

Efek Komposisi Biochar dan Pasir pada Media Tanam Hidrogranik serta Dosis Vermikompos Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Keriting (*Lactuca sativa* L.)

Siti Hartina^{1*}, Nurhidayati¹ dan Indiyah Murwani¹

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang, Jalan MT. Haryono, No. 193, Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia
Email korespondensi: sitihartinatin@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi macam komposisi media tanam dan dosis vermicompos terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada. Penelitian ini merupakan percobaan pot yang dilakukan Rumah Plastik yang berlokasi di Jl. MT. Haryono, Kelurahan Dinoyo, Kecamatan Lowokwaru Malang dengan ketinggian tempat \pm 550 mdpl, suhu udara rata-rata berkisar 20 °C - 28 °C, yang dimulai pada bulan Februari hingga Juni 2019. Penelitian menggunakan percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dan terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah komposisi media tanam yang terdiri dari 2 taraf yaitu M1: Cocopit (55%), Biochar (15%), Pasir (30%) dan M2: Cocopit (55%), Biochar (30%), Pasir (15%). Faktor kedua yaitu dosis vermicompos yang terdiri dari lima jenis yaitu V1: 50 gram/pot, V2: 100 gram/ pot, V3: 150 gram/ pot, V4: 200 gram/ pot, dan V5: 250 gram/ pot. Berdasarkan kedua faktor didapatkan 10 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang senyak 3 kali dengan 5 sampel tanaman setiap perlakuannya, hingga diperoleh sampel sebanyak 150 tanaman selada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi media tanam memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman selada yang berbeda, dimana komposisi media tanam M1 (cocopeat 55%, biochar 15 % dan pasir 30 %) memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman tertinggi pada dosis aplikasi vermicompos 200-250 g/pot, sedangkan komposisi media tanam M2 (cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%), memberikan pertumbuhan dan hasil tertinggi pada dosis vermicompos 150-250 g/pot. Hal ini disebabkan oleh pengaruh komposisi media tanam dan dosis vermicompos pada hasil bobot segar total tanaman, bobot segar akar dan bobot segar bernilai ekonomis tanaman selada keriting perlakuan M2V4 (media tanam cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermicompos 200 gram/pot), M2V1 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 15% dan pasir 30%, dengan dosis vermicompos 50 gram/pot) dan M2V4 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermicompos 200 gram/pot) dengan nilai sebesar 66,06, 6,24 dan 61,62 gram memberikan hasil tertinggi.

Kata kunci: komposisi media tanam, dosis vermicompos

Abstract

This study aims to determine the interaction of the composition of planting media and vermicompost dosage on the growth and yield of lettuce plants. This study is a pot experiment conducted by green house located on Jl. MT. Haryono, Dinoyo Subdistrict, Lowokwaru Subdistrict, Malang with a altitude of \pm 550 meters above sea level, the average air temperature ranges from 20 °C - 28 °C, which starts in February to June 2019. The study uses experimental Randomized Block Design (RBD) arranged in factorial and consists of 2 factors. The first factor was the composition of the planting medium consisting of 2 levels, namely M1: Cocopit (55%), Biochar (15%), Sand (30%) and M2: Cocopit (55%), Biochar (30%), Sand (15%) The second factor is the vermicompost dose which consists of five types, namely V1: 50 gram / pot, V2: 100 gram / pot, V3: 150 gram / pot, V4: 200 gram / pot, and V5: 250 gram / pot. Based on

the two factors, 10 treatments were obtained and each treatment was repeated 3 times with 5 plant samples per treatment, until a sample of 150 lettuce plants was obtained. The results showed that the composition of the planting medium gave growth and yield of different lettuce plants, where the composition of M1 planting media (cocopeat 55%, 15% biochar and 30% sand) gave the highest growth and yield of plants at the dosage application of 200-250 g / pot while the composition of M2 planting media (55% cocopeat, 30% biochar and 15% sand), gave the highest growth and yield at 150-250 g / pot vermicompost doses. This is caused by the influence of the composition of the planting medium and vermicompost dosage on the total fresh weight of plants, fresh weight of roots and fresh weight economically valuable curly lettuce M2V4 treatment (55% cocopeat growing media, 30% biochar and 15% sand, with vermicompost 200 gram / pot), M2V1 (planting media, 55% cocopeat, 15% biochar and 30% sand, with 50 gram vermicompost / pot dose) and M2V4 (planting media, 55% cocopeat, 30% biochar and 15% sand, with dosage 200 gram vermicompost / pot) with values of 66.06, 6.24 and 61.62 grams giving the highest results.

