

Penggunaan Pupuk Hayati BiO₂ dan Berbagai Macam Pupuk Organik untuk
Kedelai Edamame pada Tanah Alfisol

Sudadi¹ dan Yuedhi Maulana²

¹*Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta*

²*Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta*

Email: sudadi62@staff.uns.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pupuk hayati BiO₂ dan berbagai macam pupuk organik terhadap hasil kedelai Edaname pada tanah Alfisol Jumantono. Percobaan dilaksanakan di rumah kaca dan analisis tanah di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua faktor yaitu dosis pupuk hayati BiO₂ (tanpa BiO₂; dengan BiO₂) dan macam pupuk organik (tanpa pupuk organik, pupuk organik GreenGold, Kascing Serbuk Curah, Rajakaya, FreshGreen, FreshGreen+*Biofertilizer*, Kascing Granule dan pupuk NPK sesuai anjuran sebagai pembanding). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati BiO₂ dan pupuk organik vermikompos dalam bentuk granul memberikan hasil kedelai Edaname tertinggi dibanding perlakuan yang lain.

Kata kunci: alfisol, BiO₂, edamame, pelarut fosfat, pupuk hayati

Pendahuluan

Edamame memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia dengan rata-rata produksi 3,5 tonha⁻¹, lebih tinggi daripada kedelai biasa yang memiliki rata-rata produksi 1,7-3,2 tonha⁻¹ (Tjahyani *et al.*, 2015). Saat ini pengembangan budidaya kedelai Edamame di Indonesia masih kalah bersaing dengan padi dan jagung sebagai sumber bahan pangan utama. Dibutuhkan suatu inovasi dalam budidaya kedelai Edamame dan salah satunya adalah budidaya pada lahan kering Alfisol. Permasalahan yang sering dihadapi adalah Alfisol merupakan tanah yang memiliki pH tanah yang cenderung masam menyebabkan ketersediaan unsur P dalam tanah rendah akibat terfiksasi oleh unsur Al dan Fe (Alvernia *et al.*, 2017).

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar setelah Nitrogen (N). Pemenuhan kebutuhan P saat ini masih mengandalkan pupuk

anorganik yang dianggap lebih cepat dalam penyediaan unsur hara. Akan tetapi penggunaan pupuk anorganik P yang berlebihan mengakibatkan efisiensi serapan unsur P bagi tanaman menjadi berkurang. Sofyan *et al.* (2003) mengatakan bahwa efisiensi aplikasi pupuk fosfat anorganik pada tanah hanya sekitar 10-20% yang dapat diserap tanaman. Sisanya 70-90% terakumulasi di dalam tanah dan terikat oleh Al atau Fe pada tanah masam serta terikat Ca atau Mg pada tanah alkalin (Yang *et al.*, 2011).

Alternatif untuk mengatasi rendahnya ketersediaan unsur P pada lahan Alfisol adalah penggunaan pupuk organik dan hayati sebagai substitusi pupuk anorganik. Pupuk organik merupakan pupuk yang mempunyai kandungan unsur hara makro maupun mikro lengkap, dan berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah seperti aerasi, kemampuan menahan air, dan meningkatkan KTK tanah (Islam *et al.*, 2016). Produk pupuk organik di pasaran sangat beragam baik bentuk maupun bahan pembuatannya. Pupuk hayati atau *biofertilizer* merupakan jenis pupuk berbahan utama mikroba tanah potensial yang memiliki fungsi sebagai agensia yang dapat meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah. Pupuk hayati BiO₂ (Biofilm Biofertilizer) adalah pupuk hayati yang mengandung berbagai macam mikrobia yang mampu meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Salah satu mikrobia potensial adalah bakteri pelarut fosfat (BPF) dengan aktivitasnya dalam menghasilkan asam organik yang dapat melepaskan fosfat yang terfiksasi oleh Al dan Fe pada tanah Alfisol. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilaksanakan untuk melihat pengaruh penggunaan pupuk hayati BiO₂ dan berbagai macam pupuk organik terhadap hasil Kedelai Edamame pada tanah Alfisol.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni - November 2018 di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, UNS yang berada pada koordinat 7°33'41'' LS dan 110°51'33'' BT dengan ketinggian 105 mdpl. Suhu rata-rata harian berkisar antara 31-38°C dengan kelembaban udara 12-31%. Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah Alfisol Jumantono yang memiliki tekstur tanah klei, reaksi pH tanah agak masam, KTK tanah rendah, C-Organik rendah, N-total sedang, P-tersedia rendah, K-tertukar rendah, dan total koloni BPF 1,15x10⁴ koloni. Analisis laboratorium dilakukan di Lab Biologi Tanah dan Bioteknologi serta Lab Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian, UNS. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah Jenis Pupuk Organik (P) dengan 8 taraf, meliputi P0 (Kontrol), P1 (GreenGold), P2 (Kascing

