

Ukuran Diameter dan Takaran Vermikompos Menentukan Produksi Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula dan Biomassa Legum Penutup Tanah

Diameter Size and Weight of Vermicompost Weight Determined Arbuscular Mycorrhizal Fungus Inoculant Production and Biomass of Legume Cover Crop

Abimanyu D. Nusantara^{1*}, Cecep Kusmana², Irdika Mansur³, Latifah K. Dariusman⁴, dan Soedarmadi⁵

¹Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

²Departemen Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB

³Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, IPB

⁴Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB

⁵Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB

E-mail: abimanyu.dn@gmail.com. * Penulis korespondensi

Abstract

Vermicompost is an organic fertilizer produced through the digestive system and microorganism inside the earthworm gut. Vermicompost is recognized to have positive effects on the plant growth and development of mycorrhizal symbiosis. The study is aimed to find the optimum size (diameter and weight) of vermicompost for producing biomass of kudzu (*P. phaseoloides* Roxb) and inoculum of arbuscular mycorrhiza fungus (AMF) of *G. etunicatum* NPI-126. A glasshouse experiment was arranged in a randomized complete block design, involving different diameter size and weight of vermicompost as the treatments. Results show that vermicompost is a potential substitute to inorganic fertilizer for production of kudzu biomass and AMF of *G. etunicatum* NPI-126 inoculum. Vermicompost, applied with diameter < 250 µm weighing 150–172 mg, produces the highest root dry weight of kudzu, root colonization, and number of spores of *G. etunicatum* NPI-126. A linear relation is found between root colonization and number of spores of *G. etunicatum* NPI-126.

Key words: *G. etunicatum* NPI-126, *P. phaseoloides*, vermicompost, inoculum production

Abstrak

Vermikompos merupakan pupuk organik yang diproduksi dengan bantuan sistem pencernaan dan mikrob dalam usus cacing tanah. Vermikompos diketahui berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman dan perkembangan simbiosis mikoriza. Penelitian ini bertujuan mencari ukuran diameter dan bobot vermikompos yang optimal untuk menghasilkan biomasa tanaman kudzu (*P. phaseoloides* Roxb) dan inokulum fungi mikoriza arbuskula (FMA) *G. etunicatum* NPI-126. Percobaan rumah kaca dilaksanakan dengan rancangan acak kelompok dengan kombinasi ukuran diameter dan bobot vermikompos sebagai perlakuan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa vermikompos berpotensi positif sebagai pengganti pupuk buatan untuk meningkatkan produksi biomassa tanaman kudzu dan inokulum FMA *G. etunicatum* NPI-126. Vermikompos dengan ukuran diameter < 250 µm bobot 150–172 mg menghasilkan bobot kering akar dan kolonisasi FMA di akar tanaman kudzu serta jumlah spora *G. etunicatum* tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Kolonisasi FMA di akar tanaman berkorelasi positif dengan jumlah spora *G. etunicatum*.

Kata kunci: *G. etunicatum* NPI-126, *P. phaseoloides*, vermikompos, produksi inokulum

Diterima: 10 Agustus 2010, disetujui: 02 Februari 2011

Pendahuluan

Peran fungi mikoriza arbuskula (FMA) dalam membantu tanaman mengatasi cekaman

abiotik (suhu, lengas, logam berat dan sebagainya) dan cekaman biotik (hama, penyakit, dan gulma) telah diketahui dengan baik (Widyaningsih *et al.*, 2006; Smith dan

Read, 2008). Fungi tersebut bertahan hidup di alam dalam bentuk propagul yang terdiri atas spora, miselium, dan akar terkolonisasi. Propagul dapat hilang karena bencana alam dan aktivitas antropogen. Produksi inokulan atau propagul FMA perlu dilakukan karena selain dapat menghasilkan inokulan komersial untuk meningkatkan pertumbuhan, hasil dan kualitas tanaman, juga dapat menyelamatkan FMA dari ancaman kemusnahan.

Produksi inokulan FMA pada umumnya dilakukan pada kultur pot terbuka menggunakan satu atau lebih isolat FMA, tanaman inang tertentu (sorghum, kudzu, jagung dan sebagainya), bahan mineral alami (pasir, zeolit) sebagai medium tumbuh, dan pupuk buatan sebagai sumber hara (Feldman *et al.*, 2009). Salah satu sumber hara yang berpotensi untuk digunakan dalam produksi inokulan FMA ialah vermikompos.

