

Respons Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Brokoli (*Brassica oleraceae* var. *italica*) terhadap Penggunaan Dosis Pupuk Kandang Ayam dan PGPR

Growth and Yield Responses of Broccoli (*Brassica oleraceae* var. *italica*) to Chicken Manure and PGPR Dosage

Klarisa Sasa Bella*), Kartika Yurlisa, Yogi Sugito

Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
 Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

*)Email : klarisasasabell@gmail.com

ABSTRAK

Tingkat kesuburan tanah yang rendah pada lahan pertanian di Indonesia menjadi salah satu kendala dalam meningkatkan produksi tanaman brokoli di Indonesia. Pupuk kandang ayam dan PGPR dapat dimanfaatkan dalam meningkatkan produksi tanaman brokoli. Percobaan ini bertujuan untuk mempelajari interaksi dosis pupuk kandang ayam dan PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman brokoli. Percobaan dilaksanakan di Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada bulan Juli hingga September 2022. Rancangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF). Faktor pertama dosis pupuk kandang terdiri atas pupuk kandang 0 ton ha⁻¹, 4 ton ha⁻¹ dan 8 ton ha⁻¹. Faktor kedua dosis PGPR terdiri atas 0 l ha⁻¹, 6 l ha⁻¹, 12 l ha⁻¹ dan 18 l ha⁻¹. Hasil menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara dosis pupuk kandang ayam dan PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman brokoli. Interaksi antara dosis pupuk kandang ayam dan PGPR berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan dan hasil tanaman brokoli berupa luas daun pada 49 HST, laju pertumbuhan tanaman pada 35-49 HST, berat segar bunga per tanaman dan berat segar bunga per hektar. Pemberian dosis PGPR yang meningkat belum dapat mengurangi dosis pupuk kandang ayam pada tanaman brokoli.

Kata Kunci: Brokoli, PGPR, Pupuk Kandang Ayam, Produksi Brokoli.

ABSTRACT

Poor soil fertility on Indonesia farmland is one of the obstacles to increasing broccoli production in Indonesia. Chicken manure and PGPR can be used to increase production of broccoli plants. The objective of this study is to study the interaction of chicken manure and PGPR dosage on the growth and yield of broccoli plants. The experiment was conducted from July to September 2022 in Tulungrejo Village, Bumiaji District, Batu City. The experiment was arranged in Factorial Randomized Block Design (FRBD). The treatment doses of manure consisted of 0 ton ha⁻¹ of manure, 4 ton ha⁻¹ of manure, and 8 ton ha⁻¹ of manure. The PGPR dose treatment consisted of 0 l ha⁻¹, a dose of 6 l ha⁻¹, a dose of 12 l ha⁻¹, and 18 l ha⁻¹. The results showed that there was an interaction between the dose of chicken manure and PGPR on the growth and yield of broccoli plants. The interaction between the dose of manure and PGPR showed a significant effect on leaf area at 49 dap, plant growth rate at 35-49 dap, fresh weight of flowers per plant, and fresh weight of flowers per hectare. An increased in PGPR doses was not able to reduce the dose of chicken manure in broccoli plants.

Keyword: Broccoli, Broccoli Production, Chicken Manure, PGPR.

PENDAHULUAN

Tanaman brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) merupakan tanaman hortikultura sayuran dengan bagian bunga yang dikonsumsi. Data Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2022), menunjukkan bahwa volume impor brokoli dan bunga kol pada tahun 2021 sebanyak 1.375,9 ton yang jauh lebih besar dibandingkan dengan volume ekspor pada tahun yang sama sebanyak 31,1 ton. Data tersebut menunjukkan adanya kebutuhan brokoli dalam negeri yang masih belum dapat dipenuhi, sehingga diperlukan adanya peningkatan produksi brokoli di Indonesia. Tingkat kesuburan tanah yang rendah pada lahan pertanian di Indonesia menjadi salah satu kendala dalam meningkatkan produksi tanaman brokoli di Indonesia. Kegiatan pertanian semusim secara intensif berpengaruh terhadap ketersediaan C-organik yang rendah pada lahan pertanian (Wiwaha dan Kurniawan, 2021). Sisa panen hasil pertanian sebagai sumber bahan organik sebagian besar terangkut keluar dari lahan pertanian sehingga perlu adanya pengembalian bahan organik di dalamnya. Penambahan kandungan bahan organik perlu dilakukan guna meningkatkan kesuburan tanah pada lahan pertanian sehingga produktivitas dapat meningkat.

