

## APLIKASI PUPUK ORGANIK HAYATI ECENG GONDOK PADA BUDIDAYA JAGUNG (*Zea mays* L.) SISTEM LEGOWO-2

Yun Sondang<sup>1)</sup>, Khazy Anty<sup>2)</sup>, dan Ramond Siregar<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Budidaya Tanaman Pangan, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Jl. Raya Negara Km.7 Tanjung Pati, Kab. Limapuluh Kota, Sumatera Barat, 26271  
E-mail: silitongayun27@mail.com

### Abstract

*Biological organic fertilizer (BOF) is an organic fertilizer that contains several microorganisms in a consistent formula. Biological organic fertilizers influence nutrient availability, nutrient efficiency, increasing metabolism, growth and crop yield. The use of biological organic fertilizers aim is to reduce the negative impact of inorganic fertilizers. The purpose of this research is to obtain the correct dose and frequency of BOF application on maize grown with the Legowo-2 system. The research was conducted at the Payakumbuh State Agricultural Polytechnic Experimental Field, West Sumatra. The research used a Factorial design in a Randomized Block Design (RBD) first treatment with BOF doses (40, 80, 120, 160 ml/l of water) and the second treatment frequency of 2, 3, and 4 times of applications. Parameters that observed were plant height, leaf length, leaf width, plant N nutrient content, dry weight of plant, and dry seed production per plot. The results showed that biological organic fertilizers dose had a significant effect on plant height, N nutrient content, dry weight of plant, and dry seed production per plot. The frequency of BOF giving had a significant affect on the N content of maize plants.. The best BOF dose is 160 ml/l water.*

**Keywords:** *organic fertilizer, dose, application, corn*

### Abstrak

Pupuk organik hayati (POH) merupakan pupuk organik yang mengandung beberapa mikroorganisme dalam satu formula yang bersifat konsisten. Pupuk organik hayati berperan dalam mempengaruhi ketersediaan unsur hara, efisiensi hara, meningkatkan metabolisme, pertumbuhan dan hasil tanaman. Penggunaan pupuk organik hayati bertujuan untuk menekan dampak negatif dari pupuk anorganik. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan takaran dan frekuensi pemberian waktu aplikasi POH yang tepat pada tanaman jagung yang ditanam dengan sistem Legowo-2. Penelitian dilakukan pada Kebun Percobaan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Sumatera Barat. Penelitian menggunakan Rancangan Faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan pertama ialah takaran POH (40, 80, 120, 160 ml/l air) dan perlakuan kedua ialah frekuensi (2, 3, dan 4 kali pemberian). Parameter yang diamati ialah tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, kandungan hara N tanaman, berat berangkasan kering, dan produksi pipilan kering jagung per plot. Hasil penelitian menunjukkan takaran pupuk organik hayati berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, kandungan hara N tanaman, berat berangkasan kering, dan produksi pipilan kering jagung per plot. Frekuensi pemberian POH berpengaruh nyata terhadap kandungan N tanaman jagung. Takaran POH yang terbaik 160 ml/l air.

**Kata Kunci:** *pupuk hayati, takaran, aplikasi, jagung*

## PENDAHULUAN

Kualitas lahan budidaya cenderung mengalami penurunan akibat penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dengan dosis berlebihan, sehingga berdampak negatif terhadap air tanah, tanaman dan makhluk hidup yang mengkonsumsi produk pertanian. Penggunaan pupuk anorganik harus dikurangi secara bertahap dan beralih kepada penggunaan pupuk organik yang aman terhadap lingkungan. Pupuk organik hayati merupakan formula pupuk yang berasal dari bahan organik dan diperkaya dengan mikroorganisme. Menurut Malusa & Vassilev (2014) pupuk hayati adalah suatu produk yang diformulasikan mengandung satu atau lebih mikroorganisme untuk meningkatkan status hara tanaman baik dengan mengganti hara tanah dan atau meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Pupuk hayati didefinisikan sebagai inokulan mikroorganisme yang mampu memobilisasi nutrisi penting dalam tanah dari bentuk tidak tersedia menjadi tersedia melalui proses biologisnya (Alami *et al.* 2017).