Serbuk/Curah), P3 (Rajakaya), P4 (FreshGreen), P5 (FreshGreen+ *Biofertilizer*), P6 (Kascing Granule) dan P7 (NPK sesuai anjuran petani). Faktor kedua adalah Dosis Pupuk Hayati BiO₂ (K) dengan 2 taraf, meliputi K0 (kontrol) dan K1 (dosis pupuk hayati 5 mL/tanaman/minggu). Variabel pengamatan meliputi pH tanah, total populasi BPF, fosfor tersedia tanah, berat brangkas tanaman, serapan P, jumlah polong dan polong isi, jumlah biji per tanaman, berat biji per tanaman, berat 1.000 biji, serta hasil tanaman. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F taraf 5%, dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5% dan uji korelasi *Pearson*.

Hasil dan Pembahasan

pH tanah

Aplikasi pupuk organik dan hayati mampu meningkatkan pH tanah Alfisol akhir. Tabel 1 menunjukkan semua perlakuan penelitian memiliki peningkatan pH tanah terkecuali perlakuan P4K0 (Pupuk FreshGreen + Tanpa pupuk hayati). Perlakuan dengan hasil tertinggi adalah P6K0 dengan 6,98 atau meningkat 7,72% dan terendah adalah P5K0 6,43 atau menurun sebesar 0,77 % dari pH tanah awal.

Kemasaman tanah dipengaruhi oleh keberadaan ion H⁺ dan OH⁻ dalam tanah, jika ion H⁺ meningkat pH tanah akan turun, sebaliknya jika ion OH⁻ tinggi pH tanah akan meningkat. Tanah Alfisol merupakan salah satu jenis tanah masam, dimana pada tanah ini memiliki kandungan ion Al tinggi. Pada tanah masam ion Al³⁺ akan mengikat OH⁻ dan terdisosiasi menjadi senyawa Al(OH)₃, melepaskan ion H⁺ aktif pada tanah (Susanto, 2005). Semakin tinggi kandungan H⁺ tanah, pH tanah akan menurun.

Usaha meningkatkan pH tanah dapat dilakukan dengan aplikasi pupuk organik pada tanah. Ifansyah (2013) mengatakan bahan organik merupakan bahan yang dapat digunakan pada tanah masam untuk meningkatkan pH tanah serta ketersediaan P terlarut oleh Al dan Fe. Hal ini karena ion Al³⁺ dan Fe²⁺ akan mengikat OH⁻ yang dihasilkan oleh dekomposisi bahan organik membentuk senyawa kompleks (Al(OH)₃ dan Fe(OH)₂) dan tidak terhidrolisis kembali. Akan tetapi, peningkatan pH akibat aplikasi pupuk organik pada tanah tergantung dari kematangan bahan organik tersebut (Suntoro, 2003). Bahan organik yang belum matang ditandai dengan C/N rasio tinggi. Pada kondisi tanah masam, bahan organik tersebut mengalami proses mineralisasi yang lambat (Susanto, 2005). Rendahnya tingkat mineralisasi menyebabkan pelepasan ion OH⁻ pada tanah menjadi lambat yang berakibat pada lambatnya peningkatan pH.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi pupuk hayati BiO₂ dan pupuk organik terhadap pH tanah

| Macam Pupuk Organik | Dosis Pupuk Hayati BiO ₂ (ml/tanaman/minggu) | |
|----------------------------------|---|---------------------|
| | 0 | 5 |
| Kontrol | 6,75 ^{bcd} | 6,77 ^{bcd} |
| GreenGold | 6,91 ^{de} | 6,66 ^{bc} |
| Kascing Serbuk/Curah | 6,59 ^{ab} | 6,80 ^{bcd} |
| Rajakaya | 6,92 ^{de} | 6,80 ^{bcd} |
| FreshGreen | 6,84 ^{cde} | 6,92 ^{de} |
| FreshGreen+ <i>Biofertilizer</i> | 6,43 ^a | 6,72 ^{bcd} |
| Kascing Granule | 6,98 ^e | 6,88 ^{cde} |
| NPK Sesuai Anjuran | 6,81 ^{bcd} | 6,81 ^{bcd} |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT 5%