Vermikompos merupakan pupuk organik hasil perombakan bahan organik oleh cacing tanah. Vermikompos memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi (Bachman dan Metzger, 2008), kaya unsur hara tersedia (Ferrerias *et al.*, 2006), hormon tumbuh misalnya auksin (Canellas *et al.*, 2003), enzim dan jasad renik (Ndegwa dan Thompson, 2001) sehingga berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Informasi mengenai interaksi antara FMA dengan vermikompos masih terbatas itu pun sering saling bertentangan satu dengan lainnya. Vermikompos dilaporkan berpengaruh positif (Douds *et al.*, 1997), netral (Sainz dan Taboada, 1996), atau negatif (Lambert dan Weidensaul, 1985) terhadap simbiosis MA. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan vermikompos merupakan sumber P yang lebih baik dibandingkan dengan tepung tulang dan tepung kulit telur untuk pembentukan simbiosis dan produksi spora FMA (Nusantara *et al.*, 2007).

Perbedaan karakter fisiko-kimia-biologi vermikompos, tanaman inang, dan jenis FMA dapat menjadi penyebab berbedanya respons FMA terhadap vermikompos atau sumber hara lainnya. Vermikompos merupakan penyedia P organik yang harus dimineralisasikan terlebih dulu agar dapat dimanfaatkan tanaman sehingga ukuran butir menentukan laju dekomposisinya. Sebagaimana telah diketahui,

ukuran butir menentukan luas permukaan sebuah bahan, semakin kecil ukuran butir semakin besar luas permukaan untuk pertukaran haranya (Havlin *et al.*, 2005).

Unsur hara P diketahui membatasi simbiosis FMA dengan tanaman, dalam batas tertentu penambahan unsur P meningkatkan pembentukan simbiosis MA dan sebaliknya dalam jumlah besar (Feldman *et al.*, 2009). Bobot vermikompos dengan demikian merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam produksi inokulan FMA.

Tanaman kudzu (*Pueraria phaseoloides* Roxb) tergolong tanaman legum merambat yang digunakan sebagai penutup tanah di bawah tegakan karet, kopi, kelapa, kakao dan tanaman tahunan lainnya. Tanaman kudzu juga tergolong tanaman yang banyak membentuk akar adventif yang cocok untuk produksi inokulan FMA. Sebagai tanaman legum, kudzu memerlukan banyak unsur P untuk memfiksasi N₂ dari atmosfer. Simbiosis dengan FMA dengan demikian dapat membantu kudzu mendapatkan hara P dari dalam medium tumbuh (Nusantara *et al.*, 2007)

Sejauh ini masih sedikit informasi mengenai pengaruh ukuran diameter dan bobot vermikompos terhadap produksi inokulan FMA *G. etunicatum* dan biomassa legum penutup tanah dalam kultur pot terbuka. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mendapatkan ukuran diameter dan bobot optimal vermikompos untuk memproduksi inokulan FMA *G. etunicatum* dan biomassa legum penutup tanah menggunakan kultur pot terbuka dengan tanaman kudzu (*Pueraria phaseoloides*) sebagai tanaman mitra simbiosis dan zeolit sebagai medium tumbuh.

Metode Penelitian

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca Lab. Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap. Perlakuan yang diuji ialah sumber hara yaitu kontrol (larutan pupuk buatan sebanyak 11 mL per 3 hari), vermikompos berdiameter < 250 µm bobot 50, 100, 150 dan 200 mg; vermikompos berdiameter 250–500 µm bobot 50, 100, 150 dan 200 mg;

dan vermikompos berdiameter > 500 µm bobot 50, 100, 150 dan 200 mg. Semua perlakuan diulang 6 kali dan setiap ulangan terdiri atas tiga pot plastik. Hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) dan Uji Duncan dengan piranti lunak CoStat v6.400. Transformasi Box-Cox menggunakan piranti lunak Minitab v15.1 dilakukan pada data yang tidak memenuhi asumsi kenormalan galat.

Spora *G. etunicatum* (Becker dan Gerdemann) isolat NPI-126 diperbanyak di Laboratorium Bioteknologi Hutan dan Lingkungan, Pusat Penelitian Sumber daya Hayati dan Bioteknologi Institut Pertanian Bogor dengan metode kultur tunggal menggunakan tanaman inang kudzu, zeolit sebagai substrat, dan larutan pupuk komersial sebagai sumber hara.

Vermikompos diperoleh dari Laboratorium Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan IPB dengan karakteristik 34,5% C; 1,8% N; 1,1% P; 1,5% K; 3,6% Ca; 1,5% Mg; Fe 1025,1 mg kg⁻¹; Zn 206,8 mg kg⁻¹; 1028,6 mg kg⁻¹; pH 5,7 kapasitas tukar kation 54,9 mg kg⁻¹ dan daya hantar listrik 22,7 µS cm⁻¹. Pupuk buatan dibeli dari toko pertanian di Darmaga, Bogor, dan mengandung 25% N; 1,09% P dan 20% K.

