



OPTIMASI MEDIUM PEMBIBITAN KAWISTA (*Limonia acidissima* L.) DENGAN MIKORIZA VESIKULAR ARBUSKULAR (MVA) DAN KOMPOS

Khusniyyatul Muna[✉], Enni Suwarsi Rahayu

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D6 Lt.1 Jl Raya Sekaran Gunungpati Semarang Indonesia 50229

Info Artikel

Diterima Desember 2014
Disetujui Maret 2015
Dipublikasikan Mei 2015

Keywords:

wood apple stump, mycorrhiza, compost

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mendeskripsikan pengaruh dosis MVA, kompos, dan interaksinya pada pertumbuhan bibit kawista. Analisis data dalam penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap faktorial dua faktor yaitu MVA (0 gram, 5 gram, 10 gram, dan 15 gram) dan kompos (0 gram, 30 gram, 60 gram, dan 90 gram). Parameter pertumbuhan bibit kawista yang diamati dalam penelitian, adalah penambahan tinggi bibit, penambahan jumlah daun, penambahan diameter batang, penambahan panjang akar, penambahan berat segar bibit dan derajat infeksi MVA pada akar kawista. Analisis data menggunakan Anava dua jalur dan DMRT. Hasil Anova dua jalur menunjukkan bahwa dosis MVA dan kompos serta interaksi antara keduanya berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan bibit kawista. Berdasarkan DMRT hasil penelitian ini menunjukkan interaksi dosis MVA 15 gram dengan kompos 60 gram dan dosis MVA 15 gram dengan kompos 90 gram paling optimal terhadap parameter penambahan tinggi bibit, penambahan jumlah daun, dan derajat infeksi MVA pada akar kawista

Abstract

This research aimed to analyze and describe the effects of VAM dose, compost and their interaction on wood apple stump. Analysis data in this research used fledged factorial random design with combination of VAM (0 grams, 5 grams, 10 grams, and 15 grams) and compost (0 grams, 30 grams, 60 grams, and 90 grams). The growth parameters of wood apple on this research were the growth of the plant height, the accretion of leaves total, the added of stem diameter, the added of root length, the added of plant weight total, and VAM infection degrees on wood apple root. Data was analyzed in two ways Anova and DMRT. Two ways Anova result showed that VAM dose, compost and their interaction gave significant effects on the growth of wood apple stump. Based on DMRT results this research showed that interaction 15 gram of VAM dose with 60 gram of compost and 15 gram of VAM dose with 90 gram of compost gave optimal effects toward the growth of the plant height, the accretion of leaves total and VAM infection degrees on wood apple root.

PENDAHULUAN

Kawista (*Limonia acidissima* L. syn *Feronia limonia* Swingle.) merupakan tanaman yang tergolong dalam famili *Rutaceae* (jeruk-jerukan). Prospek kawista sangat besar untuk dikembangkan karena mempunyai keunggulan komparatif di bidang industri makanan khas daerah dan pengobatan (Nugroho, 2012; Ilango & Chitra, 2009). Jumlah tanaman kawista tahun 2011-2014 di Rembang ± 1400 pohon. Populasi kawista yang tidak bertambah di kota Rembang antara lain karena pertumbuhan bibit yang lambat, sehingga hanya sedikit yang tertarik dalam membibitkan kawista. Ketersediaan bibit yang semakin berkurang akan berpengaruh dalam ketersediaan buah sebagai bahan baku produksi dan berimbas dalam bidang perekonomian daerah (komunikasi langsung dengan Dinas Kehutanan Kabupaten Rembang, 2014).

Masyarakat tidak tertarik untuk membibitkan kawista karena pertumbuhannya yang lambat. Hal tersebut antara lain disebabkan media tanam yang menggunakan tanah dengan sedikit pupuk kimia saja. Tanaman kawista yang berasal dari biji memerlukan waktu hingga 15 tahun untuk berbuah (komunikasi langsung dengan pembibit 2014 dan Nugroho *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil observasi, media pembibitan yang diterapkan pembibit dan masyarakat setempat belum optimal. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui media yang optimal untuk pertumbuhan bibit kawista dengan menambahkan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dan kompos.