Keywords: planting media composition, vermicompost dosage

Pendahuluan

Selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan salah satu tanaman sayuran yang memiliki nilai ekonomi tinggi, bentuknya yang menarik serta kandungan gizinya yang tinggi sehingga berpotensi untuk terus dibudidayakan. Pada sistem hidroponik media tanam tidak mengandung nutrisi, maka perlu menggunakan media tanam yang baik dan ideal bagi pertumbuhan akar tanaman seperti sabut kelapa, karena sabut kelapa adalah media tanam yang bersifat organik, selain organik atau ramah lingkungan sabut kelapa juga memiliki daya serap air yang tinggi. Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang telah lama dikenal dalam bidang pertanian yang berguna untuk meningkatkan produktivitas tanah dan memiliki bobot volume yang rendah sehingga ketika diberi ke dalam tanah dapat menurunkan bobot volume tanah dan memperbaiki kapasitas infiltrasi. Aplikasi vermikompos dapat meningkatkan hasil dan kualitas tanaman hortikultura, menggantikan pupuk mineral pada beberapa tanaman memiliki efek residu baik tanaman berikutnya sehingga dapat diterapkan dalam sistem pertanian organik.

Menurut Lehmann dan Joseph (2009), biochar diproduksi dari bahan-bahan organik yang sulit terdekomposisi, yang dibakar secara tidak sempurna (pyrolysis) atau tanpa oksigen pada suhu yang tinggi. Arang hayati yang terbentuk dari pembakaran akan menghasilkan karbon aktif, yang mengandung mineral seperti kalsium (Ca) atau magnesium (Mg) dan karbon anorganik. Pasir merupakan jenis media dengan struktur yang lebih kasar dibandingkan tanah. Media pasir sedikit mengandung bahan organik karena sifatnya sarang. Media pasir akan lebih membutuhkan air tetapi tanah berpasir tidak mudah memadat dan menggumpal sehingga memudahkan tanaman untuk dapat mengembangkan akarnya

(Harjowigeno, 2000 dalam Pudjono, 2005). Pasir sering digunakan sebagai media tanam alternatif untuk menggantikan fungsi tanah. Sejauh ini, pasir dianggap memadai dan sesuai jika digunakan sebagai media untuk penyemaian benih, pertumbuhan bibit tanaman, dan perakaran setek batang tanaman. Keunggulan media tanam pasir adalah kemudahan dalam penggunaan dan dapat meningkatkan sistem aerasi serta drainase media tanam.

Vermikompos adalah pupuk organik yang diperoleh melalui proses yang melibatkan cacing tanah dalam proses penguraian atau dekomposisi bahan organiknya. Vermicompost diproduksi oleh aktivitas cacing tanah, yang merupakan bagian dari pertanian berkelanjutan (Calabi-Floody *et al.*, 2018). Walaupun sebagian besar penguraian dilakukan oleh jasad renik, kehadiran cacing justru membantu memperlancar proses dekomposisi. Karena bahan yang akan diurai jasad renik pengurai, telah diurai lebih dulu oleh cacing. Oleh karena itu, kascing lebih sehat untuk tanah daripada pupuk organik lainnya seperti kompos dan pupuk kandang (Asgharnia, 2003; Lazcano dan Dominguez, 2011). Proses pengomposan dengan melibatkan cacing tanah tersebut dikenal dengan istilah vermikomposting. Sementara hasil akhirnya disebut vermikompos (Agromedia, 2007).

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai Juni 2019 di Rumah Plastik yang berlokasi di Jl. MT. Haryono, Kelurahan Dinoyo, Kecamatan Lowokwaru Malang dengan ketinggian tempat \pm 550 mdpl, suhu udara rata-rata berkisar 20 oC - 28 oC. Penelitian menggunakan percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dan terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah komposisi media tanam yang terdiri dari 2 taraf yaitu M1: Cocopit (55%), Biochar (15%), Pasir (30%) dan M2: Cocopit (55%), Biochar (30%), Pasir (15%). Faktor kedua yaitu dosis vermikompos yang terdiri dari lima jenis yaitu V1: 50 gram/pot, V2: 100 gram/ pot, V3: 150 gram/ pot, V4: 200 gram/ pot, dan V5: 250 gram/ pot.