Populasi BPF dan ketersediaan P tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa macam pupuk organik maupun dosis pupuk hayati BiO₂ berpengaruh nyata terhadap populasi BPF dan ketersediaan P, namun interaksi kedua faktor perlakuan tidak berpengaruh. Aplikasi pupuk organik dan hayati mampu meningkatkan populasi BPF pada tanah Alfisol. Berdasarkan Tabel 2, hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan P6 (Pupuk Kascing Granule) dengan hasil Log Σ Koloni BPF 5,49. Perlakuan P6 (Pupuk Kascing Granule) memberikan hasil paling tinggi dibanding semua perlakuan. Tingginya jumlah mikroba diduga akibat pupuk kascing mengandung mikrobia dari dalam perut cacing yang keluar saat cacing mengeluarkan kotoran selama proses pengomposan. Sukami (2009) mengatakan bahwa vermikompos selain subur bagi tanaman juga mengandung mikroorganisme yang bermanfaat, salah satunya adalah *Pseudomonas* sp., yang tergolong dalam jenis Bakteri Pelarut Fosfat (BPF). Akan tetapi, seluruh perlakuan aplikasi pupuk organik terkecuali perlakuan P6 memiliki hasil tidak berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol. Hal ini diduga pengaruh pH tanah terhadap populasi BPF dalam tanah. pH tanah yang mendukung aktivitas BPF adalah pada pH 4-5 (Handayanto dan Hairiyah, 2007), akan tetapi hasil pengamatan pH tanah menunjukkan pH tanah adalah 6,43-6,98 yang kurang sesuai dengan kebutuhan BPF.

Aplikasi pupuk hayati memberikan hasil yang berbeda nyata pada kedua perlakuan. Hal ini terjadi diduga karena pupuk hayati mampu meningkatkan jumlah mikrobia dalam tanah. Mandic *et al.* (2011) mengatakan bahwa aplikasi pupuk hayati yang dikombinasikan dengan pupuk organik dapat meningkatkan aktivitas mikroba dalam tanah. Di dalam pupuk hayati terkandung berbagai macam jenis mikrobia potensial, sehingga apabila diaplikasikan pada tanah maupun tanaman akan meningkatkan jumlah mikrobia asli dari tanah tersebut.

Aplikasi pupuk organik dan hayati mampu menurunkan P tersedia tanah Alfisol. Berdasarkan Tabel 2, perlakuan dengan hasil terendah diperoleh pada perlakuan P6 (Pupuk Kascing Granule) dengan 15,74 ppm. Namun, secara keseluruhan perlakuan aplikasi pupuk organik memiliki kandungan P tersedia lebih rendah daripada perlakuan kontrol. Aplikasi bahan organik pada tanah memiliki kemampuan untuk meningkatkan P tersedia tanah dengan melepaskan fiksasi P oleh Al dan Fe pada tanah masam (Iqbal *et al.*, 2016 *cit.* Suntoro *et al.*, 2018). Akan tetapi unsur P merupakan unsur yang *immobile* dalam tanah. Pada pH masam, P mudah diikat oleh Al dan Fe, sementara pada pH alkalis P akan mudah diikat oleh Ca dan Mg. Pada pH tinggi, terjadi khelasi unsur P menjadi senyawa P-organik (Ca dan Mg fosfat) yang dilakukan oleh Ca atau Mg (Nuro *et al.*, 2016).

Ketersediaan P dalam tanah masam selain di pengaruhi oleh sumber asal dari P juga dipengaruhi oleh mikroorganisme yang mempunyai kemampuan dalam penyediaan fosfat salah satunya adalah BPF. Berdasarkan Tabel 2, aplikasi pupuk hayati mampu meningkatkan jumlah populasi BPF dalam tanah. Semakin tinggi populasi BPF dalam tanah menunjukkan ketersediaan P dalam tanah juga akan meningkat yang ditunjukkan dengan Tabel 2 dimana perlakuan pupuk hayati mampu meningkatkan P tersedia dalam tanah. Menurut Mukhtar *et al.* (2017), aktivitas pelarutan Al-fosfat oleh BPF dilakukan dengan memproduksi asam-asam organik seperti malat, asetat, oksalat, sitrat serta glukonat yang mampu melarutkan mineral fosfat menjadi fosfat tersedia bagi tanaman.

Tabel 2. Pengaruh aplikasi pupuk hayati BiO2 dan pupuk organik terhadap populasi BPF dan P tersedia tanah