MVA mempunyai peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan serapan hara yaitu memperluas permukaan area serapan. Hifa eksternal MVA yang berukuran lebih kecil daripada rambut akar dapat menjangkau area yang lebih jauh melalui pori tanah yang kecil (van der Heijden *et al.*, 2015)

Kompos berfungsi untuk perbaikan struktur tanah, aerasi, dan peningkatan daya serap akar terhadap air. Fungsi lain kompos adalah stimulan untuk meningkatkan kesehatan

dan produktivitas kinerja akar tanaman. Dengan adanya kompos, ketersediaan makanan untuk mikroorganisme tanah sebagai dekomposer selalu tercukupi dan dalam kondisi sehat serta seimbang (Chairuman, 2008).

Berdasarkan uraian di atas, muncul permasalahan untuk mengetahui pengaruh MVA, kompos, dan interaksi antara keduanya dalam pertumbuhan bibit kawista serta berapakah dosis yang paling optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh perlakuan MVA, kompos, dan interaksi keduanya dalam pertumbuhan bibit kawista serta menentukan dosis MVA dan kompos yang paling optimal dalam pertumbuhan bibit kawista.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lahan tanam Dinas Pertanian kota Rembang dan di laboratorium Mikroteknik Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang selama ± 3 bulan. Bahan penelitian meliputi bibit tanaman kawista dengan tinggi rata-rata $\pm 30-33$ cm dan umur yang sama, diperoleh dari CV. Harapan Tani Rembang, inokulan MVA dengan kandungan jamur di dalamnya: *Gigaspora sp.*, *Glomus sp.*, dan *Acaulospora sp.* yang diperoleh dari Universitas Gadjah Mada, kompos dari ampas teh PT. Sinar Sosro dengan kandungan 0,32 % N; 0,64 % P_2O_5 ; 0,32% K_2O ; 14,18% C/N; 5,34% Corg; 0,13% Fe; 20% Cu; 10% Mg; dan 13% Ca dalam setiap satu kg kompos. Bahan untuk mengamati derajat infeksi MVA yaitu KOH, HCl, *methylene blue*, dan akuades.

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah persiapan media dengan *polybag* ukuran 45 x 45 cm yang diisi dengan tanah grumosol yang diambil sampai kedalaman 25 cm ditambah dengan dosis perlakuan dengan berat media 12 kg/*polybag*. Penanaman bibit pada media tanam dilakukan sampai kedalaman ± 15 cm. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiangan gulma dan penyiraman setiap pagi dan sore dengan volum air yang sama. Pengamatan dan pengukuran parameter penelitian dilakukan pada minggu ke-12 setelah tanam, meliputi:

pertambahan tinggi bibit, pertambahan jumlah daun, pertambahan diameter batang, pertambahan panjang akar, pertambahan berat segar bibit, dan derajat infeksi MVA pada akar. Perhitungan derajat infeksi MVA pada akar kawista menggunakan metode *clearing and staining* dengan pewarna *methylene blue*.

Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor yang terdiri atas MVA dan kompos. Dosis MVA dengan empat taraf perlakuan yaitu MVA 0 gram, 5 gram, 10 gram dan 15 gram serta kompos 0 gram, 30 gram, 60 gram dan 90 gram. Unit percobaan adalah satu *polybag* yang ditanam satu bibit kawista. Terdapat 16 kombinasi perlakuan dengan empat kali ulangan pada setiap kombinasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan MVA dan kompos serta interaksi keduanya berpengaruh signifikan pada pertumbuhan bibit kawista. Data diuji dengan

Analysis of Variance (Anova) dua jalur. Uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) digunakan untuk menentukan taraf-taraf perlakuan yang menyebabkan perbedaan sangat signifikan dan dosis yang paling optimal. Ringkasan hasil Anovadua jalur untuk berbagai parameter pertumbuhan bibit kawista disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil Anova dua jalur di atas, dosis MVA berpengaruh sangat signifikan terhadap pertambahan tinggi bibit, pertambahan jumlah daun, pertambahan berat segar bibit, dan derajat infeksi MVA pada akar. Dosis kompos berpengaruh sangat signifikan terhadap pertambahan jumlah daun dan derajat infeksi MVA pada akar kawista serta berpengaruh signifikan pada pertambahan berat segar bibit. Interaksi antara dosis MVA dan kompos menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan pada parameter pertambahan tinggi bibit, pertambahan jumlah daun dan derajat infeksi MVA pada akar kawista. Tabel 2, 3, dan 4 menunjukkan ringkasan hasil uji DMRT untuk dosis MVA, kompos, dan interaksi antara keduanya.