Penambahan bahan organik dalam lahan pertanian dapat dicapai melalui penggunaan pupuk organik. Pupuk organik sebagai sumber nitrogen tanah juga berperan dalam memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah (Yuningsih dan Khotimah, 2018). Pupuk kandang banyak diaplikasikan pada lahan budidaya sebagai sumber bahan organik. Pupuk kandang yang berasal dari kotoran ayam memiliki kandungan hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis pupuk kandang lain. Menurut Diana *et al.* (2020) kotoran ayam terdiri atas kotoran padat dan cair berupa urine, yang keluar dari satu lubang yang sama, sehingga kandungan N pada pupuk kandang ayam 3 kali lebih besar dibandingkan dengan pupuk kandang yang lain.

Upaya lain yang dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan pemanfaatan pupuk hayati. Pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme hidup mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) termasuk ke dalam jenis pupuk hayati yang mengandung bakteri yang bekerja dengan mengkolonisasi daerah perakaran tanaman. PGPR menurut Husniyuda *et al.* (2017), dapat meningkatkan ketersediaan hara dan memproduksi fitohormon sehingga mendukung pertumbuhan dan hasil panen dari tanaman, serta dapat meningkatkan kesuburan tanah. Peranan PGPR mampu menggantikan peran pupuk kandang sebagai penyedia hara bagi tanaman. Menurut Fajariyani dan Sumarni (2019), bahwa penggunaan dari PGPR sebagai pupuk hayati dapat mengurangi penggunaan dari pupuk kandang. Oleh karena itu, interaksi antara dosis pupuk kandang dan PGPR perlu dipelajari untuk meningkatkan efisiensi dari penggunaan kedua input pertanian tersebut.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan September 2022, di Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Kecamatan Bumiaji memiliki rata-rata curah hujan berkisar 193 mm per bulan dengan suhu berkisar 21-23 °C. Alat yang digunakan dalam percobaan ini meliputi *Leaf Area Meter* (LAM), meteran, timbangan dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain benih brokoli varietas Green Magic sakat, pupuk kandang ayam, PGPR, urea 36 kg ha⁻¹, ZA 157 kg ha⁻¹, KCl 100 kg ha⁻¹ dan SP36 125 kg ha⁻¹.

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) yang terdiri atas dua faktor, yaitu dosis pupuk kandang dan PGPR. Faktor dosis pupuk kandang terdiri dari 3 taraf diantaranya 0 ton ha⁻¹, 4 ton ha⁻¹ dan 8 ton ha⁻¹. Faktor dosis PGPR terdiri atas 4 taraf, yaitu 0 l ha⁻¹, 6 l ha⁻¹, 12 l ha⁻¹ dan 18 l ha⁻¹. Terdapat 12 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan. Data hasil pengamatan

dianalisis menggunakan analisa sidik ragam dengan taraf 5% dilanjutkan dengan uji lanjut BNJ dengan taraf 5%. Parameter pengamatan terdiri atas parameter pertumbuhan tanaman meliputi luas daun dan laju pertumbuhan tanaman, sedangkan parameter hasil meliputi diameter bunga, tinggi bunga, berat segar bunga per tanaman dan berat segar bunga per hektar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Hasil analisis ragam rerata luas daun tanaman brokoli menunjukkan adanya interaksi pada pengamatan 49 HST (Tabel 1) tetapi tidak terdapat interaksi antar perlakuan pada pengamatan 21 dan 35 HST. Pada pengamatan 49 HST kombinasi perlakuan dosis pupuk kandang 4 ton ha⁻¹ dan PGPR 18 l ha⁻¹ menghasilkan rerata luas daun yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan 8 ton ha⁻¹ dan PGPR 12 l ha⁻¹ dan 8 ton ha⁻¹ dan PGPR 18 l ha⁻¹, tetapi berbeda nyata dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lain.

