

Pengaruh Pupuk Hayati Berbasis Hidrogel dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung pada Inceptisols asal Jatinangor

Betty Natalie Fitriatin^{1)*}, Nabila Syifa Ariani²⁾, Haryo Probo Kusumo²⁾,
Mieke Rochimi Setiawati¹⁾

¹⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²⁾ Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Korespondensi: betty.natalie@unpad.ac.id

ABSTRACT

*Inceptisols are soils that have problems with fertility. Inorganic P fertilizer is a quick choice to restore nutrient availability for plants, but long-term use may harm soil and plants. Another alternative to this problem by using a biofertilizer. Biofertilizer contains microbes that can promote plant growth by increasing the supply of nutrients through their biological activities in the soil. Some microbes are known to have to dissolve phosphate ability through secretion of organic acids and enzymes mechanism. This experiment was conducted to examine the effect of hydrogel-based biofertilizer combined with inorganic P fertilizer (SP-36) on the growth and maize yields on Inceptisols Jatinangor. The biofertilizers were a consortium of phosphate solubilizing microbes (PSM) consisting of *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas mallei*, *Burkholderia cepacia*, and *Trichoderma asperellum*. The pot experiment using a Randomized Block Design (RBD) consisted of 9 treatments with 3 replications. The treatments consisted of control, recommended dose of inorganic P fertilizer (100 kg Ha^{-1}), biofertilizer dose of 50 kg Ha^{-1} , and a combination of biofertilizer and inorganic P fertilizer. The results showed that the combination of $\frac{1}{2}$ dose of hydrogel-based biofertilizer and $\frac{3}{4}$ dose of P fertilizer increased maize yield. In addition, the application of biofertilizer can reduce inorganic P fertilizer needs up to $\frac{3}{4}$ recommended dose.*

Keywords: hidrogel, dissolve P, microbes, P-solubilizing

1. PENDAHULUAN

Usaha peternakan unggas dan sapi perah berkembang pesat seiring meningkatnya kebutuhan manusia akan produk daging dan susu. Hal ini berdampak pada peningkatan kebutuhan jagung untuk pakan ternak (Sari *et al.*, 2021). Kebutuhan jagung untuk industri pakan ternak di Indonesia diketahui mencapai 47,2% dari kebutuhan jagung nasional (Pusdatin, 2016). Kebutuhan jagung pakan belum sepenuhnya terpenuhi oleh produksi jagung dalam negeri, sebagian besar berasal dari impor. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi jagung salah satunya dengan ekstensifikasi. Berdasarkan sebarannya, Inceptisol merupakan ordo tanah dengan sebaran terluas di Indonesia yang dapat dimanfaatkan untuk lahan pertanian.

Salah satu tantangan dalam pemanfaatan lahan untuk pertanian adalah tingkat kesuburan tanah. Hal yang sama berlaku untuk Inceptisol asal Jatinangor, dimana memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Tanah ini memiliki kadar unsur hara N, P, K yang rendah,

selain itu kadar C-organik yang rendah (Sudirja *et al.*, 2017). Hal tersebut dapat menjadi hambatan dalam produksi jagung pada Inceptisol asal Jatinangor. Pupuk anorganik menjadi pilihan cepat bagi petani untuk meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah selama proses budidaya tanaman (Adamu *et al.*, 2012). Namun, akumulasi logam berat di tanah akibat penggunaan pupuk anorganik jangka panjang diketahui dapat mengakibatkan penurunan kualitas biji dan nutrisi tanaman (Kakar *et al.*, 2020). Penggunaan pupuk hayati yang ramah lingkungan dapat menjadi alternatif lain untuk mengembalikan kesuburan tanah Inceptisol untuk budidaya jagung.

Mikroba pelarut fosfat (MPF) yang terkandung dalam pupuk hayati berperan dalam meningkatkan ketersediaan P di tanah Inceptisol. Mikroba mampu mengembalikan P tersedia di dalam tanah melalui mekanisme sekresi asam organik dan enzim fosfatase. Beberapa MPF diketahui juga dapat menghasilkan fitohormon seperti IAA

(Fitriatin *et al.*, 2020), giberelin (GA3), dan sitokinin (Pereira *et al.*, 2020). Fitohormon tersebut berfungsi merangsang pertumbuhan tanaman serta mampu mempertahankan tanaman pada kondisi tercekam selama budidaya (Piccoli *et al.*, 2011).