Tabel 1. Ringkasan hasil Anova dua jalur pengaruh dosis MVA, kompos, dan interaksi antara keduanya terhadap pertumbuhan bibit kawista.

Sumber variasi	F hitung untuk parameter pertumbuhan					
	Pertambahan tinggi bibit	Pertambahan jumlah daun	Pertambahan diameter batang	Pertambahan panjang akar	Pertambahan berat segar bibit	Derajat infeksi MVA pada Akar
MVA	26,781**	5,915**	2,199 ^{ts}	1,191 ^{ts}	18,435**	13,597**
Kompos	2,201 ^{ts}	8,812**	0,724 ^{ts}	0,527 ^{ts}	3,929*	6,211**
Interaksi MVA dan kompos	3,733**	3,344**	1,570 ^{ts}	0,557 ^{ts}	0,907 ^{ts}	6,607**

Keterangan: **= sangat signifikan; *= signifikan; ts= tidak signifikan

Tabel 2. Ringkasan hasil uji DMRT pengaruh dosis MVA terhadap pertumbuhan bibit kawista.

Dosis	Respon			
	Pertambahan tinggi bibit	Pertambahan jumlah daun	Pertambahan berat segar bibit	Derajat infeksi MVA pada akar
M 0	38,5 ^c	76 ^b	15,00 ^c	11,90 ^c
M 5	63,0 ^b	83 ^b	24,25 ^b	12,94 ^c
M 10	72,7 ^b	86 ^b	30,00 ^b	18,13 ^b
M 15	97,5 ^a	107 ^a	41,88 ^a	29,75 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berarti berbeda signifikan pada uji DMRT $\alpha = 0,05$; M = MVA

Hasil DMRT menunjukkan bahwa MVA dosis 15 gram mengakibatkan pengaruh paling optimal pada pertambahan tinggi bibit, pertambahan jumlah daun, pertambahan berat segar bibit dan derajat infeksi MVA pada akar kawista, berbeda signifikan dengan perlakuan MVA 10 gram, 5 gram, dan 0 gram (Tabel 2).

Uji DMRT menunjukkan bahwa perlakuan kompos 60 gram dan 90 gram paling optimal pada pertambahan jumlah daun (Tabel 3). Pertambahan tinggi bibit, pertambahan

jumlah daun, pertambahan diameter batang, pertambahan berat segar bibit dan derajat infeksi MVA pada akar menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan kompos 60 gram dan dosis 90 gram.

Hasil analisis statistik dengan DMRT menunjukkan bahwa pertambahan tinggi bibit, pertambahan jumlah daun dan derajat infeksi MVA pada akar kawista paling optimal diperoleh pada kombinasi perlakuan MVA 15 gram dengan kompos 60 gram tidak berbeda

Tabel 3. Ringkasan hasil uji DMRT pengaruh dosis kompos terhadap pertumbuhan bibit kawista

Dosis	Respon	
	Pertambahan jumlah daun	Derajat infeksi MVA pada akar
K 0	74 ^c	12,44 ^d
K 30	86 ^{bc}	16,06 ^c
K 60	101 ^a	22,44 ^a
K 90	91 ^{ab}	21,06 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berarti berbeda signifikan pada uji DMRT $\alpha = 0,05$; K = Kompos

Tabel 4. Ringkasan hasil uji DMRT pengaruh interaksi dosis MVA dan kompos terhadap berbagai respon pertumbuhan bibit kawista