Pupuk kandang ayam memiliki kandungan hara terutama N, P dan K meskipun dalam jumlah yang sedikit, tetapi dapat dimanfaatkan untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Menurut Pinem *et al.* (2014) bahwa kandungan nitrogen dalam pupuk kandang ayam 3 kali lebih banyak dibandingkan dengan jenis pupuk kandang sapi dan kambing, sehingga dapat dimanfaatkan dalam pertumbuhan luas daun tanaman brokoli. Salah satu peran dari bakteri PGPR yaitu mampu memfiksasi dan menyediakan nitrogen bagi tanaman. Menurut Nazir *et al.* (2018) bahwa bakteri diazotrof berupa *Azospirillum* sp. merupakan bakteri PGPR yang mampu memfiksasi nitrogen dalam jumlah yang kecil pada tanaman non legum sebagai interaksi non simbiotik. Ketersediaan nitrogen dalam daerah perakaran akan dimanfaatkan oleh tanaman, sehingga dapat meningkatkan luas daun tanaman brokoli.

Hasil analisa ragam menunjukkan adanya interaksi pada kombinasi perlakuan

dosis pupuk kandang dan PGPR terhadap laju pertumbuhan tanaman pada pengamatan 35-49 HST (Tabel 2), tetapi tidak terdapat interaksi antar perlakuan pada pengamatan 21-35 HST. Pengamatan laju pertumbuhan tanaman pada 35-49 HST menunjukkan bahwa rerata laju pertumbuhan perlakuan dosis pupuk kandang 8 ton ha⁻¹ dan PGPR 18 l ha⁻¹ berbeda nyata dibandingkan dengan rerata laju pertumbuhan tanaman pada kombinasi perlakuan lain.

Perhitungan terhadap laju pertumbuhan tanaman ditujukan untuk mengetahui kemampuan dari tanaman brokoli dalam menghasilkan hasil asimilasi berupa bahan kering setiap satuan luas lahan dalam setiap waktu pengamatan. Luas daun berhubungan dengan laju pertumbuhan tanaman karena penimbunan bahan kering dipengaruhi oleh fotosintesis, sehingga semakin besar nilai luas daun hingga mencapai batas tertentu dapat menyebabkan peningkatan terhadap laju pertumbuhan tanaman. Menurut Sadarudin (2022), peningkatan laju pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh absorpsi daun tanaman terhadap radiasi matahari, sehingga peningkatan luas daun akan diikuti dengan peningkatan bahan kering sampai batas tertentu hingga adanya penaungan. Penyediaan hara akibat penambahan pupuk kandang dan PGPR serta perbaikan terhadap sifat fisik tanah berpengaruh terhadap pemenuhan kebutuhan hara tanaman sehingga laju pertumbuhan tanaman dapat meningkat. Menurut Kristianti *et al.* (2021), bahwa pupuk kandang meningkatkan kandungan hara nitrogen dalam tanah sedangkan bakteri PGPR dapat mengefisienkan absorpsi nitrogen dari atmosfer.

Hasil Tanaman

Hasil analisa ragam menunjukkan tidak adanya interaksi antara perlakuan dosis pupuk kandang dan PGPR terhadap diameter dan tinggi bunga tanaman brokoli (Tabel 3). Namun perlakuan dosis pupuk kandang dan PGPR berpengaruh terhadap diameter bunga brokoli

Tabel 1. Rerata Luas Daun Tanaman Brokoli Akibat Interaksi Perlakuan Dosis Pupuk Kandang dan PGPR pada Pengamatan 49 HST

Luas Daun Tanaman (cm ²) pada Pengamatan 49 HST				
Dosis Pupuk Kandang	Dosis PGPR			
	0 l ha ⁻¹	6 l ha ⁻¹	12 l ha ⁻¹	18 l ha ⁻¹
0 ton ha ⁻¹	1272 a	1553 ab	1883 abc	2942 de
4 ton ha ⁻¹	2265 bcd	2474 cd	3661 efg	4233 hi
8 ton ha ⁻¹	2332 bcd	3272 ef	3907 fgh	4989 i
BNJ 5%	788			

Keterangan : Angka yang disertai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, BNJ 5% = Beda Nyata Jujur taraf 5%.