Keragaman mikroorganisme yang melimpah mulai dimanfaatkan untuk kepentingan pertanian berkelanjutan. Pengaruh mikroorganisme untuk memacu pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman telah banyak diteliti. Sekelompok bakteri nonpatogenik telah dilaporkan dapat mengendalikan patogen penyebab penyakit dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Mikroorganisme penting dalam siklus nutrisi tanaman, memperbaiki struktur tanah, detoksikasi bahan kimia berbahaya (Ratneetoo, 2012), pengendalian hama tanaman, dan merangsang pertumbuhan tanaman (Phibunwatthanawong & Riddech, 2019). Inokulasi mikroba bertujuan untuk memanfaatkan kemampuan mikroba dalam perannya sebagai dekomposer (Pan *et al.*, 2012) dan pupuk hayati (Qasim *et al.* 2014).

Pupuk hayati mempengaruhi ketersediaan unsur hara makro dan mikro, serta efisiensi penggunaannya (Malusa & Vassilev, 2014), meningkatkan pertumbuhan, produksi dan kualitas produk tanaman (Oliviera *et al.*, 2017). Pupuk hayati dapat diperkaya dengan inokulasi bakteri pengikat N untuk meningkatkan daya serap hara dan produktivitas hasil tanaman (Oliviera *et al.* 2017). Inokulasi bakteri dari genera *Bacillus* dan *Pseudomonas* ke dalam pupuk hayati meningkatkan pertumbuhan bibit jagung (Sondang *et al.* 2018). Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan takaran dan

frekuensi pemberian POH eceng gondok yang tepat untuk tanaman jagung yang ditanam dengan sistem Legowo-2.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh Sumatera Barat pada bulan Maret hingga Juli 2020, lahan berada pada ketinggian 500 m dpl .

Penelitian diawali dengan pembuatan pupuk organik hayati dengan bahan utama kotoran kandang sapi 4 kg, eceng gondok 4 kg, dan air steril 8 liter, lalu tambahkan sumber kalsium 80 g dan diinokulasi dengan konsorsium bakteri dari genera *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. Sumber bakteri berasal dari koleksi bakteri hasil penelitian PDUPT dana Dikti (Sondang, et al. 2019). Pupuk yang digunakan dalam bentuk POH cair.

Penelitian menggunakan percobaan Faktorial yang disusun secara Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor perlakuan yang diulang 3 kali. Faktor pertama ialah takaran POH 40 ml, 80 ml, 120 ml, 180 ml per liter air. Faktor kedua adalah frekuensi 2, 3, 4 kali pemberian. POH diaplikasikan pada 14, 28, 42, 56 hari setelah tanam (*foliar treatment*). Model Rancangan Faktorial dalam RAK adalah

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + (PT)_{ij} + \text{Blok } k + E_{ijk}$$

Benih jagung varietas Pioneer 32 direndam dalam larutan POH 10% selama 12 jam. Benih ditanam 1 biji per lubang dengan sistem jajar Legowo-2, satu plot ukuran 1 x 3,5 m berisi 2 barisan tanaman sehingga populasi per plot ialah 28 tanaman dan jumlah sampel sebanyak 4 tanaman/plot. Tanaman dipelihara dan dipanen umur 110 HST.

Pengamatan meliputi kandungan hara POH eceng gondok setelah fermentasi dan pertumbuhan tanaman mulai umur 2 minggu setelah tanam (MST) sampai munculnya tongkol jagung. Parameter pertumbuhan yang diamati ialah tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, kandungan hara N tanaman, berat berangkasan kering, dan produksi pipilan kering jagung per plot. Analisa kandungan hara N daun dilakukan pada umur 10 MST dengan metode pengujian berdasarkan berat kering sampel (metode *Kjeldahl*). Data pengamatan dianalisis dengan analisis ragam uji F pada taraf nyata 5% dan 1%, dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan hara pupuk organik hayati (POH) cair eceng gondok meliputi N total 0,278%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,729%, K<sub>2</sub>O 2,090%, C organik 3,920%, Ca 0,259%, C/N 14,10, dan pH 5,9. Kandungan N total + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O > 2% memenuhi persyaratan standar nasional Indonesia (SNI) (Balai Penelitian Tanah, 2018). Bakteri yang diidentifikasi dari POH eceng gondok adalah *Pseudomonas aeruginosa* 2,8 x 10<sup>8</sup> CFU/ml dan *Bacillus subtilis* 4,3 x 10<sup>7</sup> CFU/ml (Sondang *et al.* 2019). Jumlah populasi bakteri > 10<sup>7</sup> CFU/ml memenuhi standar nasional Indonesia (SNI) (Balai Penelitian Tanah, 2018).