Media tanam yang digunakan pada M1 campuran cocopeat, biochar dan pasir (4:1:2) dan M2 campuran cocopeat, biochar dan pasir (4:2:1) sebanyak 1 kg. Selanjutnya media tersebut ditambahkan vermikompos sesuai perlakuan. Masing – masing perlakuan. Media tanam yang telah dicampurkan secara merata semua bahan dengan dosis vermikompos 7 hari sebelum tanaman selada transplanting Penanaman selada dilakukan setelah persemaian umur 21 atau memiliki 3 helai daun. Penyiraman dilakukan 3 kali sehari pada pagi, siang dan sore hari, dengan cara dicampurkan

menggunakan sprayer pada volume yang sama untuk semua perlakuan. Bila kondisi cuaca tidak panas penyiraman dilakukan pada pagi dan sore hari.

Data hasil pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) dengan taraf nyata 5%, dan apabila menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) taraf 5%.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Macam Komposisi Media Tanam dan Dosis Vermikompos terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh interaksi nyata antara perlakuan komposisi bahan media dan dosis vermikompos terhadap tinggi tanaman. Hasil uji BNJ 5% rata-rata tinggi tanaman disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman selada akibat interaksi perlakuan macam komposisi media dan vermikompos pada berbagai umur tanaman

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) pada umur tanaman (HST)					
	7	12	17	22	27	32
M1V1	5.08	5.89 a	6.53 a	8.43 a	11.59	11.59
M1V2	5.44	6.29 ab	6.85 ab	9.13 a	12.47	12.47
M1V3	6.53	7.36 d	7.69 c	9.21 a	12.95	12.95
M1V4	5.57	6.32 ab	6.77 ab	9.03 a	13.22	13.22
M1V5	6.12	6.68 bcd	7.08 abc	8.97 a	20.05	20.05
M2V1	5.36	6.27 ab	6.76 ab	9.02 a	12.20	12.20
M2V2	5.87	7.27 cd	7.84 d	9.34 a	13.04	13.04
M2V3	5.71	6.80 bcd	7.20 abc	8.62 a	12.69	12.69
M2V4	5.78	6.76 bcd	6.96 ab	10.42 b	13.45	13.45
M2V5	6.34	6.59 abc	7.39 bc	10.39 b	13.96	13.63
BNJ 5%	TN	0.75	0.72	0.98	TN	TN

Keterangan: - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

- TN : Tidak Nyata

- HST : Hari Setelah Transplanting

Tabel 2 menunjukkan pada umur pengamatan 12 dan 17 hst, untuk media M1 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 15% dan pasir 30%) tinggi tanaman tertinggi terdapat pada dosis V3 (150 gram/pot) yaitu sebesar 7,36 cm dan 7,69 cm dan V5 (250 gram/pot) yaitu sebesar 6.68 cm dan 7,08 cm. Sedangkan untuk M2 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%) pada umur 12 dan 17 hst, tinggi tanaman tertinggi terdapat pada dosis V2 (100 gram/pot) yaitu sebesar 7,27 cm dan 7,84 cm. Namun pada pengamatan umur 22 hst perlakuan M2V4 dan M2V5 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 200-250 gram/pot) memberikan tinggi tanaman tertinggi yaitu sebesar 10,42 cm dan 10,39

cm dan berbeda nyata dengan perlakuan lain. Pertumbuhan tanaman akan menyebabkan tanaman tumbuh dengan pesat, sel-sel membesar dan tahan terhadap penyakit. Tanaman yang kurang unsur hara nitrogen (N) pertumbuhannya akan terhambat seperti pada perlakuan media tanpa nutrisi. Selain terhambatnya pertumbuhan pucuk, juga menurunkan daya tahan terhadap serangan penyakit.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dijelaskan bahwa pengaruh komposisi media tanam dan dosis vermikompos pada pertumbuhan tinggi dan luas daun tanaman selada keriting perlakuan M2V2-M2V5 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 100-250 gram/pot) memberikan pertumbuhan tertinggi. Keberadaan biochar didalam media tanam dapat merangsang pertumbuhan organisme tanah yang berguna untuk mendekomposisi bahan organik dan menyediakan sejumlah unsur hara baik unsur makro atau mikro. Peningkatan unsur hara pada biochar berpengaruh baik terhadap perbaikan ketersediaan unsur hara tanah yang dibutuhkan oleh tanaman berupa N, P, K, Ca, dan Mg (Lehmann, 2007). Penggunaan biochar dapat meningkatkan fiksasi nitrogen, memperbaiki pertumbuhan dan meningkatkan hasil tanaman (Rodon *et al.*, 2007).