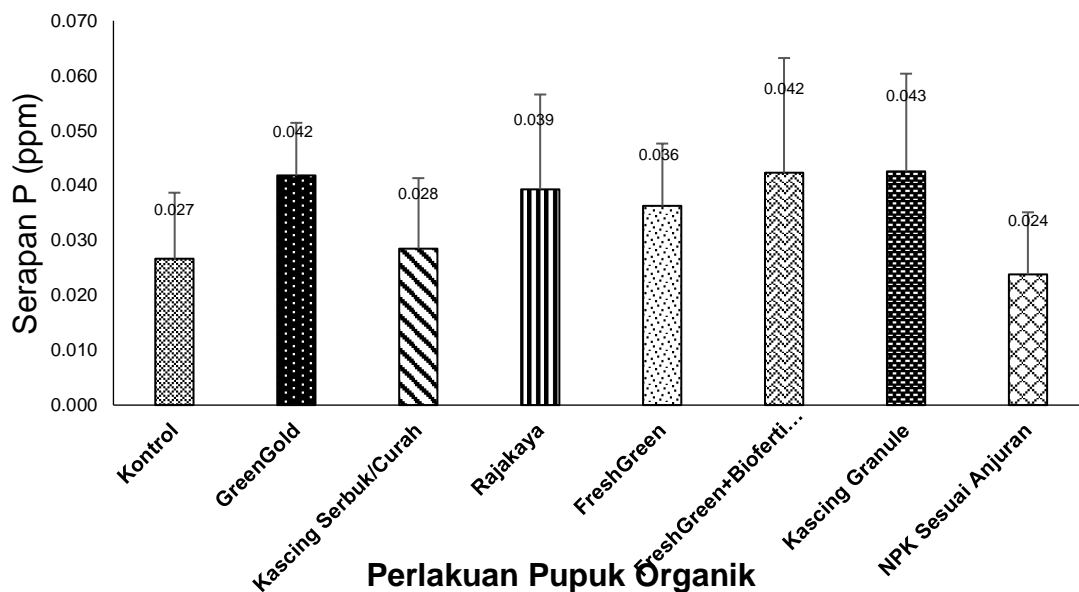
| Perlakuan | Populasi BPF (Log Σ Koloni) | P Tersedia (ppm P ₂ O ₅) |
|----------------------------------|------------------------------------|---|
| Macam Pupuk Organik | | |
| Tanpa Pupuk Organik | 4,53 ^a | 19,88 ^a |
| GreenGold | 4,74 ^a | 19,23 ^a |
| Kascing Serbuk/ Curah | 4,84 ^a | 16,88 ^a |
| Rajakaya | 4,73 ^a | 16,59 ^a |
| FreshGreen | 4,92 ^{ab} | 16,45 ^a |
| FreshGreen+ <i>Biofertilizer</i> | 5,16 ^{ab} | 17,13 ^a |
| Kascing Granule | 5,49 ^b | 15,74 ^a |
| NPK Sesuai Anjuran | 5,06 ^{ab} | 17,19 ^a |
| Dosis Pupuk Hayati | | |
| Tanpa Pupuk Hayati | 4,51 ^a | 16,48 ^a |
| 5 mL/ Tanaman | 5,35 ^b | 18,29 ^b |

Keterangan: Angka pada kolom yang berbeda yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT taraf 5%

Serapan P tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh macam pupuk organik nyata tetapi dosis pupuk hayati BiO₂ dan interaksi kedua faktor terhadap serapan P tidak nyata. Aplikasi beberapa macam pupuk organik mampu meningkatkan serapan P tanaman Edamame. Gambar 1 menunjukkan hasil serapan P tertinggi diperoleh pada perlakuan P6 (Pupuk Kascing Granule) dengan 0,043 ppm. Namun secara keseluruhan perlakuan aplikasi pupuk organik memberikan hasil serapan P yang lebih tinggi daripada kontrol dan pupuk NPK sesuai anjuran. Serapan P tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor namun yang paling penting adalah konsentrasi P dalam tanah serta kemampuan tanaman dalam menyerap unsur P (Darman, 2008).

Perlakuan P6 (Pupuk Kascing Granule) memiliki serapan P paling tinggi dibanding perlakuan lain. Hal ini diduga karena kandungan P dalam pupuk mampu mencukupi kebutuhan dari tanaman. Edwards dan Burrows (1998) mengatakan bahwa kandungan hara dalam pupuk kascing merupakan hara yang tersedia bagi tanaman seperti Nitrat (NO₃⁻), Fosfat (PO₄²⁻), Kalsium (Ca) serta Kalium (K). Senyawa fosfat (PO₄²⁻) merupakan unsur yang tersedia dan langsung diserap oleh tanaman dan terakumulasi dalam jaringan tanaman.