Hasil aplikasi POH terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung varietas Pioneer 32 dapat dilihat pada Tabel 1, 2, dan 3 berikut.

Tabel 1  
Tinggi tanaman jagung (cm) pada umur 9 MST

Takaran POH (ml/l air)	Frekuensi Pemberian POH			Rata-rata
	2 kali	3 kali	4 kali	
40 ml	293,33 <sup>bc</sup>	298,67 <sup>bc</sup>	291,00 <sup>bc</sup>	294,33 <sup>b</sup>
80 ml	308,67 <sup>abc</sup>	281,67 <sup>c</sup>	296,67 <sup>bc</sup>	295,67 <sup>b</sup>
120 ml	310,33 <sup>abc</sup>	317,67 <sup>ab</sup>	316,00 <sup>ab</sup>	314,67 <sup>a</sup>
160 ml	308,67 <sup>abc</sup>	311,67 <sup>ab</sup>	329,33 <sup>a</sup>	316,56 <sup>a</sup>
Rata-rata	305,25 <sup>a</sup>	302,42 <sup>a</sup>	308,25 <sup>a</sup>	

Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT pada taraf nyata 5%

Tinggi tanaman dipengaruhi oleh takaran POH dengan rata-rata tertinggi pada pemberian 120 ml POH/l air dan 160 ml POH/l air, namun frekuensi pemberian tidak mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman.

Tabel 2  
Panjang dan lebar daun jagung pada umur 9 MST

Takaran POH (ml/l air)	Panjang daun jagung (cm)			Rata-rata
	2 kali	3 kali	4 kali	
40 ml	104,33 <sup>ab</sup>	105,67 <sup>ab</sup>	103,00 <sup>ab</sup>	104,33 <sup>a</sup>
80 ml	104,33 <sup>ab</sup>	103,23 <sup>ab</sup>	105,67 <sup>ab</sup>	104,41 <sup>a</sup>
120 ml	106,33 <sup>ab</sup>	106,67 <sup>ab</sup>	107,00 <sup>ab</sup>	106,67 <sup>a</sup>
160 ml	105,67 <sup>ab</sup>	106,33 <sup>ab</sup>	108,67 <sup>a</sup>	106,89 <sup>a</sup>
Rata-rata	105,17 <sup>a</sup>	105,25 <sup>a</sup>	106,08 <sup>a</sup>	

Takaran POH (ml/l air)	Lebar daun jagung (cm)			Rata-rata
	2 kali	3 kali	4 kali	
40 ml	10,17 <sup>ab</sup>	9,60 <sup>b</sup>	9,77 <sup>ab</sup>	9,84 <sup>a</sup>
80 ml	10,17 <sup>ab</sup>	9,67 <sup>ab</sup>	10,17 <sup>ab</sup>	10,00 <sup>a</sup>
120 ml	10,33 <sup>ab</sup>	10,03 <sup>ab</sup>	9,67 <sup>ab</sup>	10,01 <sup>a</sup>
160 ml	10,83 <sup>a</sup>	10,10 <sup>ab</sup>	10,27 <sup>ab</sup>	10,40 <sup>a</sup>
Rata-rata	10,38 <sup>a</sup>	9,85 <sup>a</sup>	9,97 <sup>a</sup>	

Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT pada taraf nyata 5%

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 1 dan 2 menunjukkan tidak ada interaksi antara perlakuan takaran POH dengan frekuensi pemberian POH terhadap tinggi tanaman, panjang daun dan lebar daun jagung. Pada Tabel 1 rata-rata tinggi tanaman 294,33-316,56 cm. Tabel 2 rata-rata panjang daun jagung mencapai 104,33-106,69 cm dan rata-rata lebar daun 9,84-10,40 cm. Seluruh takaran dan frekuensi pemberian sudah memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan vegetatif akhir tanaman (63 HST) jika dibandingkan dengan deskripsi Pioneer 32, dimana tinggi tanaman 200–250 cm, panjang daun 85–95 cm, dan lebar daun 8,5–10 cm. Hal ini lebih disebabkan oleh hara yang terkandung dalam POH sudah mencukupi kebutuhan tanaman, disamping bakteri yang terkandung dalam POH berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman. Kebutuhan hara tanaman tercukupi dengan adanya beberapa kali pemberian POH.

