji F) pada taraf 5 % pH tanah, tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. pH Tanah Tanaman Bawang Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Pupuk hayati mikoriza (g/tanaman)	Pupuk fosfat (kg SP-36/ha)			Rata-rata
	0	150	225	
0	5,05	5,38	5,38	5,27
5	5,43	5,29	5,52	5,41
15	5,14	5,18	5,07	5,13
25	5,19	5,23	5,21	5,21
Rata-rata	5,20	5,27	5,30	

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian dosis pupuk hayati mikoriza tanpa pupuk hayati mikoriza tambahan (M0), 5 g/tanaman (M1), 15 g/tanaman (M2), dan 25 g/tanaman (M3) tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah tanaman bawang daun, artinya tidak terdapat perbedaan pH tanah yang nyata antar dosis mikoriza. Nilai pH tanah awal sebesar 5,20 yang tergolong masam masih berada pada kisaran yang sama dengan pH tanah setelah perlakuan, yaitu berkisar antara 5,05 – 5,52. Pupuk hayati mikoriza berperan dalam membantu tanaman meningkatkan penyerapan unsur hara melalui hubungan simbiosis antara fungi mikoriza dengan akar tanaman, sehingga pengaruhnya lebih banyak berkaitan dengan ketersediaan unsur hara dibandingkan perubahan pH tanah. Chandrasekaran (2020) menyatakan bahwa aplikasi mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan penyerapan unsur hara melalui aktivitas simbiosis dengan akar. Selain itu, nilai pH tanah awal yang tergolong masam juga diduga memengaruhi respons pupuk hayati mikoriza. Feng *et al.* (2023) menyatakan bahwa pH tanah merupakan salah satu faktor lingkungan yang memengaruhi perkembangan simbiosis mikoriza sehingga respons mikoriza dipengaruhi oleh kondisi pH tanah yang telah ada.

Perlakuan dosis pupuk fosfat tanpa perlakuan (F1), 150 kg SP-36/ha (F2), dan 225 kg SP-36/ha (F3) juga tidak memberikan pengaruh terhadap pH tanah tanaman bawang daun. Perubahan pH tanah belum menunjukkan perbedaan yang nyata karena pupuk fosfat lebih berperan dalam menyediakan fosfor (P) bagi tanaman daripada mengubah reaksi tanah. Fosfor yang diberikan akan bereaksi dengan komponen tanah sehingga pengaruhnya lebih terlihat pada ketersediaan P daripada perubahan pH.

Penn dan Camberato (2019) menyatakan bahwa reaksi fosfor dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi pH dan komponen tanah, sehingga pemberian pupuk fosfat tidak selalu menyebabkan perubahan pH secara langsung. Nilai pH yang relatif tetap juga dapat terjadi karena tanah memiliki kemampuan menyangga perubahan kemasaman. Pinochet *et al.* (2024) menyatakan bahwa kapasitas penyangga tanah berperan dalam menjaga kestabilan pH terhadap penambahan bahan amandemen dari luar.

4.5. P-Tersedia

Hasil analisis ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza memberikan pengaruh nyata pada P-tersedia tanah. Pemberian pupuk fosfat pada tanaman bawang daun juga memberikan pengaruh nyata pada P-tersedia tanah. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat terhadap P-tersedia tanah. Hasil analisis uji lanjut BNJ 5 % P-tersedia tanah tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. P-tersedia Tanah Tanaman Bawang Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Pupuk hayati mikoriza (g/tanaman)	Pupuk fosfat (kg SP-36/ha)			Rata-rata
	0	150	225	
	---------- (ppm P) ----------			
0	10,69	23,50	50,96	28,39[c]
5	34,85	55,40	65,16	51,80[b]
15	38,83	59,33	68,81	55,65[b]
25	58,04	70,56	79,65	69,42[a]
Rata-rata	35,60[c]	52,20[b]	66,15[a]	

Superskrip berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati mikoriza dosis 25 g/tanaman (M3) menghasilkan rata-rata P-tersedia yaitu 69,42 ppm P dan berbeda nyata dengan tanpa pupuk hayati mikoriza tambahan (M0), 5 g/tanaman (M1), dan 15 g/tanaman (M2) yang masing-masing menghasilkan rata-rata P-tersedia yaitu 28,39 ppm P, 51,80 ppm P dan 55,65 ppm P. Perlakuan dosis 5 g/tanaman (M1) dan 15 g/tanaman (M2) tidak berbeda nyata satu sama lain, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan (M0). Peningkatan nilai P-tersedia pada perlakuan pupuk hayati mikoriza diduga konsisten dengan mekanisme aktivitas enzim fosfatase yang dapat menguraikan fosfor organik menjadi fosfat anorganik, meskipun aktivitas fosfatase tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini. Sato *et al.* (2019) menyatakan bahwa fungi mikoriza meningkatkan sekresi enzim fosfatase sebagai respons terhadap rendahnya ketersediaan fosfat sehingga senyawa fosfor organik dapat dihidrolisis menjadi fosfat yang lebih mudah tersedia bagi tanaman. Selain itu, peningkatan P-tersedia pada penelitian ini juga diduga konsisten dengan mekanisme mineralisasi fosfor organik oleh mikoriza di daerah rizosfer, meskipun perubahan komunitas mikroba tidak diamati secara langsung. Zhang *et al.* (2018) menyatakan bahwa mikoriza berperan dalam meningkatkan mineralisasi fosfor organik melalui perubahan komunitas mikroba di daerah rizosfer sehingga meningkatkan ketersediaan fosfor di dalam tanah.

Perlakuan pupuk fosfat dosis 225 kg SP-36/ha (F3) menghasilkan rata-rata P-tersedia yaitu 66,15 ppm P dan berbeda nyata dengan perlakuan dosis 150 kg SP-36/ha (F2) dan tanpa perlakuan (F1). Perlakuan dosis 150 kg SP-36/ha (F2) juga berbeda nyata dengan tanpa perlakuan (F1). Pemberian pupuk fosfat meningkatkan

nilai P-tersedia karena pupuk SP-36 merupakan sumber fosfor yang mudah larut sehingga menambah jumlah fosfat yang berada dalam larutan tanah sehingga semakin tinggi dosis pupuk fosfat yang diberikan semakin besar pula jumlah fosfor yang tersedia untuk dimanfaatkan tanaman. Nunes *et al.* (2020) menyatakan bahwa pemberian pupuk fosfat dapat meningkatkan fraksi fosfor labil di dalam tanah sehingga ketersediaan fosfor menjadi lebih tinggi. Rata-rata nilai P-tersedia berdasarkan faktor perlakuan pupuk fosfat berkisar antara 35,60 – 66,15 ppm P. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan nilai P-tersedia tanah awal yaitu sebesar 9,61 ppm P. Berdasarkan status hara P metode Bray-1, nilai P-tersedia awal termasuk kategori sedang sementara rata-rata nilai P-tersedia setelah perlakuan termasuk kategori sangat tinggi. Peningkatan P-tersedia pada dosis SP-36 yang lebih tinggi menunjukkan bahwa kadar P yang terukur dengan metode Bray-1 setelah panen menjadi lebih besar yang mengindikasikan adanya pengaruh residu dari pemupukan fosfat, meskipun kontribusinya tidak dihitung secara langsung dalam penelitian ini. Raymond *et al.* (2024) menyatakan bahwa fosfor hasil pemupukan dapat tetap berada di dalam tanah setelah periode pertumbuhan tanaman dan memberikan pengaruh residual terhadap ketersediaan P tanah.