Pada penelitian ini digunakan isolat MPF yang terdiri dari *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas mallei*, *Burkholderia cepacia*, dan jamur *Trichoderma asperellum*. Penggunaan konsorsium MPF diharapkan mampu meningkatkan konsistensi, efisiensi, serta efektivitas pupuk hayati melalui sinergi yang tercipta dari mikroba yang dikonsorsiumkan (Ram *et al.*, 2022). Sebelum diaplikasikan, MPF diformulasikan ke dalam bahan pembawa (*carrier*) pupuk hayati (Setiawati *et al.*, 2017). *Carrier* memiliki peran penting dalam menjaga efektivitas dan kelangsungan hidup mikroba selama penyimpanan (Aksani *et al.*, 2021).

Penggunaan hidrogel menjadi sebuah inovasi bahan pembawa pupuk hayati. Menurut Suman *et al.* (2016) karakteristik hidrogel diantaranya: tidak toksik bagi mikroba, mampu menyerap air 400x dari berat awalnya, pH netral, serta berpotensi menjaga stabilitas hingga 2 tahun. Penggunaan hidrogel menawarkan kualitas produk pupuk hayati yang konsisten (Singh *et al.*, 2016), sehingga diharapkan tidak terdapat penurunan efektivitas pupuk hayati saat diaplikasikan baik setelah penyimpanan dalam waktu yang lama.

Berdasarkan uraian di atas, aplikasi pupuk hayati berbasis hidrogel dikombinasikan dengan pupuk P dalam penelitian ini diharapkan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung di Inceptisol.

2. METODOLOGI

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2021 hingga November 2021. Percobaan dilakukan di lahan percobaan Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran pada ketinggian 725 m dpl. Pembuatan pupuk

hayati dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, benih jagung pakan varietas Pioneer P-36, Isolat BPF (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas mallei*, dan *Burkholderia cepacia*) koleksi Laboratorium Biologi Tanah Unpad, Isolat JPF (*Trichoderma asperellum*) koleksi Laboratorium PT. Agritek Tani Indonesia, bahan pembawa berupa hidrogel steril, pupuk tunggal Urea (46% N), SP-36 (36% P₂O₅), dan KCl (50% K₂O), serta pupuk kandang dari kotoran domba.

2.3 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 9 perlakuan yang meliputi:

- A. Kontrol (tanpa PHH dan pupuk P)
- B. 1 kali dosis Pupuk P
- C. 1 kali dosis Pupuk Hayati Hidrogel (PHH)
- D. 1 kali dosis PHH + ½ kali dosis P
- E. 1 kali dosis PHH + ¾ kali dosis P
- F. 1 kali dosis PHH + 1 kali dosis P
- G. ½ kali dosis PHH + ¾ kali dosis P
- H. ¾ kali dosis PHH + ¾ kali dosis P
- I. 1½ kali dosis PHH + ¾ kali dosis P

Perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali, dengan demikian terdapat 27 satuan percobaan yang diamati. Dosis pupuk hayati yang diberikan sebanyak 50 kg Ha⁻¹ dan dosis pupuk P merupakan dosis rekomendasi pemupukan SP-36 sebanyak 100 kg Ha⁻¹ (BPP-Kementerian Pertanian, 2020).

Parameter pengamatan dalam penelitian ini meliputi: tinggi tanaman, diameter batang, dan komponen hasil tanaman. Tinggi tanaman dan diameter batang diamati pada 2 minggu setelah tanam (MST), 4, 6, dan 8 MST atau sampai fase vegetatif akhir. Komponen hasil yang diamati berupa bobot pipilan kering per tanaman. Data komponen hasil tanaman tersebut dikonversikan ke dalam bobot pipilan kering per hektar dengan faktor koreksi 25%.

Data hasil pengamatan dianalisis statistik menggunakan SPSS 26.0. Analisis ragam taraf nyata 5% dilakukan guna mengetahui pengaruh tiap perlakuan. Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata, dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan taraf 5%.