Benih kudzu dicuci dan didisinfeksi dengan larutan NaOCl selama 5 menit, dicuci kembali menggunakan air mengalir sampai bau NaOCl hilang. Benih kemudian direndam dalam air panas selama 20 menit dan dikecambahkan dalam media zeolit steril. Bibit kudzu berdaun dua diinokulasi dengan 20 buah spora *G. etunicatum* pada akarnya kemudian ditanam dalam pot plastik berisi 175 g zeolit bercampur vermikompos sesuai dengan perlakuan. Pupuk buatan diberikan dalam bentuk larutan dengan kadar 1 g L⁻¹ diberikan seminggu sekali sebanyak 11 mL hanya pada perlakuan pupuk buatan (kontrol). Tanaman dipelihara selama 12 minggu setelah tanam (MST), disiram air destilasi setiap dua hari sekali sebanyak 11 mL.

Pada umur 12 MST percobaan dihentikan, secara acak diambil dua pot plastik untuk dibongkar. Bagian atas tanaman kudzu dipotong dan dipisahkan dari akarnya. Akar dicuci bersih ditimbang bobot basah total, secara acak sebagian akar muda diambil dan ditimbang bobot basah sedangkan sisanya

dimasukkan ke dalam oven bersuhu 80°C. Bobot kering akar kemudian digunakan untuk menghitung bobot kering akar secara keseluruhan dan rerata bobot kering akar diperoleh dengan membagi dua bobot kering akar total tersebut.

Potongan akar muda yang telah dibersihkan direndam selama 12 jam dalam larutan KOH 10%, keesokan harinya akar dicuci bersih dengan air mengalir dan kemudian direndam semalam dalam larutan campuran tinta dan cuka komersial 5%. Larutan campuran tinta dan cuka dibuat dengan cara mencampur 200 mL cuka komersial (asam asetat 25%) dan 50 mL tinta tulis Quink warna biru dalam labu takar. Kolonisasi akar dihitung berdasarkan proporsi kenampakan bidang pandang mikroskop yang memperlihatkan struktur mikoriza (arbuskula, hifa, dan vesikel) pada akar terhadap keseluruhan bidang pandang yang diamati. Bobot kering akar terkolonisasi merupakan hasil perkalian bobot kering akar dengan kolonisasi akar.

Tanaman pada satu pot yang tersisa dibiarkan tanpa penyiraman air selama satu bulan sehingga akhirnya mengering. Bagian atas tanaman dipangkas dan spora *G. etunicatum* dalam substrat dipindahkan dengan metode saring basah yang diikuti dengan sentrifugasi dalam larutan sukrosa 60%. Spora yang tersaring kemudian dihitung dengan *handcounter* dengan bantuan mikroskop.

Efektivitas perlakuan dihitung berdasarkan modifikasi rumus ketergantungan relatif terhadap mikoriza (Plenchete *et al.*, 1983) yaitu:

$$\frac{\text{Hasil perlakuan vermikompos} - \text{Hasil perlakuan pupuk buatan}}{\text{Hasil perlakuan pupuk buatan}} \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

Kolonisasi Akar

Sumber hara berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kolonisasi *G. etunicatum* di akar tanaman kudzu umur 12 MST (Tabel 1). Kolonisasi akar tertinggi dihasilkan oleh pupuk buatan (99%) yang berbeda tidak nyata dengan yang dihasilkan oleh vermikompos diameter < 250 µm takaran 100–150 mg (99%) dan takaran

200 mg (98%), serta vermikompos diameter 250–500 µm takaran 200 mg (98%). Kolonisasi terendah dihasilkan oleh vermikompos diameter > 500 µm takaran 50 mg yang menghasilkan kolonisasi akar sebesar 50%.

Bobot Kering Akar Terkolonisasi

Sumber hara berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap bobot kering akar kudzu terkolonisasi *G. etunicatum* (Tabel 1). Bobot kering akar terkolonisasi tertinggi sebesar 1279 mg dihasilkan oleh vermikompos diameter < 250 µm takaran 150 mg. Namun, hasil tersebut berbeda tidak nyata dengan yang dihasilkan oleh vermikompos diameter < 250 µm takaran 200 mg dan diameter 250–500 µm takaran 200 mg yaitu masing-masing 1259 dan 1227 mg. Bobot kering akar terkolonisasi terendah sebesar 362 mg) dihasilkan oleh vermikompos diameter > 500 µm dengan takaran 50 mg.