4.6. Serapan P

Hasil analisis ragam (Lampiran 8) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza memberikan pengaruh nyata pada serapan P tanaman bawang daun. Pemberian pupuk fosfat pada tanaman bawang daun juga memberikan pengaruh nyata pada serapan P. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hayati

mikoriza dan pupuk fosfat terhadap serapan P tanaman bawang daun. Hasil analisis uji lanjut BNJ 5 % serapan P tanaman bawang daun tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Serapan P Tanaman Bawang Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Pupuk hayati mikoriza (g/tanaman)	Pupuk fosfat (kg SP-36/ha)			Rata-rata
	0	150	225	
	---------- (mg/tanaman) ----------			
0	0,74	0,98	1,23	0,98[b]
5	0,91	0,84	1,40	1,05[b]
15	1,42	1,69	2,02	1,71[a]
25	1,59	1,53	1,87	1,66[a]
Rata-rata	1,17[b]	1,26[b]	1,63[a]	

Superskrip berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati mikoriza dosis 15 g/tanaman (M2) menghasilkan rata-rata serapan P yaitu 1,71 mg/tanaman dan tidak berbeda nyata dengan dosis 25 g/tanaman (M3) yaitu 1,66 mg/tanaman, tetapi keduanya berbeda nyata dengan dosis 5 g/tanaman (M1) dan tanpa pupuk hayati mikoriza tambahan (M0) yang masing-masing menghasilkan rata-rata serapan P yaitu 1,05 mg/tanaman dan 0,98 mg/tanaman. Tidak adanya perbedaan nyata antara M2 dan M3 menunjukkan bahwa penambahan dosis dari 15 g/tanaman menjadi 25 g/tanaman tidak lagi memberikan tambahan serapan P, meskipun keduanya tetap lebih tinggi dibandingkan M0 dan M1. Peningkatan serapan P pada perlakuan mikoriza merupakan hasil empiris yang terukur pada penelitian ini, sedangkan peningkatan efisiensi penyerapan fosfor oleh mikroorganisme dalam pupuk hayati mikoriza merupakan mekanisme yang masih bersifat hipotetik karena keberhasilan kolonisasi FMA tidak dikonfirmasi secara langsung. Qi *et al.* (2022) menyatakan bahwa fungi mikoriza arbuskular mampu

meningkatkan pengambilan fosfor oleh tanaman dengan memperluas area penyerapan unsur hara di dalam tanah. Pada parameter serapan P, pupuk hayati mikoriza juga diduga membantu mengubah sebagian unsur fosfor yang berada dalam bentuk terikat atau kurang tersedia di dalam tanah menjadi bentuk yang lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman melalui hubungan simbiosis antara fungi dan akar. Ferrol *et al.* (2019) menyatakan bahwa fungi mikoriza berperan dalam membantu tanaman memperoleh fosfor melalui hubungan simbiosis dengan akar sehingga penyerapan unsur P menjadi lebih efektif.

Perlakuan pupuk fosfat dosis 225 kg SP-36/ha (F3) menghasilkan rata-rata serapan P yaitu 1,63 mg/tanaman dan berbeda nyata dengan dosis 150 kg SP-36/ha (F2) dan tanpa perlakuan (F1) yang masing-masing menghasilkan rata-rata serapan P yaitu 1,26 mg/tanaman dan 1,17 mg/tanaman. Adanya penambahan sumber fosfor dari pupuk SP-36 yang diberikan membuat jumlah P yang tersedia di dalam tanah meningkat dan lebih banyak diserap oleh tanaman. Melati *et al.* (2020) menyatakan bahwa pemberian pupuk fosfat (SP-36) dapat meningkatkan serapan fosfor tanaman karena adanya tambahan unsur P dari pupuk yang tersedia bagi tanaman. Kondisi tanah menentukan tingkat ketersediaan fosfor bagi tanaman yang juga memengaruhi tanaman dalam menyerap unsur fosfor. Penn dan Camberato (2019) menyatakan bahwa ketersediaan fosfor dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi tanah, terutama pH, karena fosfor dapat mengalami pengikatan oleh unsur tertentu sehingga memengaruhi jumlah P yang dapat diserap oleh tanaman.

4.7. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam (Lampiran 9) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza memberikan pengaruh nyata pada tinggi tanaman bawang daun. Pemberian pupuk fosfat pada tanaman bawang daun tidak memberikan pengaruh nyata pada tinggi tanaman. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat terhadap tinggi tanaman bawang daun. Hasil analisis uji lanjut BNJ 5 % tinggi tanaman bawang daun tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Tinggi Tanaman Bawang Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Pupuk hayati mikoriza (g/tanaman)	Pupuk fosfat (kg SP-36/ha)			Rata-rata
	0	150	225	
	---------- (cm) ----------			
0	22,58	22,83	24,50	23,31[c]
5	25,33	27,00	27,08	26,47[b]
15	27,50	27,67	27,83	27,67[ab]
25	28,25	28,33	28,67	28,42[a]
Rata-rata	25,92	26,46	27,02	

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati mikoriza dengan dosis 25 g/tanaman (M3) menghasilkan rata-rata tinggi tanaman yaitu 28,42 cm, tidak berbeda nyata dengan dosis 15 g/tanaman (M2) yaitu 27,67 cm, tetapi berbeda nyata dengan dosis 5 g/tanaman (M1) dan tanpa pupuk hayati mikoriza tambahan (M0). Perlakuan pupuk hayati mikoriza membantu akar tanaman dalam menyerap unsur hara dan air yang dibutuhkan selama pertumbuhan, sehingga proses fisiologis tanaman yang mendukung pertumbuhan tinggi tanaman dapat berlangsung lebih optimal. Begum

et al. (2019) menyatakan bahwa mikoriza arbuskular dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui peningkatan penyerapan unsur hara dan perbaikan kondisi fisiologis tanaman. Selain itu, pupuk hayati mikoriza juga mampu mendorong pembentukan hormon auksin dan sitokinin yang berfungsi merangsang pemanjangan sel sehingga mendukung pertumbuhan tanaman. Mutiarahma *et al.* (2020) menyatakan bahwa mikoriza memicu produksi hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin yang mendukung pemanjangan sel dan pertumbuhan tinggi tanaman.