Tabel 2. Rerata Laju Pertumbuhan Tanaman Akibat Interaksi Perlakuan Dosis Pupuk Kandang dan PGPR pada Pengamatan 35-49 HST

Laju Pertumbuhan Tanaman (g m ⁻² hari ⁻¹) pada 35-49 HST dalam				
Dosis Pupuk Kandang	Dosis PGPR			
	0 l ha ⁻¹	6 l ha ⁻¹	12 l ha ⁻¹	18 l ha ⁻¹
0 ton ha ⁻¹	2,03 a	2,10 ab	2,16 ab	3,36 bcd
4 ton ha ⁻¹	2,59 ab	3,25 abc	4,64 de	5,55 e
8 ton ha ⁻¹	2,87 abc	4,16 cd	4,66 de	6,89 f
BNJ 5%	1,32			

Keterangan : Angka yang disertai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, BNJ 5% = Beda Nyata Jujur taraf 5%, HST = Hari Setelah Tanam

Perlakuan dosis pupuk kandang 8 ton ha⁻¹ menghasilkan rerata diameter bunga yang berbeda nyata dengan perlakuan 0 ton ha⁻¹, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 4 ton ha⁻¹. Sedangkan perlakuan dosis PGPR 12 l ha⁻¹ menghasilkan rerata diameter bunga yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan dosis 6 dan 18 l ha⁻¹, dan berbeda nyata dibandingkan dengan 0 l ha⁻¹. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa dosis pupuk kandang tidak memberikan pengaruh terhadap tinggi bunga brokoli, tetapi dosis PGPR berpengaruh terhadap tinggi bunga brokoli. Perlakuan dosis PGPR 18 l ha⁻¹ berbeda nyata dibandingkan perlakuan dosis 0, 6 dan 12 l ha⁻¹.

Penggunaan pupuk kandang menghasilkan diameter bunga brokoli yang lebih tinggi. Pupuk kandang ayam memiliki kandungan P₂O₅ yang cukup tinggi dibanding jenis pupuk kandang lain sehingga memungkinkan adanya peningkatan diameter dan tinggi bunga brokoli. Menurut Hammad *et al.* (2019), bahwa penggunaan pupuk kandang ayam meningkatkan diameter bunga brokoli karena kandungan N, P, dan K serta nutrisi sekunder lainnya pada pupuk kandang ayam dapat meningkatkan fotosintesis serta pembelahan dan pembesaran sel.

Selain itu, semakin besar dosis PGPR yang diberikan menghasilkan diameter dan tinggi bunga brokoli yang lebih tinggi. Kandungan bakteri pada PGPR

Tabel 3. Rerata Diameter dan Tinggi Bunga Brokoli pada Berbagai Dosis Pupuk Kandang dan PGPR

Perlakuan	Diameter Bunga (cm)	Tinggi Bunga (cm)
Dosis Pupuk Kandang		
0 ton ha ⁻¹	11,56 a	10,58
4 ton ha ⁻¹	12,26 ab	10,94
8 ton ha ⁻¹	12,87 b	11,13
BNJ 5%	0,86	tn
Dosis PGPR		
0 l ha ⁻¹	10,95 a	10,30 a

Perlakuan	Diameter Bunga (cm)	Tinggi Bunga (cm)
6 l ha ⁻¹	11,87 ab	10,53 a
12 l ha ⁻¹	12,88 bc	10,82 a
18 l ha ⁻¹	13,23 c	11,86 b
BNJ 5%	1,09	0,89

Keterangan : Angka yang disertai dengan huruf yang sama pada menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, BNJ 5% = Beda Nyata Jujur taraf 5%, tn = tidak nyata

berupa *Azospirillum* sp. termasuk ke dalam bakteri pelarut fosfat. Mikroorganisme pelarut fosfat *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan adanya P tersedia dalam tanah dengan melarutkan P terikat sehingga dapat diserap oleh tanaman (Mangungsong *et al.*, 2019; Widawati dan Muharam, 2013). Diameter bunga dan tinggi bunga dipengaruhi oleh dosis PGPR akibat dari peran PGPR dalam melarutkan P sehingga mempengaruhi pembentukan bunga brokoli.

Hasil analisa ragam terhadap berat segar bunga per tanaman dan per hektar menunjukkan adanya interaksi antara dosis pupuk kandang dan PGPR (Tabel 4). Perlakuan dosis pupuk kandang 8 ton ha⁻¹ dan PGPR 18 l ha⁻¹ memberikan berat segar bunga per tanaman dan per hektar yang berbeda nyata dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lain. Pupuk kandang mengandung unsur hara untuk kebutuhan tanaman sekaligus juga dapat memperbaiki kualitas fisik tanah (Muliandari *et al.*, 2018). Sedangkan bakteri PGPR dapat mensintesis zat pengatur tumbuh, memfiksasi nitrogen hingga menyediakan fosfor dalam bentuk terlarut (Nazir *et al.*, 2018). Ketersediaan hara ditambah dengan kemampuan bakteri PGPR dalam mensintesis zat pengatur tumbuh auksin akan mampu menunjang pertumbuhan tanaman sehingga berpengaruh terhadap hasil tanaman brokoli.