Jumlah Spora

Sumber hara berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap jumlah spora *G. etunicatum* dalam medium tumbuh kudzu umur 12 MST (Tabel 1). Jumlah spora terbanyak yaitu 2295 buah dihasilkan oleh vermikompos diameter < 250 µm takaran 150 mg. Secara statistik jumlah spora yang dihasilkan oleh vermikompos

diameter < 250 µm berbeda tidak nyata dengan vermikompos diameter 250–500 µm pada semua takaran. Jumlah spora tersedikit yaitu sebanyak 779 buah dihasilkan oleh vermikompos diameter > 500 µm takaran 50 mg. Pada dasarnya jumlah spora yang dihasilkan oleh vermikompos diameter > 500 µm tidak dipengaruhi oleh takarannya.

Bobot Kering Akar

Sumber hara berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar, pucuk, dan total tanaman kudzu umur 12 MST (Tabel 2). Vermikompos diameter < 250 µm takaran 200 mg menghasilkan bobot kering akar tertinggi yaitu 306 mg namun berbeda tidak nyata dengan vermikompos diameter 250 µm takaran 200 mg dan vermikompos diameter 250–500 µm takaran 200 mg yang masing-masing menghasilkan bobot kering akar sebesar 272 dan 284 mg. Vermikompos diameter > 500 µm takaran 50 mg menghasilkan bobot kering akar terendah yaitu 135 mg. Perlakuan tersebut berbeda tidak nyata dengan vermikompos diameter < 250 µm takaran 50 mg dan vermikompos diameter 250–500 µm takaran 50 mg yang menghasilkan bobot kering akar 160 dan 143 mg.

Tabel 1. Rerata inokulan *G. etunicatum* pada umur 12 MST.

Perlakuan	Kolonisasi Akar (%)	Bobot Kering Akar Terkolonisasi (mg)	ΣSpora (Buah)
Pupuk buatan (kontrol)	99 a	1048 b	958 bc
Vermikompos < 250 µm 50 mg	86 bc	668 e	1528 abc
Vermikompos < 250 µm 100 mg	99 a	974 bc	2279 a
Vermikompos < 250 µm 150 mg	99 a	1279 a	2295 a
Vermikompos < 250 µm 200 mg	97 a	1259 a	2449 a
Vermikompos 250–500 µm 50 mg	65 d	480 g	1316 abc
Vermikompos 250–500 µm 100 mg	89 b	856 cd	1601 abc
Vermikompos 250–500 µm 150 mg	92 ab	960 bc	1910 abc
Vermikompos 250–500 µm 200 mg	98 a	1227 a	1946 ab
Vermikompos > 500 µm 50 mg	50 e	362 h	779 c
Vermikompos > 500 µm 100 mg	63 d	585 f	967 bc
Vermikompos > 500 µm 150 mg	80 c	824 d	1297 abc
Vermikompos > 500 µm 200 mg	81 c	964 bc	1317 abc
F hitung	51.08 **	66.85 **	2.49 *
KK	7	2	9
λ Box-Cox	1	0.22	log x

Keterangan: * = $p \leq 0,05$, ** = $p \leq 0,01$, KK = koefisien keragaman, λ = bilangan yang digunakan untuk transformasi pangkat menurut metode Box-Cox. Rerata sekelompok diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Bobot Kering Pucuk

Sumber hara berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering pucuk tanaman kudzu umur 12 MST (Tabel 2). Vermikompos diameter < 250 µm takaran 150 mg menghasilkan bobot kering pucuk tanaman tertinggi sebesar 1026 mg tetapi berbeda tidak nyata dengan vermikompos diameter < 250 µm takaran 200 mg dan vermikompos diameter 250–500 µm takaran 200 mg yang masing-masing menghasilkan bobot kering pucuk sebesar 996 dan 968 mg. Vermikompos diameter > 500 µm takaran 50 mg menghasilkan bobot kering pucuk terendah sebesar 583 mg tetapi berbeda tidak nyata dengan vermikompos diameter < 250 µm takaran 50 mg dan diameter 250–500 µm takaran 50 mg yang masing-masing menghasilkan bobot kering pucuk sebesar 615 dan 591 mg.

Bobot Kering Total

Sumber hara berpengaruh nyata terhadap bobot kering total tanaman kudzu umur 12 MST (Tabel 2). Vermikompos diameter < 250 µm takaran 150 mg menghasilkan bobot kering total tanaman tertinggi sebesar 1298 mg tetapi berbeda tidak nyata dengan vermikompos diameter < 250 µm takaran 200 mg dan vermikompos diameter 250–500 µm takaran 200 mg yang masing-masing menghasilkan bobot kering total sebesar 1298 dan 1252 mg. Vermikompos diameter > 500 µm takaran 50 mg menghasilkan bobot kering pucuk terendah sebesar 718 mg namun berbeda tidak nyata dengan vermikompos diameter < 250 µm takaran 50 mg dan diameter 250–500 µm takaran 50 mg yang masing-masing menghasilkan bobot kering pucuk sebesar 775 dan 718 mg.