Perlakuan dosis pupuk fosfat tanpa perlakuan (F1), 150 kg SP-36/ha (F2), dan 225 kg SP-36/ha (F3) berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bawang daun. Rata-rata tinggi tanaman cenderung meningkat pada setiap taraf perlakuan, namun peningkatan tersebut belum mampu menghasilkan perbedaan yang nyata. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan P-tersedia dan serapan P akibat pemberian SP-36 belum diikuti oleh peningkatan tinggi tanaman pada umur 45 HST. Penelitian Zebire dan Gelgelo (2019) menyimpulkan bahwa pemberian dosis pupuk fosfor berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan seperti luas daun dan jumlah cabang, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hal tersebut diduga karena pertambahan tinggi tanaman lebih berkaitan dengan proses pemanjangan batang, sedangkan fosfor pada penelitian tersebut lebih terlihat pengaruhnya terhadap perkembangan luas daun dan pembentukan cabang. Selain itu, respons tanaman terhadap pemberian P dapat berbeda pada setiap parameter pertumbuhan. Penelitian Poudel *et al.* (2024) menyimpulkan bahwa pemberian P pada beberapa dosis tidak memberikan pengaruh

nyata terhadap tinggi tanaman, meskipun dosis P memberikan respons terhadap parameter pertumbuhan dan hasil lainnya. Hal tersebut diduga karena perbedaan dosis P yang diberikan belum mampu menghasilkan perubahan tinggi tanaman yang cukup besar untuk menunjukkan perbedaan nyata, sedangkan respons terhadap P lebih terlihat pada parameter hasil dan komponen hasil. Kondisi tersebut mendukung dugaan bahwa pada kondisi dan umur pengamatan penelitian ini, tinggi tanaman relatif kurang sensitif terhadap perubahan status P, sehingga peningkatannya belum tentu diikuti peningkatan tinggi tanaman yang nyata.

4.8. Jumlah Daun

Hasil analisis ragam (Lampiran 10) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza memberikan pengaruh nyata pada jumlah daun tanaman bawang daun. Pemberian pupuk fosfat pada tanaman bawang daun juga memberikan pengaruh nyata pada jumlah daun. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat terhadap jumlah daun tanaman bawang daun. Hasil analisis uji lanjut BNJ 5 % jumlah daun tanaman bawang daun tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Jumlah Daun Tanaman Bawang Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Pupuk hayati mikoriza (g/tanaman)	Pupuk fosfat (kg SP-36/ha)			Rata-rata
	0	150	225	
	---------- (helai) ----------			
0	4,67	5,33	5,33	5,11[b]
5	4,50	4,50	5,67	4,89[b]
15	5,00	5,83	5,83	5,56[b]
25	5,50	6,83	6,83	6,39[a]
Rata-rata	4,92[b]	5,63[a]	5,92[a]	

Superskrip berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati mikoriza dengan dosis 25 g/tanaman (M3) menghasilkan rata-rata jumlah daun yaitu 6,39 helai dan berbeda nyata dengan tanpa pupuk hayati mikoriza tambahan (M0), 5 g/tanaman (M1), dan 15 g/tanaman (M2) yang masing-masing menghasilkan rata-rata jumlah daun sebesar 5,11 helai, 4,89 helai, dan 5,56 helai yang tidak berbeda nyata satu sama lain. Pemberian mikoriza diduga dapat memengaruhi keseimbangan sitokinin yang berperan dalam pembentukan dan perkembangan daun. Goh *et al.* (2019) menyatakan bahwa pada tanaman kacang polong, keberadaan mikoriza arbuskular dapat memengaruhi keseimbangan sitokinin dalam tanaman dalam mendukung simbiosis. Perlakuan pupuk hayati mikoriza diduga turut memengaruhi jalur metabolisme di dalam tanaman, termasuk metabolisme asam amino yang berperan penting sebagai komponen penyusun protein dan jaringan baru sehingga proses pembentukan daun dapat berlangsung lebih optimal. Kang *et al.* (2024) menyatakan bahwa keberadaan mikoriza arbuskular dapat mengatur jalur metabolisme asam amino dan lipid pada tanaman, yang berkontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman termasuk jumlah daun.

Perlakuan pupuk fosfat dosis 225 kg SP-36/ha (F3) menghasilkan rata-rata jumlah daun yaitu 5,92 helai dan tidak berbeda nyata dengan dosis 150 kg SP-36/ha (F2) yaitu 5,63 helai, tetapi berbeda nyata dengan tanpa perlakuan (F1) yaitu 4,92 helai. Fosfor merupakan unsur hara penting yang berperan dalam proses metabolisme tanaman, pembentukan energi, serta mendukung pertumbuhan organ vegetatif tanaman. Bechtaoui *et al.* (2021) menyatakan bahwa fosfor berperan dalam berbagai

proses fisiologis tanaman yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Ketersediaan fosfor yang cukup dapat mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman termasuk pembentukan daun, sehingga peningkatan ketersediaan P akibat pemberian pupuk fosfat dapat meningkatkan jumlah daun tanaman. Chea *et al.* (2021) menyatakan bahwa ketersediaan fosfor berhubungan dengan pertumbuhan tanaman, fisiologi daun, dan efisiensi penggunaan fosfor yang berpengaruh terhadap produktivitas tanaman.

4.9. Panjang Akar

Hasil analisis ragam (Lampiran 11) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza memberikan pengaruh nyata pada panjang akar tanaman bawang daun. Pemberian pupuk fosfat pada tanaman bawang daun tidak memberikan pengaruh nyata pada panjang akar. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat terhadap panjang akar tanaman bawang daun. Hasil analisis uji lanjut BNJ 5 % panjang akar tanaman bawang daun tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Panjang Akar Tanaman Bawang Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Pupuk hayati mikoriza (g/tanaman)	Pupuk fosfat (kg SP-36/ha)			Rata-rata
	0	150	225	
	---------- (cm) ----------			
0	5,42	6,67	5,58	5,89[b]
5	5,83	6,33	6,25	6,14[ab]
15	6,75	6,50	7,17	6,81[ab]
25	7,50	7,00	7,33	7,28[a]
Rata-rata	6,38	6,63	6,58	

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Berdasarkan Tabel 9 diketahui bahwa hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati mikoriza dengan dosis 25 g/tanaman (M3) menghasilkan rata-rata panjang akar yaitu 7,28 cm, tidak berbeda nyata dengan dosis 15 g/tanaman (M2) dan dosis 5 g/tanaman (M1) yang masing-masing menghasilkan rata-rata panjang akar yaitu 6,81 cm dan 6,14 cm, tetapi berbeda nyata dengan tanpa pupuk hayati mikoriza tambahan (M0). Panjang akar yang lebih tinggi pada dosis 25 g/tanaman (M3) dibandingkan tanpa pupuk hayati mikoriza tambahan (M0) diduga terjadi karena perlakuan inokulum mikoriza mendukung perkembangan akar melalui hubungan simbiosis yang membantu tanaman mengeksplorasi lingkungan tumbuh, meskipun kolonisasi akar tidak diukur langsung dalam penelitian ini. Campo *et al.* (2020) menyatakan bahwa mikoriza arbuskular pada akar tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui perbaikan fungsi akar dan peningkatan kemampuan tanaman dalam memperoleh sumber daya dari tanah. Pupuk hayati mikoriza juga dinilai memiliki kemampuan dalam mendukung perkembangan sistem perakaran yang lebih baik, sehingga proses pembelahan dan pemanjangan sel akar dapat berlangsung secara optimal. Wang *et al.* (2021) menyatakan bahwa pemberian mikoriza meningkatkan perkembangan akar melalui perubahan respons fisiologis tanaman yang berkaitan dengan pengaturan hormon pertumbuhan, sehingga pertumbuhan akar menjadi lebih baik.