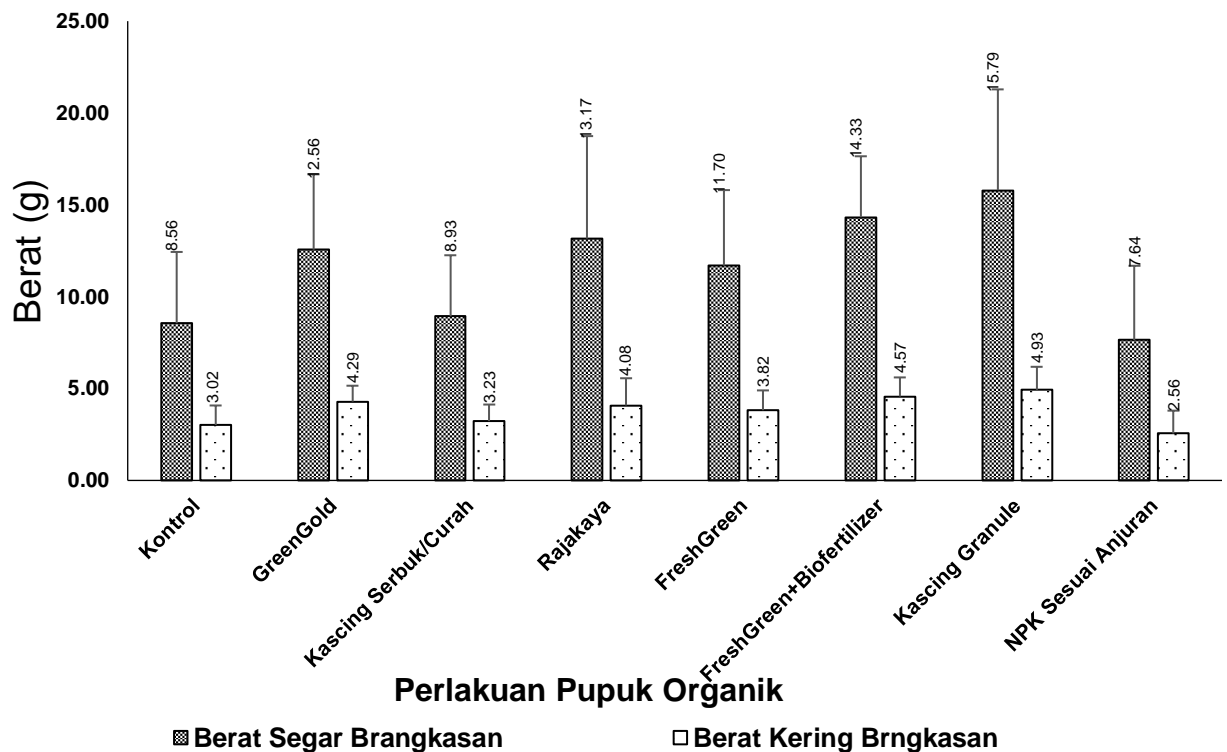


Gambar 1. Pengaruh aplikasi pupuk organik dan hayati terhadap serapan P kedelai Edamame
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT taraf 5%

Berat brangkas tanaman

Sebagaimana serapan P tanaman, hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh macam pupuk organik nyata tetapi dosis pupuk hayati BiO₂ dan interaksi kedua faktor terhadap berat segar dan berat kering brangkas tanaman tidak nyata. Aplikasi pupuk organik dan

hayati mampu meningkatkan berat brangkas tanaman Edamame. Gambar 2 menunjukkan aplikasi pupuk organik memberikan pengaruh nyata terhadap berat segar brangkas dengan hasil tertinggi pada perlakuan P6 (Pupuk Kascing Granule) dengan 15,79 g. Seluruh perlakuan aplikasi pupuk organik memiliki berat segar brangkas yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol dan pupuk NPK sesuai anjuran. Subowo *et al.* (2010) mengatakan bahwa aplikasi bahan organik dapat meningkatkan bobot segar tanaman.



Gambar 2. Grafik pengaruh aplikasi pupuk organik dan hayati terhadap berat brangkas kedelai Edamame

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT taraf 5%

Berat segar brangkas dipengaruhi oleh ukuran vegetatif dari tanaman. Semakin besar ukuran tanaman maka berat segar brangkasnya dipastikan akan semakin tinggi. Perlakuan P6 (Pupuk Kascing Granule) memiliki berat segar brangkas tertinggi dengan 15,79 g. Hal ini diduga pupuk kascing mampu menyediakan unsur hara N, P, dan K bagi tanaman. Nitrogen, Fosfor dan Kalium merupakan unsur yang penting dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman (Fayaz *et al.*, 2016), sementara apabila unsur N, P, dan K tersedia hanya dalam jumlah sedikit akan menghambat pertumbuhan tanaman (Agren *et al.*, 2012). Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting selama pertumbuhan vegetatif tanaman (Nafiu *et al.*, 2011), dimana unsur N memiliki pengaruh besar dalam proses metabolisme dengan meningkatkan proses