Efektivitas Perlakuan

Tidak semua kombinasi perlakuan diameter butir dan takaran vermikompos menghasilkan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan pupuk buatan (Tabel 3). Vermikompos efektif untuk memproduksi spora *G. etunicatum* kecuali yang berdiameter > 500 µm takaran 50 mg karena menghasilkan jumlah spora 19% lebih rendah dibandingkan pupuk buatan. Hanya vermikompos

berdiameter < 250 µm takaran 150 dan 200 mg dan berdiameter 250–500 µm takaran 200 mg yang efektif meningkatkan bobot kering akar terkolonisasi dan biomassa tanaman kudzu umur 12 MST. Peningkatan yang dihasilkan sekitar 15–45% dibandingkan pupuk buatan.

Hasil penelitian ini menunjukkan ukuran dan takaran vermikompos menentukan produksi inokulan *G. etunicatum* NPI-126 yaitu dalam bentuk spora dan bobot kering akar terkolonisasi. Vermikompos merupakan bahan yang telah terseleksi dan mengalami pengkayaan selama diproses dalam usus cacing tanah sehingga memiliki karakteristik fisikokimia yang jauh berbeda dibandingkan bahan aslinya. Karakter fisikokimia dan biologi vermikompos, misalnya diameter butir, kadar hara, nisbah N/P, kandungan senyawa biologis aktif, enzim, dan populasi jasad renik menentukan kemampuan vermikompos untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan simbiosis MA di lapangan dan rumah kaca (Roldan dan Albaladejo, 1993).

Semakin kecil ukuran diameter vermikompos, semakin besar luas permukaan butirnya sehingga semakin besar kemampuannya untuk mempertukarkan hara yang dapat segera diserap tanaman (Chaoui *et al.*, 2003). Namun, ukuran vermikompos yang lebih kecil meningkatkan proporsi bahan yang harus disingkirkan dan hilang karena tercuci selama proses produksi inokulan. Proporsi bobot bahan berukuran < 250 µm jauh lebih sedikit dibandingkan bobot vermikompos secara keseluruhan. Ukuran yang kecil tidak menguntungkan jika digunakan dalam jangka panjang. Ukuran yang halus juga berpotensi meningkatkan volume air yang dipegang sehingga memperlambat sporulasi FMA (Smith dan Read, 2008). Vermikompos berukuran kecil lebih sesuai untuk lokasi yang ketersediaan vermikompos berlimpah dan murah tenaga kerja serta ingin menghasilkan inokulan dalam waktu yang singkat dan sebaliknya untuk yang berukuran lebih besar.

Vermikompos mengandung hara N dan K yang rendah dan kadar P tinggi dibandingkan dengan pupuk buatan yang digunakan dalam penelitian ini. Para peneliti melaporkan kadar hara P dalam bahan organik dapat berpengaruh positif (Douds *et al.*, 1997), netral (Sainz dan

Taboada, 1996), atau negatif (Lambert dan Weidensaul, 1985) terhadap jumlah spora *G. etunicatum*. Peningkatan bobot P pada medium berkadar N rendah dapat meningkatkan kolonisasi *G. etunicatum* pada tanaman *Anthylis vulneraria* sub sp. Sampaiana (Bressan, 2002). Vermikompos dalam penelitian ini memiliki nisbah N/P rendah dibandingkan dengan pupuk buatan sehingga menghasilkan pengaruh lebih baik terhadap perkembangan simbiosis MA. Unsur N berpengaruh positif terhadap jumlah *runner* hifa, percabangan hifa untuk penyerapan hara, jumlah spora (Bago *et al.*, 2004) dan produksi vesikel FMA (Ortiz-Ceballos *et al.*, 2007) yang menentukan potensi inokulum. Hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan kadar N dalam daun kudzu sebagai akibat pemberian vermikompos berkorelasi positif dengan jumlah spora dalam medium (Nusantara *et al.*, 2007).