Perlakuan pupuk fosfat tanpa perlakuan (F1), 150 kg SP-36/ha (F2), dan 225 kg SP-36/ha (F3) berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar bawang daun. Tidak berpengaruhnya pupuk fosfat terhadap panjang akar diduga berkaitan dengan respons morfologi akar yang tidak

selalu meningkat seiring dengan peningkatan ketersediaan fosfor. Luwen *et al.* (2024) menyatakan bahwa respons morfologi akar terhadap pemberian fosfor berbeda menurut jenis tanah sehingga peningkatan panjang akar tidak selalu sebanding dengan peningkatan dosis pupuk fosfat. Kondisi tersebut juga diduga berkaitan dengan respons morfologi akar terhadap dosis P yang tidak selalu bersifat linier. Gao *et al.* (2023) menyatakan bahwa beberapa sifat morfologi akar tidak meningkat secara konsisten seiring bertambahnya dosis P yang diberikan. Rata-rata panjang akar pada F1, F2, dan F3 yaitu 6,38 cm, 6,63 cm, dan 6,58 cm tidak menunjukkan pola peningkatan yang konsisten seiring bertambahnya dosis pupuk fosfat. Dengan demikian, peningkatan ketersediaan dan serapan P tidak selalu diikuti oleh peningkatan panjang akar.

4.10. Bobot segar tajuk

Hasil analisis ragam (Lampiran 12) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza memberikan pengaruh nyata pada bobot segar tajuk bawang daun. Pemberian pupuk fosfat pada tanaman bawang daun juga memberikan pengaruh nyata pada bobot segar tajuk. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat terhadap bobot segar tajuk bawang daun. Hasil analisis uji lanjut BNJ 5 % bobot segar tajuk bawang daun tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Bobot Segar Tajuk Tanaman Bawang Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Pupuk hayati mikoriza (g/tanaman)	Pupuk fosfat (kg SP-36/ha)			Rata-rata
	0	150	225	
	---------- (g/tanaman) ----------			
0	7,89	12,38	15,66	11,98[d]
5	14,03	16,22	15,76	15,33[c]
15	16,63	20,71	24,56	20,63[b]
25	29,86	29,16	33,37	30,80[a]
Rata-rata	17,10[c]	19,62[b]	22,34[a]	

Superskrip berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Berdasarkan Tabel 10 diketahui bahwa hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati mikoriza dengan dosis 25 g/tanaman (M3) menghasilkan rata-rata bobot segar tajuk yaitu 30,80 g dan berbeda nyata dengan perlakuan dosis 15 g/tanaman (M2), 5 g/tanaman (M1), dan tanpa pupuk hayati mikoriza tambahan (M0) yang masing-masing menghasilkan rata-rata bobot segar tajuk yaitu 20,63 g/tanaman, 15,33 g/tanaman, dan 11,98 g/tanaman. Perlakuan pupuk hayati mikoriza secara umum menghasilkan P-tersedia dan serapan P lebih tinggi dibandingkan kontrol, sejalan dengan peningkatan bobot segar tajuk. Wang *et al.* (2020) menyatakan bahwa simbiosis fungi mikoriza arbuskular meningkatkan serapan fosfor dan produktivitas tanaman sehingga menghasilkan biomassa yang lebih tinggi. Efisiensi akuisisi fosfor di daerah perakaran mendukung akumulasi biomassa yang ditunjukkan oleh peningkatan bobot segar tajuk. Clausing dan Polle (2020) menyatakan bahwa peningkatan efisiensi akuisisi fosfor oleh mikoriza dapat meningkatkan kemampuan akar memperoleh dan menyerap fosfor dari tanah, sehingga ketersediaan fosfor bagi tanaman lebih optimal dan mendukung pertumbuhan serta pembentukan biomassa.

Perlakuan pupuk fosfat dosis 225 kg SP-36/ha (F3) menghasilkan rata-rata bobot segar tajuk yaitu 22,34 g dan berbeda nyata dengan dosis 150 kg SP-36/ha (F2) dan tanpa perlakuan (F1) yang masing-masing menghasilkan rata-rata bobot segar tajuk yaitu 19,62 g/tanaman, dan 17,10 g/tanaman. Peningkatan bobot segar tajuk pada dosis 225 kg SP-36/ha diduga berkaitan dengan peningkatan ketersediaan P yang mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Pemberian fosfat juga menghasilkan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pemberian fosfat, sehingga peningkatan perkembangan tajuk dapat berkontribusi terhadap peningkatan bobot segar tajuk. Agustiansyah *et al.* (2020) menyatakan bahwa pemberian pupuk fosfat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui perannya dalam proses metabolisme dan pembentukan hasil tanaman. Peningkatan pertumbuhan vegetatif tersebut dapat meningkatkan akumulasi biomassa pada bagian tajuk tanaman. Gorlach dan Muhling (2021) menyatakan bahwa peningkatan ketersediaan fosfor dapat meningkatkan biomassa tanaman melalui peningkatan status fosfor dalam jaringan tanaman.

4.11. Bobot kering tajuk

Hasil analisis ragam (Lampiran 13) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza memberikan pengaruh nyata pada bobot kering tajuk bawang daun. Pemberian pupuk fosfat pada tanaman bawang daun juga memberikan pengaruh nyata pada bobot kering tajuk. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat terhadap bobot kering tajuk bawang daun. Hasil analisis uji lanjut BNJ 5 % bobot kering tajuk bawang daun tersaji pada Tabel 11.

Tabel 11. Bobot Kering Tajuk Tanaman Bawang Daun pada Perlakuan Dosis Pupuk Hayati Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Pupuk hayati mikoriza (g/tanaman)	Pupuk fosfat (kg SP-36/ha)			Rata-rata
	0	150	225	
	---------- (g/tanaman) ----------			
0	1,58	1,79	2,57	1,98[b]
5	1,85	2,11	3,05	2,34[b]
15	2,59	2,95	3,94	3,16[a]
25	3,07	2,76	3,76	3,20[a]
Rata-rata	2,27[b]	2,40[b]	3,33[a]	

Superskrip berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Berdasarkan Tabel 11 diketahui bahwa hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati mikoriza dengan dosis 25 g/tanaman (M3) menghasilkan rata-rata bobot kering tajuk yaitu 3,20 g/tanaman dan tidak berbeda nyata dengan dosis 15 g/tanaman (M2) yaitu 3,16 g/tanaman tetapi berbeda nyata dengan perlakuan dosis 5 g/tanaman (M1) dan tanpa pupuk hayati mikoriza tambahan (M0) yang masing-masing menghasilkan rata-rata bobot kering tajuk yaitu 2,34 g/tanaman dan 1,98 g/tanaman. Bobot kering tajuk menunjukkan jumlah biomassa yang tersisa setelah air dihilangkan dari jaringan tanaman. Nainggolan *et al.* (2020) menyatakan bahwa tanaman bermikoriza memiliki bobot kering yang lebih tinggi dibanding tanaman yang tidak bermikoriza. Peningkatan bobot kering pada perlakuan mikoriza diduga berkaitan dengan meningkatnya kemampuan tanaman dalam memperoleh dan menyerap unsur hara, terutama fosfor, sehingga mendukung pembentukan biomassa tanaman. Ramadini *et al.* (2024) menyatakan bahwa mikoriza mampu meningkatkan aksesibilitas unsur hara dan memperlancar transportasi unsur hara dari akar sehingga mendukung pertumbuhan tanaman dan meningkatkan bobot segar serta bobot kering. Peningkatan P-tersedia pada M3

dibandingkan M2 tidak diikuti dengan peningkatan bobot kering secara nyata, sehingga dosis 15 g/tanaman menghasilkan bobot kering yang setara dengan dosis 25 g/tanaman.