Pelaksanaan percobaan diawali pembuatan pupuk hayati dengan menginokulasikan konsorsium MPF hasil perbanyakan dalam media bulking berupa campuran molase dan ekstrak kedelai (2:1) sebanyak 5% (v/w) ke dalam *carrier* berupa hidrogel steril kemudian diinkubasi selama 5 hari. Sebelum diaplikasikan, dilakukan uji total plate count (TPC) untuk memastikan pupuk hayati memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk hayati Kepmentan RI no. 261 tahun 2019.

Aplikasi pupuk hayati dilakukan pada 2 hari sebelum tanam. Pupuk hayati hidrogel dilarutkan ke dalam air bersih dengan konsentrasi 5 gr L⁻¹, kemudian pupuk diaplikasikan langsung ke dalam lubang tanam sesuai dosis tiap perlakuan.

Pemupukan Urea, SP-36, dan KCl dilakukan dengan cara membenamkan pupuk pada lubang tugal berjarak 5 cm dari tanaman. Pupuk Urea diberikan sebanyak 350

kg Ha⁻¹ dan KCl sebanyak 50 kg Ha⁻¹ sesuai dosis rekomendasi (BPP-Kementerian Pertanian, 2020). Pemberian pupuk urea dan KCl dilakukan secara bertahap pada 1, 4, dan 6 MST untuk menghindari terjadinya *leaching* dan penguapan.

Pemeliharaan tanaman jagung yang dilakukan dalam percobaan meliputi penyiraman, penyulaman, dan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT). Penyiraman dilakukan setiap hari. Penyulaman dilakukan pada 2 MST terhadap bibit yang tidak tumbuh. Pengendalian OPT meliputi: penyiangan gulma, pengendalian hama dan penyakit tanaman, yang dilakukan secara manual. Selain itu dilakukan pembumbunan pada area sekitar akar tanaman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tinggi Tanaman Jagung

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman jagung dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis statistik menunjukkan pengaruh aplikasi pupuk hayati hidrogel dikombinasikan dengan pupuk P tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman jagung. Hal tersebut berlaku disetiap fase pertumbuhannya mulai 2 hingga 8 MST.

Tabel 1 Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Hidrogel dan Pupuk P pada Tinggi Tanaman Jagung

Perlakuan	Tinggi Tanaman Jagung (cm)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
A: 0 PHH + 0 P	16,71 ab	54,83 a	124,00 a	185,83 a
B: 1 P	16,13 ab	59,17 a	132,83 a	187,33 a
C: 1 PHH	17,10 ab	57,33 a	133,17 a	189,17 a
D: 1 PHH + ½ P	16,90 ab	58,67 a	125,17 a	170,50 a
E: 1 PHH + ¾ P	15,33 a	57,50 a	129,17 a	188,17 a
F: 1 PHH + 1 P	16,60 ab	61,17 a	138,17 a	200,83 a
G: ½ PHH + ¾ P	15,68 ab	56,83 a	139,83 a	189,50 a
H: ¾ PHH + ¾ P	17,67 b	57,00 a	127,33 a	196,83 a
I: 1 ½ PHH + ¾ P	16,53 ab	55,00 a	131,17 a	182,33 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama secara vertikal tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

Rata-rata tinggi tanaman jagung pada percobaan ini mencapai 200,83 cm. Tinggi tersebut lebih rendah dari yang tertera dalam deskripsi jagung Pioneer P-36 yaitu dapat mencapai 266 cm (Kementan, 2018). Hal ini

menunjukkan pertumbuhan jagung belum optimal. Rendahnya hasil tersebut diasumsikan akibat belum maksimalnya pertumbuhan dan kinerja MPF saat awal

pertanaman sehingga unsur hara P belum banyak tersedia untuk tanaman.

Selaras dengan penelitian Husen (2009), bahwa kinerja mikroba dalam melarutkan P dan memacu pertumbuhan tanaman belum dapat berfungsi secara optimal pada awal budidaya. Unsur hara fosfor mempengaruhi pembelahan serta perpanjangan sel tanaman yang berperan dalam pertambahan tinggi tanaman (Nyekha *et al.*, 2015). Rendahnya

ketersediaan fosfor dalam budidaya mengakibatkan laju pembelahan dan ekspansi sel tanaman menjadi lambat.