fotosintesis (Leghari *et al.*, 2016). Sementara itu, Razaq *et al.* (2017) menyatakan bahwa unsur P penting untuk pembelahan sel, reproduksi, dan metabolisme tanaman.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan aplikasi pupuk organik dan hayati terhadap hasil Edamame

| Perlakuan Pupuk Organik | Jumlah Polong per Tanaman | Jumlah Polong Isi per Tanaman | Jumlah Biji per Tanaman | Berat 1.000 Biji (g) | Hasil Tanaman (Ton/Ha) |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| Kontrol | 8,50 ^{ab} | 8,50 ^{ab} | 14,00 ^{ab} | 340,88 ^a | 1,17 ^{ab} |
| GreenGold | 11,83 ^{abc} | 11,50 ^{ab} | 19,67 ^{ab} | 320,02 ^a | 1,58 ^{abc} |
| Kascing Serbuk/Curah | 11,17 ^{abc} | 11,00 ^{ab} | 18,00 ^{ab} | 363,99 ^a | 1,59 ^{abc} |
| Rajakaya | 13,83 ^c | 13,67 ^b | 19,17 ^{ab} | 346,58 ^a | 1,63 ^{abc} |
| FreshGreen | 13,83 ^c | 13,00 ^b | 19,67 ^{ab} | 287,55 ^a | 1,68 ^{abc} |
| FreshGreen+ <i>Biofertilizer</i> | 12,50 ^{bc} | 12,50 ^{ab} | 21,00 ^b | 372,04 ^a | 1,93 ^{bc} |
| Kascing Granule | 13,17 ^{bc} | 13,17 ^b | 22,67 ^b | 364,74 ^a | 2,06 ^c |
| NPK Sesuai Anjuran | 7,00 ^a | 7,00 ^a | 10,83 ^a | 342,35 ^a | 0,94 ^a |

Keterangan: Angka pada kolom berbeda yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT taraf 5%

Pengamatan berat kering brangkasan menunjukkan hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan P6 (4,93 g). Namun, secara keseluruhan tanaman dengan perlakuan aplikasi pupuk organik memberikan hasil berat kering brangkasan yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol dan pupuk NPK sesuai anjuran. Berat kering brangkasan berhubungan erat dengan berat segar brangkasan. Lakitan (2004) menyatakan bahwa semakin tinggi berat segar tanaman maka berat kering brangkasan juga akan tinggi.

Komponen hasil tanaman

Aplikasi pupuk organik dan hayati mampu meningkatkan seluruh komponen produksi tanaman Edamame. Tabel 3 menunjukkan perlakuan P3 (Pupuk Rajakaya) dan P4 (Pupuk FreshGreen) memberikan hasil jumlah polong yang paling tinggi dengan 13,83. Namun secara keseluruhan tanaman dengan perlakuan aplikasi pupuk organik memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol dan NPK sesuai anjuran. Disamping itu, perlakuan P3 (Pupuk Rajakaya) memberikan hasil jumlah polong isi tanaman tertinggi dengan 13,67. Hal ini sesuai dengan Muharam (2017) yang mengatakan bahwa aplikasi bahan organik cenderung meningkatkan jumlah polong isi per tanaman dibanding perlakuan tanpa aplikasi bahan organik. Pengisian biji pada tanaman sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah ketersediaan unsur hara terutama unsur P dalam tanah yang dapat diserap oleh tanaman. Unsur P bagi tanaman memiliki fungsi sebagai perangsang pembungaan, buah, serta biji. Selain itu, unsur P juga mampu mempercepat pemasakan polong serta biji tanaman (Novizan, 2005).

Hasil pengamatan jumlah biji per tanaman pada Tabel 3 menunjukkan perlakuan P6 (Pupuk Kascing Granule) memiliki hasil tertinggi dengan 22,67. Hal ini menunjukkan bahwa

pupuk kascing granule mampu memberikan P tersedia yang tinggi bagi tanaman. Selain itu, tanaman juga mampu menyerap P secara maksimal yang ditunjukkan dengan hasil serapan P pada Gambar 1 menunjukkan P6 (Pupuk Kascing Granule) menghasilkan serapan P paling tinggi. Zeidan (2007) menyatakan bahwa unsur P bagi tanaman berguna untuk meningkatkan jumlah bunga serta meningkatkan presentase bunga untuk menjadi buah serta biji. Semakin tinggi jumlah bunga yang berubah menjadi biji, menyebabkan jumlah biji tanaman juga semakin tinggi.