Vermikompos mengandung substansi biologis aktif dalam bentuk auksin yang berpengaruh positif terhadap pembentukan akar (Canellas *et al.*, 2003). Hal tersebut digunakan untuk menjelaskan lebih baiknya pengaruh vermikompos terhadap bobot kering akar dibandingkan dengan larutan pupuk buatan. Meningkatnya pertumbuhan akar menjamin serapan dan translokasi hara dari medium tumbuh untuk digunakan dalam pembentukan biomassa tanaman. Meningkatnya pertumbuhan akar juga berpotensi meningkatkan total permukaan yang dapat dikolonisasi oleh FMA. Nusantara *et al.*, (2007) melaporkan kolonisasi *G. etunicatum* meningkatkan kadar hara N dan P dan bobot kering tanaman kudzu. Hasil penelitian ini menunjukkan kolonisasi *G. etunicatum* di akar berkorelasi positif dengan bobot kering akar ($r = 0,67^{**}$), pucuk ($r = 0,71^{**}$), dan total ($r = 0,71^{**}$) tanaman kudzu umur 12 MST. Semakin tinggi kolonisasi akar berarti semakin tinggi kadar hara sehingga semakin tinggi biomassa tanaman yang terbentuk. Hal ini menunjukkan *G. etunicatum* tidak bersifat merugikan atau menjadi parasit bagi tanaman kudzu.

Spora FMA terbentuk dari ujung hifa eksternal (HE) yang menggelembung, bagian pangkal gelembung tadi mengecil dan akhirnya spora terlepas dari hifa (Widyaningsih *et al.*, 2006; Smith dan Read, 2008). Semakin banyak

hifa ekstraradikal berpotensi meningkatkan jumlah spora dalam medium tumbuh jika kondisi lingkungannya mendukung. Hifa eksternal merupakan perpanjangan hifa internal (HI) yang menjulur keluar dari dalam akar, semakin banyak HE semakin banyak spora yang terbentuk bergantung kepada jenis FMA dan kondisi lingkungannya. Hasil penelitian ini menunjukkan kolonisasi akar berkorelasi positif ($r = 0,73^{**}$) dan membentuk hubungan linier positif dengan jumlah spora dengan persamaan :

$$y = 273.009363103 * e^{(0.02088419731*x)}$$

$$(R^2 = 0,91^{**})$$

Korelasi positif menunjukkan semakin tinggi kolonisasi akar semakin banyak jumlah spora *G. etunicatum*. Selain itu, menunjukkan faktor-faktor yang memengaruhi kolonisasi akar juga memengaruhi sporulasi atau pembentukan spora *G. etunicatum*. Kolonisasi pada akar tanaman kudzu umur 12 MST dengan demikian dapat digunakan sebagai penduga jumlah spora *G. etunicatum*. Korelasi positif antara kolonisasi akar dan jumlah spora telah dilaporkan sebelumnya (Muthukumar dan VEDIYAPPAN, 2010).

Jumlah spora *G. etunicatum* yang dihasilkan dalam penelitian (779–2295 buah) ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Nusantara *et al.*, (2007) yang hanya menghasilkan spora sebanyak 320 buah karena menggunakan vermikompos dengan takaran yang tinggi, yaitu sebanyak 5 g per 175 g zeolit. Hasil penelitian ini menunjukkan takaran vermikompos membentuk hubungan linier positif dengan jumlah spora yang bermakna semakin tinggi takaran yang diberikan semakin banyak spora yang dihasilkan. Takaran optimal vermikompos dengan demikian masih harus ditentukan dalam penelitian berikutnya.

Efektivitas vermikompos, dibandingkan dengan pupuk buatan, dalam penelitian ini bergantung kepada ukuran diameter dan takaran yang diberikan. Efektivitas yang positif menunjukkan ukuran diameter dan takaran yang diuji menghasilkan pengaruh yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk buatan. Meskipun vermikompos terlihat tidak efektif

untuk menghasilkan kolonisasi di akar tanaman kudzu umur 12 HST tetapi efektif untuk meningkatkan produksi bobot kering akar terkolonisasi dan jumlah spora *G. etunicatum* (Tabel 3). Hal ini disebabkan kolonisasi yang terukur pada umur 12 MST pada umumnya merupakan kolonisasi maksimum pada akar tanaman kudzu. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan pemberian vermikompos

mempercepat kolonisasi *G. etunicatum* pada akar tanaman kudzu umur 6 MST, pada umur tersebut vermikompos menghasilkan rerata kolonisasi akar sebesar 42%, pupuk buatan 28% (Nusantara et al., 2007). Vermikompos telah dilaporkan mengandung populasi jasad hidup yang tinggi (Aira et al., 2006) yang berpengaruh mempercepat perkecambahan spora FMA (Hameeda et al., 2007).

Tabel 2. Rerata bobot kering tanaman kudzu pada umur 12 MST.