3.2 Diameter Batang Tanaman Jagung

Hasil uji statistik menunjukkan aplikasi kombinasi pupuk hayati hidrogel dan pupuk P secara keseluruhan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman jagung hingga 8 MST.

Tabel 2 Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Hidrogel dan Pupuk P pada Diameter Batang Tanaman Jagung

Perlakuan	Diameter Batang Tanaman Jagung (mm)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
A: 0 PHH + 0 P	4,93 a	12,4 a	22,68 a	29,73 a
B: 1 P	3,82 a	15,12 a	24,53 a	32,70 a
C: 1 PHH	4,92 a	14,88 a	24,10 a	32,80 a
D: 1 PHH + $\frac{1}{2}$ P	4,33 a	13,47 a	23,13 a	32,98 a
E: 1 PHH + $\frac{3}{4}$ P	4,72 a	13,60 a	24,18 a	32,33 a
F: 1 PHH + 1 P	4,87 a	15,98 a	25,80 a	33,05 a
G: $\frac{1}{2}$ PHH + $\frac{3}{4}$ P	5,17 a	15,03 a	25,77 a	33,07 a
H: $\frac{3}{4}$ PHH + $\frac{3}{4}$ P	4,10 a	15,37 a	23,33 a	29,78 a
I: 1 $\frac{1}{2}$ PHH + $\frac{3}{4}$ P	4,45 a	13,98 a	24,73 a	32,50 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama secara vertikal tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

Faktor utama diameter batang jagung tidak menunjukkan pengaruh nyata disebabkan belum optimalnya kinerja pupuk hayati dalam mengembalikan ketersediaan P di awal penanaman. Selain itu, penggunaan SP-36 yang bersifat *slow release* memungkinkan unsur hara fosfor belum banyak tersedia di masa awal pertumbuhan tanaman (Pratiwi *et al.*, 2016). Ketersediaan hara P yang mencukupi diperlukan untuk menunjang proses pembelahan sel pada tanaman (Hardjowigeno, 2015).

3.3 Hasil Tanaman Jagung

Hasil uji statistik menunjukkan aplikasi pupuk hayati hidrogel dan pupuk P memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan bobot pipilan kering jagung (Tabel 3). Peningkatan bobot pipilan kering jagung per hektar mencapai 18,4% dari rata-rata bobot panen pipilan kering varietas Pioneer P-36 sebesar 9,41 ton Ha⁻¹ (Kementan,

2018). Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil pipilan kering jagung perlakuan G ($\frac{1}{2}$ PHH + $\frac{3}{4}$ P) sebesar 11,14 ton Ha⁻¹ dan perlakuan E (1 PHH + $\frac{3}{4}$ P) sebesar 11,05 ton Ha⁻¹. Secara ekonomi, pemberian perlakuan G ($\frac{1}{2}$ PHH + $\frac{3}{4}$ P) memberikan keuntungan lebih bagi petani untuk menghemat biaya pengadaan pupuk baik pupuk hayati dan pupuk P untuk diaplikasikan ke tanaman.

Peningkatan ketersediaan P di tanah akan mengoptimalkan suplai hara fosfor untuk tanaman yang berguna untuk meningkatkan laju fotosintesis dan akumulasi bahan kering setelah fase pembungaan. Hal tersebut memberikan dampak positif untuk meningkatkan hasil biji tanaman jagung (Zhu *et al.*, 2012). Selama masa generatif, khususnya saat fase pengisian biji diperlukan ketersediaan unsur hara fosfor yang cukup sehingga akan diperoleh hasil tanaman jagung yang maksimal (Khan *et al.*, 2014).