Dosis	Respon		
	Pertambahan tinggi bibit (cm)	Pertambahan jumlah daun (helai)	Derajat infeksi MVA pada akar (%)
M 0 + K 0	10,25 ⁱ	14,0 ^c	9,50 ^f
M 0 + K 30	11,25 ^{hi}	20,0 ^e	14,25 ^{ef}
M 0 + K 60	7,75 ⁱ	21,8 ^d	10,00 ^f
M 0 + K 90	9,25 ⁱ	20,3 ^c	11,00 ^f
M 5 + K 0	8,50 ⁱ	16,5 ^e	9,25 ^f
M 5 + K 30	16,00 ^h	24,5 ^{bc}	10,00 ^f
M 5 + K 60	16,50 ^{ef}	22,3 ^d	13,50 ^f
M 5 + K 90	22,00 ^{cd}	20,0 ^e	19,00 ^d
M 10 + K 0	20,00 ^d	23,0 ^d	13,50 ^f
M 10 + K 30	18,00 ^c	19,5 ^c	17,00 ^{de}
M 10 + K 60	18,50 ^{de}	19,8 ^c	23,00 ^c
M 10 + K 90	16,25 ^{fg}	23,3 ^c	19,00 ^{cd}
M 15 + K 0	22,00 ^{bc}	20,8 ^{de}	17,50 ^d
M 15 + K 30	18,25 ^c	22,0 ^d	23,00 ^{bc}
M 15 + K 60	33,00 ^a	36,8 ^a	43,25 ^a
M 15 + K 90	24,50 ^{ab}	27,5 ^{ab}	35,25 ^{ab}

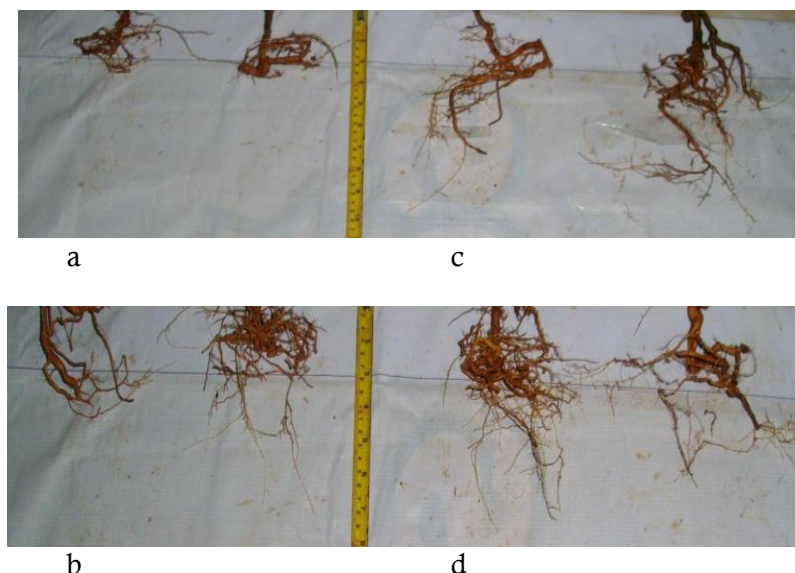
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berarti berbeda signifikan pada uji DMRT $\alpha = 0,05$; M = MVA; K = Kompos

signifikan dengan kombinasi perlakuan MVA 15 gram dan kompos 90 gram, dan berbeda signifikan dengan kombinasi perlakuan lain (Tabel 4).

Perlakuan MVA dan kompos berpengaruh terhadap beberapa parameter pertumbuhan vegetatif bibit kawista. Dosis MVA berpengaruh sangat signifikan terhadap penambahan tinggi bibit. Dosis MVA 15 gram menyebabkan penambahan tinggi bibit paling tinggi. Bibit yang diberi perlakuan MVA mengalami peningkatan dalam kemampuannya menyerap unsur hara yang dibutuhkan, sehingga metabolisme untuk pertumbuhan dapat berjalan dengan baik. Selain itu tanaman tidak mengalami hambatan dalam fase pertumbuhan vegetatif. Tersedianya nutrisi untuk metabolisme sel mengakibatkan meristem apikal pada ujung batang menjadi aktif membelah, sehingga terjadi pembentangan dan pemanjangan sel yang menyebabkan tajuk tanaman bertambah tinggi (Suwandi *et al.*, 2006). Menurut Morton dan Dieter (2003) mikoriza pada akar jeruk berfungsi untuk menguraikan bahan organik, meskipun mikoriza bersifat patogen pada spesies lain. Dibutuhkan 2-5 ton/Ha mikoriza atau setara

dengan 10-25 gram mikoriza dalam pertumbuhan bibit jeruk, khususnya dalam peningkatan jumlah daun dan tinggi tanaman.