Perlakuan	Bobot Kering (mg)		
	Akar	Pucuk	Total
Hyponex Merah	196 c	865 c	1061 c
Vermikompos < 250 µm 50 mg	160 de	615 e	775 f
Vermikompos < 250 µm 100 mg	203 c	785 d	987 cde
Vermikompos < 250 µm 150 mg	272 ab	1026 a	1298 a
Vermikompos < 250 µm 200 mg	306 a	996 ab	1302 a
Vermikompos 250–500 µm 50 mg	143 e	591 e	734 f
Vermikompos 250–500 µm 100 mg	190 cd	770 d	960 de
Vermikompos 250–500 µm 150 mg	257 b	786 d	1042 cd
Vermikompos 250–500 µm 200 mg	284 ab	968 ab	1252 ab
Vermikompos > 500 µm 50 mg	135 e	583 e	718 f
Vermikompos > 500 µm 100 mg	176 cd	753 d	930 e
Vermikompos > 500 µm 150 mg	240 b	781 d	1021 cd
Vermikompos > 500 µm 200 mg	259 b	924 bc	1184 b
F hitung	19.44 **	30.86 **	46.25 **
KK	4	8	8
λ Box-Cox	0.25	1	1

Keterangan: * = $p \leq 0,05$, ** = $p \leq 0.001$, KK = koefisien keragaman, λ = bilangan yang digunakan untuk transformasi pangkat menurut metode Box-Cox. Rerata sekolom diikuti huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan Uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Tabel 3. Efektivitas (%) vermikompos terhadap pupuk buatan.

Perlakuan	Kolonisasi Akar	BK Akar Terkolonisasi	Jumlah Spora	Bobot Kering (BK)			Rerata
				Akar	Pucuk	Total	
Vermikompos < 250 µm 50 mg	-13	-36	59	-29	-18	-27	-11
Vermikompos < 250 µm 100 mg	0	-7	138	-9	4	-7	20
Vermikompos < 250 µm 150 mg	0	22	140	19	39	22	40
Vermikompos < 250 µm 200 mg	-2	20	156	15	57	23	45
Vermikompos 250–500 µm 50 mg	-34	-54	37	-32	-27	-31	-23
Vermikompos 250–500 µm 100 mg	-10	-18	67	-11	-3	-10	3
Vermikompos 250–500 µm 150 mg	-7	-8	99	-9	31	-2	17
Vermikompos 250–500 µm 200 mg	-1	17	103	12	45	18	32
Vermikompos > 500 µm 50 mg	-49	-65	-19	-33	-31	-32	-38
Vermikompos > 500 µm 100 mg	-37	-44	1	-13	-10	-12	-19
Vermikompos > 500 µm 150 mg	-19	-21	35	-10	23	-4	1
Vermikompos > 500 µm 200 mg	-18	-8	37	7	33	12	10

Simpulan dan Saran

Simpulan

Vermikompos merupakan sumber hara P yang berpengaruh lebih baik dibandingkan pupuk buatan untuk memproduksi biomassa legum penutup tanah dan inokulan *G. etunicatum*. Pengaruh positif vermicompos ditentukan oleh ukuran diameter dan takaran yang diberikan. Semakin halus ukuran diameternya semakin sedikit takaran yang harus diberikan dan sebaliknya untuk yang ukuran diameternya lebih besar.

Saran

Penggunaan vermicompos untuk memproduksi biomassa legum penutup tanah dan inokulan *G. etunicatum* hendaknya memperhatikan aspek karakteristik fisikokimia, ketersediaan bahan, harga dan tenaga kerja yang tersedia serta tujuan akhir produksi inokulan dalam jangka pendek atau jangka panjang. Jika ditinjau dari aspek ekonomi, khususnya biaya produksi, dan tujuan jangka panjang vermicompos dengan ukuran diameter lebih besar lebih direkomendasikan dibandingkan ukuran kecil.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sub. Direktorat Ketenagaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia yang telah memberikan beasiswa BPPS kepada penulis pertama untuk mengikuti program S3 pada Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Daftar Pustaka