Perlakuan pupuk fosfat dosis 225 kg SP-36/ha (F3) menghasilkan rata-rata bobot kering tajuk yaitu 3,33 g dan berbeda nyata dengan perlakuan dosis 150 kg SP-36/ha (F2) dan tanpa perlakuan (F1) yang masing-masing menghasilkan rata-rata bobot kering tajuk yaitu 2,40 g/tanaman dan 2,27 g/tanaman. Bobot kering tajuk pada perlakuan pupuk fosfat diduga dipengaruhi oleh ketersediaan fosfor yang cukup bagi tanaman. Ketersediaan fosfor yang cukup mendukung pembentukan biomassa sehingga bobot kering tajuk menjadi lebih tinggi. Poudyal *et al.* (2021) menyatakan bahwa kecukupan fosfor merupakan salah satu faktor penting yang menentukan pembentukan biomassa tanaman. Pembentukan biomassa tersebut tidak terlepas dari proses fotosintesis yang berlangsung secara optimal pada tanaman yang memperoleh fosfor dalam jumlah cukup. Wang *et al.* (2021) menyatakan bahwa peningkatan suplai fosfor mampu meningkatkan laju fotosintesis daun yang diikuti oleh peningkatan biomassa tanaman.

Hasil analisis ragam pada seluruh parameter yang diamati menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat pada rentang dosis yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap pemberian pupuk hayati mikoriza relatif sama pada setiap dosis pupuk fosfat yang diberikan, sehingga pemberian kedua perlakuan secara bersamaan belum menghasilkan respons yang berbeda pada parameter yang diamati. Tidak adanya interaksi tersebut diduga berkaitan dengan kondisi tanah dan lingkungan penelitian

serta respons tanaman terhadap masing-masing perlakuan. Penelitian ini dilakukan menggunakan tanah masam dengan karakteristik tertentu, sehingga hasil penelitian belum tentu menunjukkan respons yang sama apabila diterapkan pada tanah masam dengan karakteristik yang berbeda. Selain itu, suhu selama penelitian berkisar 22,9–39,1°C dengan rata-rata 26,9°C, sehingga pada beberapa waktu suhu berada di atas kisaran yang sesuai untuk pertumbuhan bawang daun dan dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanah juga tidak disterilisasi sehingga keberadaan FMA indigenous tidak diketahui dan dapat memengaruhi respons tanaman terhadap pemberian pupuk hayati mikoriza komersial.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah pada rentang dosis yang diuji, dosis pupuk hayati mikoriza 25 g/tanaman (M3) memberikan respons terbaik terhadap P-tersedia, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk. Dosis pupuk fosfat 225 kg SP-36/ha (F3) memberikan respons terbaik terhadap P-tersedia, serapan P, jumlah daun, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk. Tidak terdapat interaksi antara pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat pada seluruh parameter yang diamati.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan penelitian lanjutan menggunakan tanah yang telah disterilisasi untuk meminimalkan pengaruh mikroorganisme asli tanah. Selain itu, perlu dilakukan pengamatan kolonisasi FMA pada akar bawang daun serta pengujian dosis pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfat yang lebih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

Adeyeye, A. 2020. Physico-chemical characteristics and fatty acid profile of *Allium fistulosum* vegetable plant. International Journal of Advanced Chemistry, 8 (2) : 239-243. https://doi.org/10.14419/ijac.v8i2.31215

Agustiansyah, A., Ermawati, E., Pramono, E., dan Wibowo, A. T. 2020. Pengaruh pupuk fosfat terhadap pertumbuhan, produksi, dan mutu benih kedelai (*Glycine max* L. Merril) yang ditanam di lahan sawah pada musim kemarau. J. Agrotek Tropika, 8 (1) : 55-65.

Agustini, R. Y., Muharam, M., dan Setiawan, M. G. 2024. Respon tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L. Var. Tosakan) terhadap pemberian pupuk organik dan azotobacter pada tanah masam. J. Agribios, 22 (2) : 189-195.

Aini, B. W. N., Haryanto, E. T., dan Pardono. 2023. Pengaruh pupuk fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas bawang merah (*Allium cepa* Aggregatum Group). J. Prosiding Seminar Nasional PERHORTI, 1 (1) : 18-28.

Alam, M. S., Azim, A., Al-Mamum, A., Ahammed, M. S., Ahmed, M. S., Zaman, S. M. S., Sultana, S., Parvez, M. M., Nasrin, S., dan Halder, M. 2025. The mycorrhiza fungi colonization and relationship with rhizosphere soil properties in the urban and suburban area of southwestern Bangladesh. Total Environment Microbiology, 1 (1) : 1-11. https://doi.org/10.1016/j.temicr.2025.100003

Amelia, E., Setyawati, E. R., dan Putra, D. P. 2021. Pengaruh pemberian pupuk fosfor dan dolomit terhadap pertumbuhan legum *Mucuna bracteata*. J. Agromast, 6 (2).

Banerjee, S., Mandal, J., Sarkar, D., Datta, R., dan Bhattacharyya, P. 2025. A review and meta-analysis of the efficacy of arbuscular mycorrhizal fungi in remediating toxic metals in mine-affected soils. Frontiers in Environmental Science,12 : 1532169. https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1532169

Badan Pusat Statistik. 2025. Produksi tanaman sayuran dan buah-buahan semusim menurut Provinsi dan Jenis Tanaman.

Balai Penelitian Tanah. 2015. Petunjuk Teknis Analisis Kesuburan Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Bogor.

Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk. 2023. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Bechtaoui, N., Rabiu, M. K., Raklami, A., Oufdou, K., Hafidi, M., dan Jemo, M. 2021. Phosphate-dependent regulation of growth and stresses management in plants. Frontiers in Plant Science,12. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.679916

Begum, N., Qin, C., Ahanger, M. A., Raza, S., Khan, M. I., Ashraf, M., Ahmed, N., dan Zhang, L. 2019. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. Frontiers in Plant Science, 10. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068

Budirokhman, D. 2025. Pertumbuhan dan hasil tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.) pada berbagai dosis pupuk kandang ayam. J. Agronomi, 13 (1) : 59-65. https://doi.org/10.33603/agroswagati.v13i1.10993

Campo, S., Cardoso, H. M., Olive, M., Pala, E., Forner, M., Eixarch, M. M., dan Segundo, B. S. 2020. Effect of root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi on growth, productivity and blast resistance in rice. Rice, 13 (42). https://doi.org/10.1186/s12284-020-00402-7

Chandrasekaran, M. 2020. A meta-analytical approach on arbuscular mycorrhizal fungi inoculation efficiency on plant growth and nutrient uptake. Agriculture, 10 (9) : 370. https://doi.org/10.3390/agriculture10090370

Chea, L., Meijide, A., Meinen, C., Pawelzik, E., dan Naumann, M. 2021. Cultivar-dependent responses in plant growth, leaf physiology, phosphorus use efficiency, and tuber quality of potatoes under limited phosphorus availability conditions. Frontiers in Plant Science, 12. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.723862

Clausing, S., dan Polle, A. 2020. Mycorrhizal phosphorus efficiencies and microbial competition drive root P uptake. Frontiers in Forests and Global Change, 3. https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00054

Costa, A. C. S., Junior, I. G. S., Canton, L. C., Gil, L. G., dan Figueiredo, R. 2020. Contribution of the chemical and mineralogical properties of sandy-loam tropical soils to the cation exchange capacity. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 44. https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20200019

Dahlia, I., dan Setiono, S. 2020. Pengaruh pemberian kombinasi dolomit + SP-36 dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) di ultisol. J. Sains Agro, 5 (1) : 1-9.