Aktivitas bakteri terhadap pertumbuhan tanaman melalui 3 mekanisme, yaitu: memanipulasi pensinyalan hormonal tanaman (Verbon & Liberman, 2017), penolakan oleh strain mikroba patogen (Mendes *et al.*, 2013), dan meningkatkan ketersediaan hayati unsur hara yang terbawa tanah, terutama unsur N, P, dan S (Van der Heijden *et al.*, 2008 ; Malusa & Vassilev, 2014).

Bakteri *P. aeruginosa* dan *B. subtilis* saling bekerja sama dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung. Bakteri *P. aeruginosa* mempunyai daya adaptasi dan sinergis yang tinggi terhadap mikroorganisme lain, sehingga bakteri ini dapat memperbanyak diri dalam berbagai kondisi. Menurut Setiawati *et al.* (2008) pupuk hayati cair yang mengandung *Pseudomonas sp* merupakan bakteri penambat N<sub>2</sub> yang diaplikasikan dengan cara merendam benih maupun menyemprotkan ke tanaman dapat meningkatkan populasi bakteri pada tanaman padi. Adesemoye & Ugoji (2009) menyatakan *P. aeruginosa* berpotensi sebagai *plant growth promoting rhizobacteria*

(PGPR) dengan metode perendaman dalam suspensi dan pelapisan benih, serta memberikan hasil yang sama dengan perlakuan pupuk anorganik (tanpa *P. aeruginosa*).

Bakteri pengikat N memiliki peranan penting terhadap pertumbuhan vegetative tanaman, karena peranannya sebagai penyedia hara N yang digunakan untuk proses metabolisme tanaman. Pupuk hayati yang diperkaya dengan bakteri pengikat N dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu yang ditanam pada tanah Ultisol (Oliviera *et al.*, 2017). Bakteri mampu hidup pada berbagai habitat. Bakteri mampu mengurai senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana dalam bentuk mineral, sehingga dapat dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhannya. Tanaman menunjukkan beragam interaksi ekologis dengan mikroorganisme yang berada di dalam tanah, dapat bersifat kompetitif, mutualistik, eksploitatif, dan komensalisme.

Tabel 3  
Kandungan hara N (%) tanaman jagung pada 10 HST

Takaran POH (ml/l air)	Frekuensi Pemberian POH		
	2 kali	3 kali	4 kali
40 ml	2,997 <sup>cd</sup>	2,993 <sup>d</sup>	3,023 <sup>ab</sup>
80 ml	3,023 <sup>ab</sup>	3,000 <sup>cd</sup>	3,043 <sup>a</sup>
120 ml	3,027 <sup>ab</sup>	3,027 <sup>ab</sup>	2,997 <sup>cd</sup>
160 ml	3,017 <sup>bc</sup>	3,017 <sup>bc</sup>	3,043 <sup>a</sup>

Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT pada taraf nyata 5%

Tabel 3 menunjukkan interaksi antara takaran dan frekuensi pemberian POH terhadap kandungan hara N tanaman jagung. Kandungan hara N tertinggi (3,043%) terdapat pada takaran POH 80 ml/l air dan 160 ml/l air dengan aplikasi 4 kali pemberian. Hara N berperan dalam pembentukan asam amino, protein, metabolisme tanaman sehingga memaksimalkan fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat. Fotosintat yang dihasilkan membantu pertumbuhan vegetatif tanaman dan pengisian buah. Pupuk hayati mengandung bakteri *B. subtilis* yang dapat mengikat N, hal ini dapat dilihat dari kandungan hara N tanaman jagung yang relatif tinggi (3,004–3,027%). Bakteri dalam POH yang disemprotkan ke daun akan membantu mengikat N bebas dari udara dan masuk ke dalam jaringan daun jagung. Ahmad *et al.* (2018) menyatakan beberapa genera *Bacillus* memiliki kemampuan mengikat N dari udara, melarutkan P dan K, serta menghasilkan zat perangsang tumbuh.