Berdasarkan hasil percobaan, pemberian dosis PGPR yang meningkat

belum dapat mengurangi dosis pupuk kandang ayam. PGPR yang digunakan dalam percobaan mengandung bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Azospirillum* sp. yang dapat hidup bebas di daerah perakaran (non simbiotik). Pada tanaman brokoli *Pseudomonas fluorescens* dan *Azospirillum* sp. dapat berperan dalam fiksasi N. Akan tetapi jumlah N yang dihasilkan oleh bakteri non simbiotik lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah N yang dihasilkan oleh bakteri simbiotik melalui pembentukan bintil akar. Sesuai dengan Astuti *et al.* (2021) bahwa bakteri diazotrof simbiotik dapat membentuk bintil akar pada tanaman legum sehingga menghasilkan nitrogen yang lebih banyak dari hasil fiksasi. Selain itu, jumlah N yang difiksasi bakteri juga dipengaruhi oleh lingkungan hidup bakteri. *Pseudomonas fluorescens* termasuk dalam bakteri aerob obligat, yang hanya dapat hidup dengan adanya oksigen (Ramdan *et al.*, 2023). Keadaan tanah yang jenuh air menyebabkan perkembangan dari bakteri *Pseudomonas fluorescens* terhambat sehingga kemampuan dalam fiksasi N juga akan terhambat. Oleh karena itu, pemberian dosis PGPR belum dapat mengurangi dosis pupuk kandang ayam.

KESIMPULAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara dosis pupuk kandang ayam dan PGPR terhadap pertumbuhan dan hasil brokoli.

Tabel 4. Rerata Berat Segar Bunga per Tanaman dan Berat Segar Bunga per Hektar

Dosis Pupuk Kandang	Berat Segar Bunga per Tanaman (gram tanaman ⁻¹)			
	Dosis PGPR			
	0 l ha ⁻¹	6 l ha ⁻¹	12 l ha ⁻¹	18 l ha ⁻¹
0 ton ha ⁻¹	148,4 a	198,4 bc	234,6 cde	262,3 def
4 ton ha ⁻¹	170,9 ab	224,2 cd	272,9 efg	313,0 gh
8 ton ha ⁻¹	210,2 bc	285,6 fg	345,7 h	405,9 i
BNJ 5%	45,7			

Dosis Pupuk Kandang	Berat Segar Bunga per Hektar (ton hektar ⁻¹)			
	Dosis PGPR			
	0 l ha ⁻¹	6 l ha ⁻¹	12 l ha ⁻¹	18 l ha ⁻¹
0 ton ha ⁻¹	3,83 a	5,13 bc	6,06 cde	6,78 def
4 ton ha ⁻¹	4,41 ab	5,79 cd	7,05 efg	8,09 gh
8 ton ha ⁻¹	5,43 bc	7,38 fg	8,93 h	10,49 i
BNJ 5%	1,18			

Keterangan : Angka yang disertai dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, BNJ 5% = Beda Nyata Jujur taraf 5%.