Hasil pengamatan berat 1.000 biji tanaman menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan P5 dengan 372,04 g. Namun, berat 1.000 biji tanaman yang semakin tinggi belum menentukan hasil dari tanaman akan semakin tinggi pula. Hal ini dapat dilihat pada hasil pengamatan yang menunjukkan perlakuan P5 memberikan hasil berat 1.000 biji paling tinggi, namun hasil tanaman tertinggi adalah perlakuan P6 dengan 2,06 Ton.Ha⁻¹. Secara keseluruhan perlakuan pupuk organik memiliki hasil berat 1.000 biji dan hasil tanaman lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol dan pupuk NPK sesuai anjuran. Hal ini sesuai dengan Li *et al.* (2017) yang mengatakan bahwa aplikasi pupuk organik dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, bahan organik akan terdekomposisi dan menyuplai hara bagi tanaman sehingga dapat meningkatkan hasil dari tanaman.

Korelasi populasi BPF, serapan P, dan hasil kedelai edamame

Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara Populasi BPF yang berkorelasi positif terhadap Serapan P ($r=0,028$). Hal tersebut menunjukkan bahwa populasi Bakteri Pelarut Fosfat yang semakin tinggi menandakan bahwa P yang dapat diserap tanaman juga akan semakin meningkat sebesar korelasi yang dihasilkan. Serapan P berkorelasi positif dengan Hasil Tanaman ($r=0,234$) Hal ini menandakan bahwa semakin banyak P yang diserap tanaman akan meningkatkan hasil dari tanaman tersebut sebesar korelasi yang dihasilkan. Populasi BPF memberikan hasil korelasi positif terhadap Hasil Tanaman ($r=0,191$). Hal tersebut menunjukkan bahwa populasi Bakteri Pelarut Fosfat yang semakin tinggi menandakan bahwa Hasil Tanaman juga akan semakin meningkat sebesar korelasi yang dihasilkan.

Tabel 4. Korelasi antara populasi BPF, serapan P, dan hasil kedelai Edamame

| | BPF | SP | HT |
|-----|-------|-------|----|
| BPF | 1 | | |
| SP | 0,028 | 1 | |
| HT | 0,191 | 0,234 | 1 |

Keterangan : BPF = Jumlah Koloni BPF, SP = Serapan P, HT = Hasil Tanaman

Kesimpulan dan Saran

Aplikasi pupuk organik dan hayati mampu meningkatkan populasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Serapan P Tanaman dengan populasi tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk Kascing Granule dengan Log Σ koloni BPF sebesar 5,49 dan serapan P tanaman sebesar 0,043 ppm. Kombinasi perlakuan pupuk organik dan hayati mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan hasil berat brangkas tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk Kascing Granule dengan berat brangkas segar dan kering masing-masing 15,79 g dan 4,93 g. Disisi lain, hanya perlakuan pupuk organik yang memberikan pengaruh dengan meningkatkan hasil tanaman dengan hasil tertinggi pada perlakuan pupuk Kascing Granule dengan hasil 2,06 Ton.Ha⁻¹.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua LPPM UNS yang telah memberikan persetujuan untuk pelaksanaan penelitian ini, Terima kasih juga disampaikan kepada Saudara Darsono. Laboran pada Laboratorium Biologi Dan Bioteknologi Tanah FP UNS.

Daftar Pustaka

- Agren, G. I. A., J. A. M. Wetterstedt, and M. F. K. Billberger. 2012. Nutrient limitation on terrestrial plant growth- modeling the interaction between nitrogen and phosphorus. *New Phytologist* 194: 953-960. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2012.04116.x.
- Alvernia, P., S. Minardi, and Suntoro. 2017. Zeolite and organic fertilizer application to the improvement of available p and soybean (*Glycine max* L.) seed yield in alfisols. *J Soil Sci. and Agroclimatology* 14(2): 84-90.
- Darman, S. 2008. Ketersediaan dan serapan hara p tanaman jagung manis pada oxic dystrodepts palolo akibat pemberian ekstrak kompos limbah buah kakao. *J Agroland* 15(4): 323-329.
- Edwards, C. A. and I. Burrows. 1998. The potential of earthworm compost as plant growth media. pp. 211-220, dalam: *Earthworms in environmental and waste management*. C. A. Edwards and Neuhauser (Eds.). The Netherlands (NL): SPB Academic Publ. b. v.
- Fayaz, K., D. Singh, V. K. Singh, D. Bashir, and L. R. Kuller. 2016. Effect of npk on plant growth, flower quality and yield of gerbera (*Gerbera jamesonii*). *Res. in Env. and Life Sci.* 9(11): 1361-1363. ISSN: 0974-4908.
- Handayanto, E. dan K. Hairiyah. 2007. *Biologi tanah*. Yogyakarta (ID): Pustaka Adipura.