Pertambahan jumlah daun pada bibit kawista semakin banyak seiring meningkatnya dosis MVA yang diberikan. Aplikasi dosis MVA 15 gram menghasilkan jumlah daun paling banyak (28 helai). Penelitian Wu *et al.* (2012) menyimpulkan dosis MVA 15 gram berpengaruh signifikan pada jumlah daun dan area perluasan akar pada tanaman jeruk dan tidak berbeda dengan dosis MVA 20 gram. Hal ini mungkin disebabkan dosis MVA 15 gram lebih banyak menghasilkan spora berkecambah yang dapat mempermudah akar tanaman dalam menyerap unsur hara dan air dari dalam tanah sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Ermansyah (2012) menyebutkan bahwa peningkatan pertumbuhan kakao dapat dibuktikan dengan terbentuknya nodus-nodus baru pada batang. Kuncup daun baru akan terbentuk dari setiap nodus, sehingga jumlah daun akan semakin meningkat. Bidang penyerapan yang lebih luas akibat akar yang tumbuh lebih panjang membantu dalam penyerapan unsur hara dibanding dengan



Gambar 1. Keragaman morfologi akar bibit kawista umur 12 minggu setelah tanam pada berbagai kombinasi perlakuan MVA dan kompos, dari kiri (a) M0K0, M0K30, M0K60, M0K90; (b) M5K0, M5K30, M5K60, M5K90; (c) M10K0, M10K30, M10K60, M10K90; dan (d) M15K0, M15K30, M15K60, M15K90. Bar=10 cm.

tanaman tanpa MVA.

Pertambahan diameter batang dan pertambahan panjang akar pada perlakuan MVA tidak berpengaruh signifikan. Penelitian Yao *et al.* (2009) menyebutkan bahwa dosis MVA 20 gram tidak berpengaruh pada panjang akar dan volum akar tanaman jeruk. Hal ini disebabkan oleh asimilat hasil dari fotosintesis lebih cenderung banyak digunakan pada daerah kuncup apikal, dalam hal ini daerah pertumbuhan primer batang dan daun dibandingkan pertumbuhan sekunder batang dan akar.

Hasil Anova dua jalur menunjukkan bahwa dosis MVA berpengaruh sangat signifikan terhadap pertambahan berat segar bibit. Menurut penelitian Kung'u (2008) tentang hubungan antara pertumbuhan tanaman dengan peningkatan densitas inokulum MVA, dilaporkan bahwa peningkatan kolonisasi MVA menyebabkan peningkatan berat segar akar *Senna spectabilis*. Hal ini dikarenakan tanaman yang berasosiasi dengan MVA dapat mentranslokasikan karbon ke dalam akar lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak bermikoriza. Selain itu Syah *et al.* (2005) melaporkan, MVA mempunyai mekanisme hubungan dengan akar tanaman, diawali dengan spora MVA yang berkecambah dan menginfeksi akar tanaman, kemudian di dalam jaringan akar MVA tumbuh dan berkembang membentuk hifa yang panjang dan bercabang sehingga mempunyai jangkauan yang luas untuk menyerap unsur hara dan air dari dalam tanah.

Derajat infeksi MVA pada akar tanaman kawista tertinggi yaitu 39,25%. Penelitian Dewi (2013) menyimpulkan bahwa dosis 15 gram MVA berpengaruh paling baik pada persentase akar sirsak yang terinfeksi (3,1 %). Menurut Syah *et al.* (2005) rerata persentase akar jeruk yang terinfeksi jamur *A. tuberculata* sebesar 27,38% lebih tinggi daripada akar yang tidak diberi perlakuan.

Perlakuan kompos berpengaruh signifikan pada parameter pertambahan jumlah

daun. Perlakuan kompos 60 gram dan 90 gram memberikan pengaruh paling baik yaitu 101 dan 91 helai. Menurut Morton dan Dieter (2003) jumlah kg N/Ha yang dibutuhkan oleh famili *Rutaceae* yaitu 200 kg N/Ha yang terkandung dalam 24 ton/Ha kompos (setara dengan 60 gram/tanaman). Hal ini disebabkan kompos merupakan salah satu bahan organik yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kompos akan memperbaiki sifat fisik tanah yang menyebabkan tanah lebih gembur dan kandungan airnya lebih tinggi, sehingga proses pengambilan unsur hara dan air dari akar ke daun berlangsung lebih baik. Unsur hara yang tersedia akan menunjang pertumbuhan tanaman khususnya pada pertumbuhan vegetatif. Kompos digunakan dengan maksud memperbaiki sifat-sifat fisik tanah, yaitu memperbaiki struktur tanah, daya mengikat air, dan tata udara tanah. Pemberian pupuk kompos memberi respon yang positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tebu (Zulkarnain *et al.*, 2013)