Tabel 3 Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Hidrogel dan Pupuk P pada Hasil Tanaman Jagung

Perlakuan	Bobot Pipilan Kering	
	per Tanaman (gram)	per Hektar (ton)
A: 0 PHH + 0 P	34,23 a	1,72 a
B: 1 P	159,77 f	7,99 f
C: 1 PHH	59,60 b	2,98 b
D: 1 PHH + $\frac{1}{2}$ P	112,27 d	5,61 d
E: 1 PHH + $\frac{3}{4}$ P	220,97 g	11,05 g
F: 1 PHH + 1 P	162 f	8,12 f
G: $\frac{1}{2}$ PHH + $\frac{3}{4}$ P	225 g	11,14 g
H: $\frac{3}{4}$ PHH + $\frac{3}{4}$ P	96,9 c	4,84 c
I: $1\frac{1}{2}$ PHH + $\frac{3}{4}$ P	126,20 e	6,31 e

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama secara vertikal tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Peningkatan dosis pupuk P yang diberikan tidak diikuti oleh peningkatan bobot pipilan kering jagung. Tabel 3 menunjukkan pada perlakuan F (1 PHH + 1 P) hasil pipilan kering jagung per hektar didapati lebih rendah 36,1% dari perlakuan E (1 PHH + $\frac{3}{4}$ P). Pemberian dosis pupuk berlebih mengakibatkan unsur hara tidak dapat terserap baik oleh tanaman hingga menyebabkan keracunan akibat pekatnya larutan hara di tanah (Nuryani *et al.*, 2019). Kandungan P berlebih di dalam tanah juga mengakibatkan unsur hara mikro seperti Fe dan Zn tidak dapat diserap optimal oleh tanaman, hal ini memungkinkan pertumbuhan tanaman terhambat (Provin & Pitt, 2008).

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan aplikasi pupuk hayati berbasis hidrogel dan pupuk P (SP-36) mampu meningkatkan komponen hasil jagung namun tidak berpengaruh nyata terhadap komponen pertumbuhan tanaman jagung.

Aplikasi kombinasi pupuk tersebut meningkatkan bobot pipilan jagung sebesar 18,4% dari rata-rata bobot panen pipilan varietas Pioneer-P36. Perlakuan $\frac{1}{2}$ PHH + $\frac{3}{4}$ P memberikan hasil panen terbaik sebesar 11,14 ton Ha⁻¹ diikuti dengan penurunan kebutuhan pupuk hayati sebanyak 50% dan pupuk P sebanyak 25% dari dosis awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamu, S., Abiola, Y., & Omolola, M. 2012. Evaluation of complementary use of organic and inorganic fertilizers on the performance of upland rice. *International Journal of Advanced Biological Research*. 2(3), 487–491.
- Aksani, D., Surono, Ginting, R. C. B., & Purwani, J. 2021. The assay of carrier material and bacteria isolate formula as a biofertilizer on soybean in Inceptisols from West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 648(1).
- BPP-Kementerian Pertanian. (2020). Rekomendasi Pupuk N, P, dan K Spesifik Lokasi untuk Tanaman Padi, Jagung, dan Kedelai pada Lahan Sawah (Per Kecamatan) Buku II: Jagung.
- Fitriatin, B. N., Fauziah, D., Fitriani, F. N., Ningtyas, D. N., Suryatmana, P., Hindersah, R., Setiawati, M. R., & Simarmata, T. 2020. Biochemical activity and bioassay on maize seedling of selected indigenous phosphate-solubilizing bacteria isolated from the acid soil ecosystem. *De Gruyter - Open Agriculture*, 5(1): 300–304.
- Hardjowigeno, S. 2015. Ilmu Tanah (Cetakan ke 8). CV Akademika Pressindo.
- Husen, E. 2009. Telaah Efektivitas Pupuk Hayati Komersial dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *Prosiding Seminar Dan Lokakarya Nasional Inovasi Sumber Daya Lahan*. Bogor., 4(1), hlm. 105 – 117.
- Kakar, K., Xuan, T. D., Noori, Z., Aryan, S., & Gulab, G. 2020. Effects of organic and inorganic fertilizer application on growth, yield, and grain quality of rice. *Agriculture (Switzerland)*, 10(11): 1–11.
- Kementan. 2018. Keputusan Menteri Pertanian Nomor 334/Kpts/TP.010/05/2018 Tentang Pelepasan Galur Jagung Hibrida X28H510 Sebagai Varietas Unggul Dengan Nama P36.