Tabel 4  
Berat berangkasan kering tanaman jagung (g) pada umur 11 MST

Takaran POH (ml/l air)	Frekuensi Pemberian POH			Rata-rata
	2 kali	3 kali	4 kali	
40 ml	325,67 <sup>i</sup>	368,33 <sup>i</sup>	461,67 <sup>gh</sup>	385,22 <sup>d</sup>
80 ml	457,00 <sup>h</sup>	487,00 <sup>fg</sup>	532,67 <sup>e</sup>	492,22 <sup>c</sup>
120 ml	520,67 <sup>ef</sup>	582,67 <sup>d</sup>	636,67 <sup>c</sup>	580,00 <sup>b</sup>
160 ml	714,67 <sup>b</sup>	652,33 <sup>c</sup>	764,00 <sup>a</sup>	710,33 <sup>a</sup>
Rata-rata	504,50 <sup>a</sup>	522,58 <sup>b</sup>	598,75 <sup>a</sup>	

Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT pada taraf nyata 5%

Pada Tabel 4 berat berangkasan kering menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antara takaran 40, 80, 120, dan 160 ml/l air. Peningkatan berat berangkasan disebabkan hara N yang cukup untuk pembentukan asam amino dan protein, dimana asam amino sangat berperan dalam pembentukan organ tanaman. POH merupakan larutan yang mengandung beberapa mikroba yang dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Kelebihan POH adalah mudah larut, memberikan unsur hara sesuai kebutuhan tanaman, dan mengatasi defisiensi hara dengan cepat, apalagi pemberian POH melalui daun tanaman. Phibunwatthanawong & Riddech (2019) menyatakan pemberian pupuk hayati dapat meningkatkan biomasa tanaman.

Pada aplikasi pupuk hayati, bakteri mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui mekanisme sintesis fitohormon, mobilisasi hara (Yao *et al.* 2006), perlindungan tanaman, dan pertahanan terhadap patogen (Fraile *et al.* 2015). Beberapa genera *Bacillus* memiliki kemampuan mengikat N dari udara, melarutkan P dan K, menghasilkan zat perangsang tumbuh, dan menekan pertumbuhan patogen (Ahmad *et al.*, 2018).

Tabel 5  
Produksi pipilan kering jagung per plot Legowo (kg/3,5 m<sup>2</sup>)

Takaran POH (ml/l air)	Frekuensi Pemberian POH			Rata-rata
	2 kali	3 kali	4 kali	
40 ml	5,59 <sup>ab</sup>	5,75 <sup>ab</sup>	5,52 <sup>ab</sup>	5,62 <sup>ab</sup>
80 ml	5,97 <sup>a</sup>	5,37 <sup>b</sup>	5,71 <sup>ab</sup>	5,68 <sup>ab</sup>
120 ml	5,53 <sup>ab</sup>	5,81 <sup>ab</sup>	5,72 <sup>ab</sup>	5,69 <sup>ab</sup>
160 ml	5,73 <sup>ab</sup>	6,10 <sup>a</sup>	6,02 <sup>a</sup>	5,95 <sup>a</sup>
Rata-rata	5,71 <sup>a</sup>	5,76 <sup>a</sup>	5,74 <sup>a</sup>	

Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT pada taraf nyata 5%

Pada Tabel 5 terlihat takaran POH yang tertinggi (160 ml/l air) menghasilkan rata-rata produksi pipilan kering jagung tertinggi yaitu 5,95 kg/plot setara dengan 12,15 ton/ha atau 4,6% lebih tinggi dari takaran POH 120 ml/l air. POH yang disemprotkan melalui daun dapat diserap langsung dan memenuhi kebutuhan tanaman, hal ini dapat dilihat dari kandungan hara N (Tabel 3) dan berat berangkasan kering tanaman (Tabel 4). Menurut Setiawati *dkk.* (2008) peningkatan konsentrasi POH dapat meningkatkan serapan N tanaman dan hasil gabah kering padi. Yao et al. (2006) menyatakan penggunaan *B. subtilis* dalam pupuk hayati dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil sampai 30%.

## SIMPULAN

Takaran POH berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, kandungan hara N, berat berangkasan kering, produksi pipilan kering jagung per plot. Frekuensi pemberian POH berpengaruh nyata terhadap kandungan hara N tanaman, dan berat berangkasan kering. Terjadi interaksi antara takaran POH dengan frekuensi pemberian terhadap kandungan hara N tanaman. Takaran POH 160 ml/l dengan frekuensi pemberian 4 kali memberikan tinggi tanaman, kandungan hara N, berat berangkasan kering, dan produksi biji kering jagung tertinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adesemoye, A.O. & Ugoji E.O. (2009). Evaluating *Pseudomonas aeruginosa* as Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in West Africa. *Journal Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 42 (2): 188-200, <https://doi.org/10.1080/03235400601014791>.
- Ahmad, M., Pataczek, L., Hilger, T.H., Zahir, Z.A., Hussain, A., Rasche, F., Schafleitner, R. & Solberg, S.Q. (2018). Perspectives of microbial inoculation for sustainable development and environmental management. *Frontiers of Microbiol Journal*, 9:2992. doi: 10.3389/fmicb.2018.02992.
- Alami, N.H., Ayu, S.A.T., Kuswytasari, N.D., Zulaika, E. & Shovitri, M. (2017). Effect of yeast based biofertilizer combined with bacteria on Mustard plant growth. *International Journal of Applied Biology* 1(2):46-57, 2017.
- Balai Penelitian Tanah. 2018. Syarat mutu pupuk an-organik dan organik. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. 23 hal.
- Gracia-Fraile, P., Menendes, E. & Rivas, R. (2015). Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. *Bioengineering*, 2: 183-205; <http://dx.doi.org/10.3934/bioeng.2015.3.183>.