- Ifansyah, H. 2013. Soil pH and solubility of aluminum, iron, and phosphorus in ultisols: the roles of humic acid. *J Trop. Soils* 18(3): 203-208. ISSN 0852-257X. DOI: 10.5400/jts.2013.18.3.203.
- Iqbal, S., M. Y. Khan, H. N. Asghar, and M. J. Akhtar. 2016. Combined use of phosphate solubilizing bacteria and poultry manure to enhance the growth and yield of mung bean in calcareous soil. *Soil and Env.* 35(2): 146-154.
- Islam, M. A., A. N. Boyce, M. M. Rahman, M. S. Azirun, and M. A. Ashraf. 2016. Effects of organic fertilizers on the growth and yield of bush bean, winged bean and yard long bean. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 59: 1-9. ISSN 1678-4324.
- Lakitan, B. 2004. *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. Jakarta (ID): Raja Grafindo Persada.
- Leghari, S. J., N. A. Wahocho, G. M. Laghari, H. A. Laghari, M. G. Bhabhan, H. K. Talpur, T. A. Bhutto, S. A. Wahocho, and A. A. Lashari. 2016. Role of nitrogen for plant growth and development: a review. *Adv. in Env. Bio.* 10(9): 209-218. ISSN 1995-0756.
- Li, S., J. Li, B. Zhang, D. Li, G. Li, and Y. Li. 2017. Effect of different organic fertilizers application on growth and environmental risk of nitrate under a vegetable field. *Sci. Rep.* 7: 1-9.
- Mandic, L., D. Djukić, I. Beatovic, Z. Jovovic, M. Pesakovic, and V. Stevovic. 2011. Effect of different fertilizers on the microbial activity and productivity of soil under potato cultivation. *African J Biotech.* 10(36): 6954-6960. ISSN 1684-5315.
- Muharam. 2017. Efektivitas penggunaan pupuk kandang dan pupuk organik cair dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine Max* L.) varietas anjasmoro di tanah salin. *J Agrotek Indonesia.* 2(1) : 44-53. ISSN : 2477-8494.
- Mukhtar, S., I. Shahid, S. Mehnaz, and K. A. Malik. 2017. Assessment of two carrier materials for phosphate solubilizing biofertilizers and their effect on growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Microbio. Res.* 205: 107-117.
- Nafiu, A. K., A. O. Togun, M. O. Abiodun, and V. O. Chude. 2011. Effects of npk fertilizer on growth, drymatter production and yield of eggplant in southwestern Nigeria. *Agri. and Bio. J North America.* 2(7): 1117-1125.
- Novizan. 2005. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Jakarta (ID): PT. AgroMedia Pustaka.
- Nuro, F., D. Priadi, dan E. S. Mulyaningsih. 2016. Efek pupuk organik terhadap sifat kimia tanah dan produksi kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.). *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil PPM IPB 2016*, Hal: 29-39 ISBN : 978-602-8853-29-3.
- Razaq, M., P. Zhang, H. Shen, and Salahuddin. 2017. Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of Acer mono. *Plos One* 1-13. DOI:10.1371/journal.pone.0171321.
- Sofyan, A., Nurjaya, dan A. Kasno. 2003. *Status hara tanah sawah untuk rekomendasi pemupukan*. Pusat Pemeliharaan Tanah dan Agroklimat, Bogor.

- Subowo, Y. B., S. Arwan, Suliasih, dan W. Sri. 2010. Pengujian pupuk hayati kalbar untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max*) var. baluran. *J Caraka Tani*. 25(1): 112-118.
- Sukami, M. S. 2009. *Buat duit dengan cacing*. (Ed) Othman N N. Kuala Lumpur (MY): PTS. Professional Publishing Sdn. Bhd.
- Suntoro. 2003. *Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolannya*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Solo (ID): UNS Press.
- Suntoro, S., H. Widijanto, Suryono, J. Syamsiyah, D. W. Afinda, N. R. Dimasyuri, and V. Triyas. 2018. Effect of cow manure and dolomite on nutrient uptake and growth of corn (*Zea mays* L.). *Bul. J Agri. Sci*. 24(6): 1020-1026.
- Susanto, R. 2005. *Dasar-dasar ilmu tanah konsep dan kenyataan*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Tjahyani, R. W. T., N. Herlina, dan N. E. Suminarti. 2015. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) pada berbagai macam dan waktu aplikasi pestisida. *J Produksi Tanaman* 3(6): 511-517.
- Yang, G. Ding, L. Shi, F. Xu, and J. Meng. 2011. Detection of qtl for phosphorus efficiency at vegetative stage in *Brassica napus*. *Plant S&oil* 339: 97-111.
- Zeidan, M. S. 2007. Effect of organic manure and phosphorus fertilizers on growth, yield and quality of lentil plants in sandy soil. *Research J Agri. and Bio. Sci*. 3(6): 748-752.