Das, D., Paries, M., Hobecker, K., Gigl, M., Dawid, C., Lam, H. M., Zhang, J., Chen, M., dan Gutjahr, C. 2022. Phosphate starvation response transcription factors enable arbuscular mycorrhiza symbiosis. Nature Communications, 13 (477) : 1-12. https://doi.org/10.1038/s41467-022-27976-8

Feng, Z., Liu, X., Qin, Y., Feng, G., Zhou, Y., Zhu, H., dan Yao, Q. 2023. Cooperation of arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria to facilitate the host plant growth dependent on soil pH. Frontiers in Microbiology, 14. https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1116943

Fera, A. R., Sumartono, G. H., dan Tini, E. W. 2019. Pertumbuhan dan hasil tanaman bawang daun (Allium fistulosum L.) pada jarak tanam dan pemotongan bibit yang berbeda. J. Penelitian Pertanian Terapan, 19 (1) : 11-18. https://doi.org/10.25181/jppt.v19i1.1394

Ferrol, N., Aguilar, C. A., dan Tienda, J. P. 2019. Review: arbuscular mycorrhizas as key players in sustainable plant phosphorus acquisition: an overview on the mechanisms involved. Plant Science, 280 : 441-447. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.11.011

Firnia, S., Anwar, S., Santosa, D. A., Nugroho, B., dan Baskoro, D. P. T. 2020. Transformation of aluminium fractions and phosphorus availability in acid soils as the result of microbes and ameliorant addition. Degraded and Mining Lands Management, 7 (4) : 2355-2362. https://doi.org/10.15243/jdmlm.2020.074.2355

Gao, Y., Zhang, Z., Zeng, F., dan Ma, X. 2023. Root morphological and physiological traits are committed to the phosphorus acquisition of the desert plants in phosphorus-deficient soils. BMC Plant Biology, 23 (1) : 1-16. https://doi.org/10.1186/s12870-023-04178-y

Goh, D. M., Cosme, M., Kisiala, A. B., Mulholland, S., Said, Z. M. F., Spichal, L., Emery, R. J. N., Declerck, S., dan Guinel, F. C. 2019. A stimulatory role for cytokinin in the arbuscular mycorrhizal symbiosis of pea. Frontiers in Plant Science, 10 : 262. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00262

Gorlach, B. M., dan Muhling, K. H. 2021. Phosphate foliar application increases biomass and P concentration in P deficient maize. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 184 (3) : 360-370. https://doi.org/10.1002/jpln.202000460

Hasbullah, N. A., Ahmed, O. H., dan Majid, N. M. A. 2020. Effects of amending phosphatic fertilizers with clinoptilolite zeolite on phosphorus availability and its fractionation in an acid soil. Applied Sciences, 10 (9) : 3162. https://doi.org/10.3390/app10093162

Herdiani, E. 2019. Pengaruh dosis pupuk urea dan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan hasil bawang daun (*Allium fistulosum* L.) J. AgroSainTa, 9 (1) : 29-34.

Hendrie, D., Moir, J., Boitt, G., dan Simpson, Z. 2021. Investigating the relationships between soil acidity and phosphorus fractions in high country farmland of New Zealand's South Island. Soil Research, 59 (5) : 463-471. https://doi.org/10.1071/SR20187

Integrated Taxonomic Information System (ITIS). *Allium fistulosum* L. Taxonomic Serial No. 185463.

Jerbi, M., Labidi, S., Laruelle, F., Tisserant, B., Jeddi, F. B., dan Sahraoui, A. L. 2022. Mycorrhizal biofertilization improves grain yield and quality of hulless barley (*Hordeum vulgare* ssp. nudum L.) under water stress conditions. Journal of Cereal Science, 104 : 1-8. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103436

Kang, Y., Twagirayezu, G., Xu, J., Wen, Y., Shang, P., Song, J., Wang, Q., Li, X., Liu, S., Cheng, T., dan Zhang, J. 2024. Arbuscular mycorrhizal fungi regulate lipid and amino acid metabolic pathways to promote the growth of *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. Journal of Fungi, 10 (6) : 427. https://doi.org/10.3390/jof10060427

Kasno, A. 2019. Perbaikan tanah untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan berimbang dan produktivitas lahan kering masam. J. Sumberdaya Lahan, 13 (1) : 27-40.

Karo, B. B., dan Marpaung, A. E. 2020. Effectivity of potassium and fish fertilizer on leek growth (*Allium fistulosum* L.). J. Tropical Horticulture, 3 (1) : 23-28. http://dx.doi.org/10.33089/jthort.v3i1.41

Kiflu, A., Beyene, S., dan Jeff, S. 2017. Fractionation and availability of phosphorus in acid soils of Hagereselam, Southern Ethiopia under different rates of lime. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 4 : 21. https://doi.org/10.1186/s40538-017-0105-9

Kim, S. H., Yoon, J. B., Han, J., Seo, Y. A., Kang, B. H., Lee, J., dan Ochar, K. 2023. Green onion (Allium fistulosum): an aromatic vegetable crop esteemed for food, nutritional and therapeutic significance. Foods, 12 (24) : 1-20. https://doi.org/10.3390/foods12244503

Kinata, A., Pujiwati, H., Sari, D. N., Togatorop, E. R., dan Murdani, I. 2022. Pengaruh berbagai dosis pupuk Sp-36 terhadap jagung manis (*Zea Mays Saccharata* L.) Varietas Bonanza F1. J. Ilmu Tanaman, 2 (1) : 7-12. https://doi.org/10.58222/pucuk.v2i1.35

Kuroda, K., Kurashita, H., Arata, T., Miyata, A., Kawazoe, M., Nobu, M. K., Narihihiro, T., Ohike, T., Hatamoto, M., Maki, S., dan Yamaguchi, T. 2020. Influence of green tuff fertilizer application on soil microorganisms, plant growth, and soil chemical parameters in green onion (*Allium fistulosum* L.) cultivation. Agronomy, 10 (7) : 1-12. https://doi.org/10.3390/agronomy10070929

Laekemariam, F., dan Kibret, K. 2020. Explaining soil fertility heterogeneity in smallholder farms of Southern Ethiopia. Applied and Environmental Soil Science, 1–16. https://doi.org/10.1155/2020/6161059

Lovitna, G., Nuraini, Y., dan Istiqomah, N. 2021. Pengaruh aplikasi bakteri pelarut fosfat dan pupuk anorganik fosfat terhadap populasi bakteri pelarut fosfat, P-tersedia, dan hasil tanaman. J. Tanah dan Sumberdaya Lahan, 8 (2) : 437-449. https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.15