Pertumbuhan bibit kawista yang optimal diperoleh dengan menggunakan media tanah yang diberi dosis MVA 15 gram dengan kompos 60 gram dan dosis MVA 15 gram dengan kompos 90 gram. Bibit kawista dapat tumbuh dengan optimal pada suhu udara $\pm 32^{\circ}\text{C}$, pH tanah ± 6 , kelembaban udara $\pm 51\%$ dan kecepatan angin 0,5 m/s. Bibit kawista sebaiknya ditanam tidak pada saat musim penghujan karena hama pada tanaman kawista akan semakin meningkat ketika musim penghujan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa dosis MVA, kompos dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kawista. Kombinasi dosis MVA 15 gram dengan kompos 60 gram dan dosis MVA 15 gram dengan kompos 90 gram paling optimal dalam meningkatkan pertambahan tinggi bibit, pertambahan jumlah daun dan derajat infeksi MVA pada akar.

DAFTAR PUSTAKA

- Chairuman N. 2008. Efektivitas Cendawan MVA pada Beberapa Tingkat Pemberian Kompos terhadap Ketersediaan Fosfat serta Pertumbuhan dan Produksi Padi Gogo di Tanah Ultisol [Tesis]. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Dewi R. 2013. Bioaktivitas Buah Kawista (*Limonia acidissima*) Bima dan Penentuan Sidik Jarinya Menggunakan Kromatografi Lapis Tipis [Skripsi]. Bogor: FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Ermansyah. 2012. Pemanfaatan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dan Berbagai Jenis Kompos terhadap Pertumbuhan Bibit Sambung Pucuk Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) [Skripsi]. Makasar: Universitas Hasanuddin.
- Ilango K & Chitra V. 2009. Antidiabetic and antioxidant activity of *Limonia acidissima* Linn. in alloxan induced rats. *Der Pharma Lettre*. (1): 117-125.
- Kung'u JB. 2008. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) inoculation on growth performance of *Senna spectabilis*. School of Pure and Applied Sciences, Kenyatta University. <http://www.ciat.cgiar.org> (10 Juni 2014)
- Morton & Dieter P. 2003. *Organic Citrus Resource Guide*. The Soil and Health Association of NZ Inc. and Bio Dynamic Association in NZ Inc.
- Nugroho IA, Dorly, & Alex H. 2011. Keragaman kawista (*Limonia acidissima* L.) di Kabupaten Rembang. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional XXI PBI*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nugroho IA. 2012. Keragaman Morfologi dan Anatomi Kawista (*Limonia acidissima* L. di Kabupaten Rembang [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Suwandi, Surtinah, & Rubby K. 2006. Perlakuan MVA dan NPK pada pertumbuhan *stump* jati (*Tectona grandis* L.f.). *Forest J*. 3(2): 139-145.
- Syah A, MJ Jumjunidang, D Fatria, & Riska. 2005. Pengaruh inokulasi cendawan MVA Arbuskula terhadap pertumbuhan bibit jeruk varietas Japanche citroen. *J. Hort*. 15(3): 171-176.
- van der Heijden MGA, Martin FM, Marc-Andre Selosse M-A & Sanders IR. 2015. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future. *New Phytol*. 205:1406-1423.
- Wu QS, Xin HH, Ying NZ, Chun YL, Jie X, & Yan L. 2012. Arbuscular mycorrhizas alter root system architecture of *Citrus tangerine* through regulating metabolism of endogenous polyamines. *Plant Growth Regul J*. (68): 27-35.
- Yao Q, Wang LR, Zhu HH, & Chen JZ. 2009 Effect of arbuscular mycorrhizal fungal inoculation on root system architecture of trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) Seedlings. *Sci. Hort*. 121:458-461.
- Zulkarnain M, Prasetya B & Soemarno. 2013. Pengaruh Kompos, Pupuk Kandang, dan Custom-Bio terhadap Sifat Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri). *Indonesian Green Technol. J*. 2 (1): 45-52.