Interaksi antara dosis pupuk kandang ayam dan PGPR berpengaruh nyata terhadap luas daun pada 49 HST, indeks luas daun pada 49 HST, laju pertumbuhan tanaman pada 35-49 HST, berat segar bunga per tanaman dan berat segar bunga per hektar. Pemberian dosis PGPR yang meningkat belum dapat mengurangi dosis pupuk kandang ayam pada tanaman brokoli.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, L.A.D., D.A. Muslichah, A. Supriyadi, M.I. Rukmi, N. Mulyani, dan E. Sutisna. 2021. Karakterisasi bakteri diazotrof dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). NICHE J. Trop. Biol. 4(1): 40–49. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/niche>.
- Diana, S., Novriani, dan A. Citra. 2020. Respon pertumbuhan dan produksi kubis bunga (*Brassica oleracea* L.) terhadap pemberian pupuk kandang dan NPK majemuk. LANSIUM 1(2): 41–51. doi: 10.31793/1680-1466.2020.25-4.291.
- Fajariyani, A.I., dan T. Sumarni. 2019. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan pupuk kandang pada pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa* L.). J. Produksi Tanam. 7(9): 1602–1610. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1216>.
- Hammad, H.S., A.A.M. Al-Mandalawi, and G.J. Hamdi. 2019. Effect of manure on growth and yield of broccoli. Int. J. Veg. Sci. 25(4): 400–406. doi: 10.1080/19315260.2018.1543223.
- Husnihuda, M.I., R. Sarwiti, dan Y.E. Susilowati. 2017. Respon pertumbuhan dan hasil kubis bunga (*Brassica oleracea* var. botrytis, L.) pada pemberian PGPR akar bambu dan komposisi media tanam. J. Ilmu Pertan. Trop. dan Subtrop. 2(1): 13–16. <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/igor/article/view/321>.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2022. Ekspor komoditi pertanian per negara tujuan. Basis Data Stat. Pertan. <http://database.pertanian.go.id/eksim2012/ekspornegaratujuan.php> (diakses 4 April 2022).
- Kristianti, N., K. Yurlisa, dan S.Y. Tyasmoro. 2021. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). J. Produksi Tanam. 9(7): 443–452. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1568>.
- Mangungsong, A., Soemarsono, dan F. Zudri. 2019. Pemanfaatan mikroba tanah dalam pembuatan pupuk organik serta peranannya terhadap tanah aluvial dan pertumbuhan bibit tanaman kakao. J. Agron. Indones. 47(3): 318–325. doi: 10.24831/jai.v47i3.24721.
- Muliandari, N., A. Setiawan, dan Sudiarto. 2018. Pengaruh aplikasi pupuk kandang kambing dan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) pada pertumbuhan dan hasil tanaman edamame (*Glycine max* (L) Merrill). J. Produksi Tanam. 6(10): 2687–2695. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/958>.

- Nazir, N., A.N. Kamili, and D. Shah. 2018.** Mechanism of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in enhancing plant arowth – A review. *Int. J. Manag. Technol. Eng.* 8(7): 709–721. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01473>.
- Pinem, D.Y.F., T. Irmansyah, dan F.E.T. Sitepu. 2014.** Respons pertumbuhan Dan produksi brokoli terhadap pemberian pupuk kandang ayam dan jamur pelarut fosfat. *J. Agroekoteknologi Univ. Sumatera Utara* 3(1): 198–205. doi: [10.32734/jaet.v3i1.9383](https://doi.org/10.32734/jaet.v3i1.9383).
- Ramdan, E.P., I. Erdiandini, R.D.H. Windriyati, D. Chusniasih, K.A. Istiadi, E.S. Junairiah, D.R. Sari, A.P.P. Afidzatuttama, dan C. Wati. 2023.** Mikrobiologi pertanian. Yayasan Kita Menulis, Bogor.
- Sadarudin. 2022.** Akumulasi dan distribusi bahan kering tanaman padi lokal hubungannya terhadap hasil gabah. In: Seragih, B., Utomo, P.A.R., Prasetyo, R.A., and Aini, Q., editors, *Pertanian dan Masa Depan*. Deepublish, Sleman. p. 141–142
- Widawati, S., dan A. Muharam. 2013.** Uji laboratorium *Azospirillum* sp. yang diisolasi dari beberapa ekosistem. *J. Hortik.* 22(3): 258–267. doi: [10.21082/jhort.v22n3.2012.p258-267](https://doi.org/10.21082/jhort.v22n3.2012.p258-267).
- Wiwaha, R.A., dan S. Kurniawan. 2021.** Analisis perubahan cadangan hara pada berbagai penggunaan lahan dan kelerengan di DAS mikro kali kungkuk, kota batu. *J. Tanah dan Sumberd. Lahan* 8(1): 1–8. doi: [10.21776/ub.jtsl.2021.008.1.1](https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.1.1).
- Yuningsih, L., dan K. Khotimah. 2018.** Peningkatan kesuburan tanah melalui teknik konservasi vegetatif dengan penambahan pupuk kandang. *J. Sylva* 7(1): 8–13. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/sylva/article/view/1079>.