Lu, Y., Yan, Y., Qin, J., Ou, L., Yang, X., Liu, F., dan Xu, Y. 2023. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance phosphate uptake and alter bacterial communities in maize rhizosphere soil. Frontiers in Plant Science, 14. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1206870

Luwen, L., Fei, Y., Qianqian, W., dan Xiurong, W. 2024. Responses of maize growth to low phosphorus and phosphorus fertilizer application in different types of soil. South China Agricultural University, 45 (4) : 516-524. https://doi.org/10.7671/j.issn.1001-411X.202309017

Manurung, G.P., Kusumiyati, K., dan Hamdani, J. S. 2022. Pengaruh interval penyiraman terhadap pertumbuhan dan adaptasi tiga bawang komersial. J. Kultivasi, 21 (1) : 24-32. https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i1.34836

Melati, C., Prawiranegara, B. M. P., Flatian, A. N., dan Suryadi, E. 2020. Pertumbuhan, hasil dan serapan fosfor (32P) tanaman jagung manis (*Zea mays* L. saccharata Sturt) akibat pemberian biochar dan SP-36. J. Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, 16 (2) : 67-76.

Murti, D., Yusdian, Y., dan Ramdhani, D. 2025. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.) varietas jafra akibat perlakuan pupuk kandang dan pupuk daun. J. Ilmiah Pertanian, 7 (2) : 69-74. https://doi.org/10.55222/8rg2g173

Mutiarahma, E. V., Solichah, C., Wirawati, T., Baskorowati, L., Hidayati, N., dan Norrohmah, S. H. 2020. Pengaruh mikoriza terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter semai sengon dari beberapa sumber benih. J. Agrivet, 26 : 23-30.

Nainggolan, E. V., Berthamdan, Y. H., dan Sudjatmiko, S. 2020. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) di ultisol. J. Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia, 22 (1) : 58-63. https://doi.org/10.31186/jipi.22.1.58-63

Naseem, B., Arif, I., dan Jamal, M. A. 2020. Role of cationic moiety in phosphate fertilizers' molecules on their solution behavior in terms of volumetric and acoustic parameters at different temperatures and atmospheric pressure. Arabian Journal of Chemistry, 13 : 7759-7772. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.09.009

Nunes, R. S., de Sousa, M. G., Goedert, W. J., de Oliveira, L. E. Z., Pavinato, P. S., dan Pinheiro, T. D. 2020. Distribution of soil phosphorus fractions as a function of long-term soil tillage and phosphate fertilization management. Frontiers in Earth Science, 8 : 350. https://doi.org/10.3389/feart.2020.00350

Padula, G., Xia, X., dan Holubowicz, R. 2022. Welsh onion (*Allium fistulosum* L.) seed physiology, breeding, production and trade. Plants, 11 (3) : 343. https://doi.org/10.3390/plants11030343

Pambudi, R., Sanjoto, T. B., dan Aji, A. 2018. Kajian sebaran penutup lahan dan nilai temperature humidity index (THI) kampus Universitas Negeri Semarang (UNNES). Geo Image, 7 (2) : 111–122. https://doi.org/10.15294/geoimage.v7i2.23453

Peniwiratri, L., dan Ratih, Y. W. 2024. Serapan fosfor oleh tanaman jagung pada aplikasi tepung tulang ayam dan bahan organik di tanah latosol. J. Pertanian Agroista, 26 (4) : 1870-1876. http://dx.doi.org/10.37159/jpa.v26i4.4856

Penn, C. J., dan Camberato, J. J. 2019. A critical review on soil chemical processes that control how soil pH affects phosphorus availability to plants. Agriculture, 9 (6) : 120. https://doi.org/10.3390/agriculture9060120

Pinochet, D., Romero, C., Ramírez, F., dan Clunes, J. 2024. Assessment of mixed amendments of $CaCO_3/Na_2SO_4$ ratio on the pH buffer capacity and exchangeable sodium percentage of soils with contrasting properties. Soil Systems, 8 (3) : 68. https://doi.org/10.3390/soilsystems8030068

Poudel, B., Chaudhary, G., Bhatt, A., dan Neupane, S. 2024. Effect of spacing and different levels of phosphorus on growth and yield of malepatan-1 variety of cowpea (*Vigna unguiculata* (Linn.) Walp.) in Dang District, Nepal. Advances in Agriculture, 1 : 9394237. https://doi.org/10.1155/2024/9394237

Poudyal, S., Owen, J. S., Sharkey, T. D., Fernandez, R. T., dan Cregg, B. 2021. Phosphorus requirement for biomass accumulation is higher compared to photosynthetic biochemistry for three ornamental shrubs. Scientia Horticulturae, 275. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109719

Pulungan, A. S. S., Rangkuti, M. N. S., Malau, E., Finanta, O., dan Atika, A. 2023. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.). J. Ekonomi Pertanian dan Agribisnis, 1 (1) : 30-33. https://doi.org/10.62379/jepag.v1i1.1298

Pusat Standardisasi Instrumen Hortikultura. 2026. Sumber Daya Genetik Hortikultura: Data Paspor Koleksi Bawang Daun Lokal, Aksesi IVE02090007. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Diakses 14 Agustus 2026.

Qi, S., Wang, J., Wan, L., Dai, Z., Matos, D. M. S., Du, D., Egan, S., Bonser, S. P., Thomas, T., dan Moles, A. T. 2022. Arbuscular mycorrhizal fungi contribute to phosphorous uptake and allocation strategies of *solidago canadensis* in a phosphorous-deficient environment. Frontiers in Plant Science, 13. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.831654

Qin, Y., Zhang, W., Feng, Z., Feng, G., Zhu, H., dan Yao, Q. 2022. Arbuscular mycorrhizal fungus differentially regulates P mobilizing bacterial community and abundance in rhizosphere and hyphosphere. Applied Soil Ecology, 170. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104294

Ramadhani, R. P., Ifansyah, H., dan Kurnain, A. 2024. Pengaruh pemberian pupuk urea, zeolit dan asam humat terhadap pertumbuhan bawang daun (*Allium fistulosum* L) dan perubahan beberapa sifat kimia tanah pada lahan gambut. J. Tugas Akhir Mahasiswa, 7 (1) : 1-9. https://doi.org/10.20527/agtview.v7i1.4081

Ramadini, F., Sodiq, A. H., Sulistyorini, E., dan Utama, P. 2024. Pengaruh salinitas dan pupuk hayati mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Solanum Lycopersicum* L.). J. Ilmiah Agribisnis dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian, 9 (3) : 192-203. https://doi.org/10.37149/jia.v9i3.1252

Raymond, N. S., van der Boom, F. J. T., Janke, C., dan Bell, M. J. 2024. Impact of contrasting rates of phosphate fertiliser addition in two vertisols: Effects of fresh application and residual fertiliser on sorption and plant uptake. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 24 : 4373-4384. https://doi.org/10.1007/s42729-024-01841-7

Rizki, A., Karti, P. D. M. H., dan Prihantoro, I. 2022. Efektivitas berbagai produk fungi mikoriza arbuskular dalam meningkatkan produktivitas Stylosanthes guianensis pada tanah masam. J. Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, 20 (3) : 89-94. https://doi.org/10.29244/jintp.20.3.89-94

Saida, S., Haris, A., dan Rahim, S. W. 2023. Aplikasi pupuk za dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.). J. Penelitian Pertanian Terapan, 23 (3) : 358-365. https://doi.org/10.25181/jppt.v23i3.2824

Sari, L. N., Wahidah, B. F., dan Akmalia, H. A. 2026. Pengaruh jenis dan dosis pupuk kandang terhadap pertumbuhan bawang daun (*Allium fistulosum* L.). J. Berita Biologi, 25 (1) : 335-350.