- Khan, M. S., Zaidi, A., & Musarrat, J. 2014. Phosphate Solubilizing Micro-Organisms: Principles and Application of Microphos Technology. Springer Cham. Springer International Publishing Switzerland.
- Nuryani, E., Haryono, G., & Historiawati. 2019. Pengaruh dosis dan saat pemberian pupuk P terhadap hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris*, L.) tipe tegak. Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika, 4(1): 14–17.
- Nyekha, N., Sharma, Y. K., Sharma, S. K., & Gupta, R. C. 2015. Influence of phosphorus and phosphorus solubilising bacteria on performance of green gram and soil properties. Annals of Plant and Soil Research. 17(3): 323–325.
- Pereira, N. C. M., Galindo, F. S., Gazola, R. P. D., Dupas, E., Rosa, P. A. L., Mortinho, E. S., & Filho, M. C. M. T. 2020. Corn yield and phosphorus use efficiency response to phosphorus rates associated with plant growth promoting bacteria. Frontiers in Environmental Science, 8(April), 1–12.
- Piccoli, P., Travaglia, C., Cohen, A., Sosa, L., Cornejo, P., Masuelli, R., & Bottini, R. 2011. An endophytic bacterium isolated from roots of the halophyte *Prosopis strombulifera* produces ABA, IAA, gibberellins A1 and A3 and jasmonic acid in chemically-defined culture medium. Plant Growth Regulation, 64(2): 207–210.
- Pratiwi, R., Weny Respatie, D., & Trisnowati, S. 2016. Pengaruh takaran SP-36 terhadap pertumbuhan tanaman, pembungaan dan kandungan lutein *Tagetes erecta* L. dan *Cosmos sulphureus* Cav. di dataran tinggi. Vegetika, 5(1): 46–59.
- Provin, T., & Pitt, J. L. 2008. Phosphorus: too much and plants may suffer. Agricultural Communication, The Texas A&M University System.
- Pusdatin. 2016. *Outlook* Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan: Jagung. In Kementerian Pertanian.
- Ram, R. M., Debnath, A., Negi, S., & Singh, H. B. 2022. Use of microbial consortia for broad spectrum protection of plant pathogens: regulatory hurdles, present status and future prospects. In A. Rakshit, V. S. Meena, P. C. Abhilash, B. K. Sarma, H. B. Singh, L. Fraceto, M. Parihar, & A. K. B. T.-B. Singh (Eds.), *Biopesticides Vol 2: Advances in Bio-inoculant Science*. p: 319–335.
- Sari, M. P., Deliana, Y., & Rochdiani, D. 2021. Integrasi pasar jagung di Indonesia. Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis, 5(2):147 – 160.
- Setiawati, M. R., Suryatmana, P., & Chusnul, A. 2017. Karakteristik *Azolla pinnata* sebagai pengganti bahan pembawa pupuk hayati padat bakteri penambat N₂ dan bakteri pelarut P. SoilREns, 15(1): 46–52.
- Singh, D. P., Singh, H. B., & Prabha, R. 2016. Book review: Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity-vol. 2: functional applications. Frontiers in Microbiology. Vol 7: 1 – 2.
- Sudirja, R., Joy, B., Yuniarti, A., & Trinurani, 2017. Beberapa sifat kimia tanah inceptisol dan hasil kedelai (*Glycine max* L.) akibat pemberian bahan amelioran. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2017, 15(2): 198–205.
- Suman, A., Verma, P., Yadav, A. N., Srinivasamurthy, R., Singh, A., & Prasanna, R. 2016. Development of hydrogel based bio-inoculant formulations and their impact on plant biometric parameters of wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 5(3): 890–901.
- Zhu, X. kai, Li, C. yan, Jiang, Z. qing, Huang, L. lian, Feng, C. nian, Guo, W. shan, & Peng, Y. xin. 2012. Responses of Phosphorus Use Efficiency, Grain Yield, and Quality to Phosphorus Application Amount of Weak-Gluten Wheat. Journal of Integrative Agriculture, 11(7): 1103–1110.