- Jacoby, R., Peukert, M., Succurro, A., Koprivova, A. & Kopriva, S. (2017). The role of soil microorganisms in plant mineral nutrition-current knowledge and future directions. *Plant Sci.*, 8: 1617. DOI: [10.3389/fpls.2017.01617](https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01617).
- Malusa E. & Vassilev N. (2014). A Contribution to set a legal framework for biofertilizers. *Appl Microbiol Biotechnol* 98: 6599–6607. DOI 10.1007/s00253-014-5828-y.
- Mendes, R., Garbera, P. & Raaijmakers, J.M. (2013). The rhizosphere mikrobiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. *FEMS Microbiol. Rev.* 37, 634-663, doi:10.1111/1574-6976.12028
- Oliveira, F.L.N., Oliveira, W.S., Stamford, N.P., Silva, E.V.N., Santos, C.E.R.S. & Freitas, A.D.S. (2017). Effectiveness of biofertilizer enriched in N by *Beijerinckia indica* on sugarcane grown on an Ultisol and the interactive effects between biofertilizer and sugarcane filter cake. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(4): 1040-1057.
- Pam I., Dam B. & Sen S.K. (2012). Composting of common organic wastes using microbial inoculations. 3 *Biotech* 2: 127-134. DOI 10.1007/s13205-011-0033-5.
- Phibunwatthanawong, T. & Riddech, N. (2019). Liquid organic fertilizer production for growing vegetables under hydroponic condition. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 8: 369-380. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0257-7>.
- Qasim M., Younis A., Zahir ZA, Riaz A., Raza H. & Tariq U. (2014). Microbial inoculation increase the nutrient uptake efficiency for quality production *Gladiolus grandiflorus*. *J.Agric.Sci.* 51(4): 875-880; 2014 ISSN 0552-9034.
- Ratneetoo, B. (2012). Organic fertilizer improves deteriorated soil. *Princess Naradhiwas Univ. J* 4(2): 115-127.
- Setiawati, M.R., Arief, D.H., Suryatmana, P. & Hudaya, R. (2008). Aplikasi bakteri endofitik penambat N<sub>2</sub> untuk meningkatkan populasi bakteri endofitik dan hasil tanaman padi sawah. *Jurnal Agrikultura* 19(3): 13-19. ISSN 0853-2885.
- Sondang, Y., K. Anty, R. Siregar, dan Hayatunufus. (2018). Application of corn endofit bacteria (*Pseudomonas* sp and *Bacillus* sp) to the physiological quality of corn seed. *Proseding Seminar Nasional, Peranan Teknologi Perbenihan Berbasis Sumberdaya Lokal dalam Mendukung Ketahanan Pangan, 26 September 2018*, ISBN: 978-602-51262-2-2, hal 101–108.
- Sondang, Y., Anty, K., and Siregar, R., (2019). Identification of endophytic and rhizosphere bacteria in maize (*Zea mays* L.) in Limapuluh Kota Region, West Sumatra, Indonesia. 6th International Conference on Sustainable Agriculture, Food and Energy. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 347 (2019) 012002. doi:10.1088/1755-1315/347/1/012002.
- Van der Heijden, M.D.A., Bardgett, R.D. & Van Straalen, N.M. (2008). The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecol. Lett.* 11, 296-310. doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01139.x
- Verbon, E.H. & Liberman L.M. (2016). Beneficial microbes affect endogenous mechanisms controlling root development. *Trend Plant Sci.* 21, 218-229. Doi: 101016/J. plant.2016.01.013. 101016/J.plant.2016.01.03