- Aira, M., Monroy, F. dan Domínguez, J. 2006. Changes in Microbial Biomass and Microbial Activity of Pig Slurry After the Transit Through the Gut of the Earthworm *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867). *Biol. Fertil. Soils.*, 42: 371–376.
- Bachman, G.R. dan Metzger, J.D. 2008. Growth of Bedding Plants in Commercial Potting Substrate Amended with Vermicompost. *Biores. Technol.*, 99: 3155–3161.
- Bago, B., Cano, C., Azcon-Aguilar, C., Samson, J., Coughlan, A.P. dan Piche, Y. 2004. Differential Morphogenesis of the Extraradical Mycelium of an Arbuscular Mycorrhizal fungus Grown Monoxenically on Spatially Heterogeneous Culture Medium. *Mycologia*, 96: 452–462.
- Bressan, W. 2002. The Interactive Effect of Phosphorus and Nitrogen on "in vitro" Spore Germination of *Glomus etunicatum* Becker dan Gerdemann, Root Growth and Mycorrhizal Colonization. *Braz. J. Microbiol.*, 32: 276–280.
- Canellas, L.P., Olivares, F.L., Okorokova-Façanha, A.L. dan Façanha, A.R. 2003. Humic Acids Isolated from Earthworm Compost Enhance Root Elongation, Lateral Root Emergence, and Plasma Membrane H⁺-ATPase Activity in Maize Roots. *Plant Physiol.*, 130: 1951–1957.
- Chaoui, H.I., Zibilske, L.M. dan Ohno, T. 2003. Effects of Earthworm Casts and Compost on Soil Microbial Activity and Plant Nutrient Availability. *Soil Biol. Biochem.*, 35: 2295–302.
- Douds, D.D., Galvez, L., Franke-Snyder, M., Reider, C. dan Drinkwater, L.E. 1997. Effect of Compost Addition and Crop Rotation Point Upon VAM Fungi. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 65: 257–266.
- Feldmann, F., Hutter, I. dan Schneider, C. 2009. Best Production Practice of Arbuscular Mycorrhizal Inoculum. *Soil. Biology*, 18: 319–335.
- Ferreras, L., Gomez, E., Toresani, E., Firpo, I. dan Rotondo, R. 2006. Effect of Organic Amendments on Some Physical, Chemical and Biological Properties in a Horticultural Soil. *Biores. Technol.*, 97: 635–640.
- Hameeda, B., Srijana, M., Rupela, O.P. dan Reddy, G. 2007. Effect of Bacteria Isolated from Composts and Macrofauna on Sorghum Growth and Mycorrhizal Colonization. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 23: 883–887.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. dan Nelson, W.L. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management*. 7th ed. Prentice Hall, New Jersey USA.
- Lambert, D.H. dan Weidensaul, T.C. 1985. Element Uptake by Mycorrhizal Soybean from Sewage Sludge Treated Soil. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 55: 393–398.
- Muthukumar, T. dan VEDIYAPPAN, S. 2010. Comparison of Arbuscular Mycorrhizal and Dark Septate Endophyte Fungal Associations in Soils Irrigated with Pulp and Paper Mill Effluent and Well-water. *Eur. J. Soil Biol.*, 46: 157–167.

- Ndegwa, P.M. dan Thompson, S.A. 2001. Integrating Composting and Vermicomposting in the Treatment of Bioconversion of Biosolids. *Biores. Technol.*, 76: 107–112.
- Nusantara, A.D., Kusmana, C., Mansur, I., Darusman, L.K. dan Soedarmadi. 2007. Produksi Spora *Glomus etunicatum* Berbasis Bahan Alami. *JIPi Edisi Khusus* 3: 285-294.
- Ortiz-Ceballos, A.I., Peña-Cabrales, J.J., Fragoso, C. dan Brown, G.G. 2007. Mycorrhizal Colonization and Nitrogen Uptake by Maize: Combined Effect of Tropical Earthworms and Velvetbean Mulch. *Biol. Fertil. Soils*, 44: 181–186.
- Plenchette, C., Fortin, J.A. dan Furlan, V. 1983. Growth Response of Several Plant Species to Mycorrhiza in a Soil of Moderate P Fertility: I. Mycorrhizal Dependency Under Field Conditions. *Plant Soil*, 70: 199–209.
- Roldan, A. dan Albaladejo, J. 1993. Vesicular–arbuscular Mycorrhiza (VAM) Fungal Populations in Xeric Torriorthent Receiving Urban Refuse. *Soil. Biol. Biochem.*, 25: 451–456.
- Sainz, M.J. dan Taboada, N.T. 1996. Comparative Effects of Earthworm Cast, a Composted Municipal Refuse and a Soluble P Fertilizer on Yield and Arbuscular Infection of *Glycine max* L. In: Azcon–Aguilar, C. dan Barea, J.M. (Eds). *Mycorrhizas in Integrated Systems from Genes to Plant Development*. Proc. of the 4th European Symposium on Mycorrhiza. Direktorat General XII (Science, Research and Development), European Commision. Brussels, Luxembourg. 588–590.
- Smith, S.E. dan Read, D.J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. 3rd ed. Academic Press. San Diego, USA.
- Widyarningsih, S., Widyastuti, S.M. dan Sumardi. 2006. Produksi Fitoaleksin pada Tusam (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) sebagai Respon Infeksi Fungi Mikorisa. *Biota*, XI (2): 80–86.