Sato, T., Hachiya, S., Inamura, N., Ezawa, T., Cheng, W., dan Tawaraya, K. 2019. Secretion of acid phosphatase from extraradical hyphae of the arbuscular mycorrhizal fungus Rhizophagus clarus is regulated in response to phosphate availability. Mycorrhiza, 29 (6) : 599-605. https://doi.org/10.1007/s00572-019-00922-2

Schmitt, D., Pagliari, P. H., dan do Nascimento, C. A. C. 2017. Chemical distribution of phosphorus in soils used during the development of sorption isotherms. Soil Science Society of America Journal, 81 (1) : 84-93. https://doi.org/10.2136/sssaj2016.07.0220

Septiana, L. M., Santika, N., Yusnaini, S., Buchari, H., Prasetyo, D., Arif, M. S., dan Niswati, A. 2023. Laju respirasi tanah pada pertanaman jagung manis (*Zea Mays Saccharata Sturt.*) akibat pemberian biochar dan pupuk fosfor di tanah ultisol. J. Agrotek Tropika, 11 (2) : 299-307. https://doi.org/10.23960/jat.v11i2.7218

Solly, E. F., Weber, V., Zimmermann, S., Walthert, L., Hagedorn, F., dan Schmidt, M. W. I. 2020. A critical evaluation of the relationship between the effective cation exchange capacity and soil organic carbon content in Swiss forest soils. Frontiers in Forests and Global Change, 3 : 98. https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00098

Sonia, A. V., dan Setiawati, T. C. 2022. Aktivitas bakteri pelarut fosfat terhadap peningkatan ketersediaan fosfat pada tanah masam. J. Agroekoteknologi, 15 (1) : 44-53. https://doi.org/10.21107/agrovigor.v15i1.13449

Sugiana, I. K., Jayanti, K. D., dan Mowidu, I. 2023. Pengaruh penggunaaan pupuk hayati mikoriza terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah varietas Lembah Palu. J. Agrifor, 22 (2) : 263-272. https://doi.org/10.31293/agrifor.v22i2.6736

Suyanto, A., Setiawan, S., dan Riwanto, K. 2022. Pengaruh pupuk hijau daun trembesi dan NPK Lao Ying terhadap pertumbuhan dan hasil bawang daun (*Allium fistulosum* L.) pada tanah aluvial. J. Agrosains, 15 (1) : 47-54.

Udpuay, S., Ullah, H., Himanshu, S. K., Tisarum, R., Praseartkul, P., Cha-um, S., dan Datta, A. 2024. Effects of microbial biofertilizer on growth, physiobiochemical traits, fruit yield, and water productivity of okra under drought stress. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 58 : 1-13.

Ula, S., Sunaryo, S., dan Barunawati, N. 2018. Respon pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum* L.) varietas bima terhadap fosfor dan waktu aplikasi PGPR. J. Produksi Tanaman, 6 (10) : 2736-2742.

Venegas, R. A. P., Lee, S. J., Thuita, M., Mlay, D. P., Masso, C., Vanlauwe, B., Rodriguez, A., dan Sanders, I. R. 2021. The phosphate inhibition paradigm: Host and fungal genotypes determine arbuscular mycorrhizal fungal colonization and responsiveness to inoculation in cassava with increasing phosphorus supply. Frontiers in Plant Science, 12. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.693037

Wahyuni, S., Paradifan, P., Kurnia, A., dan Indratin. 2018. Pengaruh pemberian *Bacillus aryabhattai* terhadap peningkatan populasi bakteri penambat N simbiotik dan peningkatan produksi tanaman bawang daun. J. Litbang Provinsi Jawa Tengah, 16 (2) : 211-218. https://doi.org/10.36762/litbangjateng.v16i2.767

Wang, L., Zheng, J., You, J., Li, J., Yang, G., dan Zuo, Q. 2021. Effects of phosphorus supply on the leaf photosynthesis, and biomass and phosphorus accumulation and partitioning of Canola (*Brassica napus* L.) in saline environment. Agronomy, 11 (10) : 1918. https://doi.org/10.3390/agronomy11101918

Wang, L., Guo, S., Zhang, J., Field, K. J., Bacquerizo, M. D., de Souza, T. A. F., Lee, S. J., Hijri, M., Shang, X., Sun, D., Cao, H., Feng, S., Wang, L., Ji, H., van der Heijden, M., Siddique, K. H. M., dan Gan, G. Y. 2025. Arbuscular mycorrhizal networks - A climate-smart blueprint for agriculture. Plant Communications, 6 (11) : 1-16. https://doi.org/10.1016/j.xplc.2025.101526

Wang, X., Wei, C., He, F., dan Yang, Q. 2022. MtPT5 phosphate transporter is involved in leaf growth and phosphate accumulation of *Medicago truncatula.* Frontiers in Plant Science, 13. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1005895

Wang, X. X., Hoffland, E., Feng, G., dan Kuyper, T. W. 2020. Arbuscular mycorrhizal symbiosis increases phosphorus uptake and productivity of mixtures of maize varieties compared to monocultures. Journal of Applied Ecology, 57 (11) : 2203-2211. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13739

Wang, Y., Zhang, W., Liu, W., Ahammed, G. J., Wen, W., Guo, S., Shu, S., dan Sun, J. 2021. Auxin is involved in arbuscular mycorrhizal fungi-promoted tomato growth and *NADP-malic enzymes* expression in continuous cropping substrates. BMC Plant Biology, 21 (48) : 1-12. https://doi.org/10.1186/s12870-020-02817-2

Welang, L. A., Kapantow, G. H. M., dan Sagay, B. A. B. 2020. Pendapatan usahatani bawang daun di Desa Sinsingon Kecamatan Passi Timur Kabupaten Bolaang Mongondow. J. Agri-SosioEkonomi Unsrat, 16 (1) : 125-134.

Yusupov, Z., Ergashov, I., Volis, S., Makhmudjanov, D., Dekhkonov, D., Khassanov, F., Tojibaev, K., Deng, T., dan Sun, H. 2022. Seed macro- and micromorphology in Allium (*Amaryllidaceae*) and its phylogenetic significance. Annals of Botany, 129 (7) : 869-911. https://doi.org/10.1093/aob/mcac067

Zebire, D. A., dan Gelgelo, S. 2019. Effect of phosphorus fertilizer levels on growth and yield of haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in South Ommo Zone, Ethiopia. Agricultural Science Digest, 39 (1) : 55-58. https://doi.org/10.18805/AG.A-294

Zhang, L., Shi, N., Fan, J., Wang, F., George, T. S., dan Feng, G. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi stimulate organic phosphate mobilization associated with changing bacterial community structure under field conditions. Environmental Microbiology, 20 (7) : 2639-2651. https://doi.org/10.1111/1462-2920.14289