Pengaruh Macam Komposisi Media Tanam dan Dosis Vermikompos Terhadap Hasil Tanaman Selada

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan adanya interaksi nyata antara perlakuan macam komposisi media dan dosis vermikompos terhadap bobot segar total tanaman selada. Hasil uji BNJ 5% terhadap bobot segar total tanaman selada disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata bobot segar total per tanaman pada interaksi perlakuan macam komposisi media dan dosis vermikompos pada saat panen

Perlakuan	Bobot Segar Total Tanaman (g)
M1V1	40.71 a
M1V2	41.46 a
M1V3	49.99 ab
M1V4	51.69 b
M1V5	54.77 b
M2V1	60.15 bc
M2V2	47.04 ab
M2V3	60.98 bc
M2V4	66.06 c
M2V5	59.85 bc
BNJ 5%	9.92

Keterangan: - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Tabel 7 menunjukkan bahwa interaksi tertinggi pada perlakuan M2V4 (media tanam cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 200 gram/pot) dengan nilai sebesar 66,06 gram yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan M2V1 (media tanam cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 50 gram/pot) dengan nilai sebesar 60,15 gram, M2V3 (media tanam cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 150 gram/pot) dengan nilai sebesar 60,98 gram, M2V5 (media tanam cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 250 gram/pot) dengan nilai sebesar 59,85 gram, dan yang terendah terjadi pada perlakuan M1V1 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 15% dan pasir 30%, dengan dosis vermikompos 50 gram/ pot) dengan nilai sebesar 40,71 gram.

Vermikompos mengandung bahan humus yaitu zat-zat humat. Zat-zat humat tersebut berperan terhadap sejumlah reaksi anorganik dalam tanah dan terlibat dalam reaksi yang kompleks baik secara langsung maupun tidak langsung dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Asam humat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme yang menguntungkan. Penambahan asam humat mempercepat pertumbuhan *Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum*, *Bacillus mycoides* dan *Scenedesmus* sp., atau mikroorganisme antibiotika bagi tanaman. Jumlah sel azotobacter (bakteri pengikat nitrogen) sehingga jumlah nitrogen yang difiksasi (diikat) juga makin banyak (Cochran, 2007). Aplikasi vermikompos dengan dosis 1 kg dicampur dengan tanah 10 kg memberikan hasil yang tertinggi terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan jumlah cabang tanaman cabagi merah besar (Yuka, 2016). Dosis 30 % memberikan hasil terbaik untuk bobot buah, diameter buah, bobot brangkasan kering dan pH tanah, serapan N dan serapan P tanaman mentimun (Yuka, 2016).

Bobot Segar Akar Tanaman Selada

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan adanya interaksi nyata antara perlakuan macam media dan dosis vermikompos terhadap bobot segar akar tanaman selada. Tabel 8 menunjukkan bobot segar akar tertinggi terdapat pada perlakuan M2V1 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 50 gram/pot) dan berbeda nyata dengan semua perlakuan. Bobot segar akar terendah terdapat pada perlakuan M1V5 (media tanam, cocopeat 55%, biochar

15% dan pasir 30%, dengan dosis vermikompos 250 gram / pot). Hasil uji BNJ 5% terhadap bobot segar akar tanaman selada disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata bobot segar akar per tanaman pada interaksi perlakuan macam komposisi media dan vermikompos pada saat panen

Perlakuan	Bobot Segar Akar (g)
M1V1	4.06 ab
M1V2	4.25 ab
M1V3	5.23 b
M1V4	3.79 a
M1V5	3.78 a
M2V1	6.24 c
M2V2	4.97 b
M2V3	4.70 b
M2V4	4.44 ab
M2V5	3.84 a
BNJ 5%	1.54

Keterangan: - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Vermikompos memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan pupuk organik lain, karena vermikompos kaya akan unsur hara makro dan mikro esensial serta mengandung hormon tumbuh tanaman seperti auksin, giberelin dan sitokin yang mutlak dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman yang maksimal (Marsono dan Sigit, 2001 dalam Herlina, dkk 2016). Penyerapannya oleh tanaman memiliki efek positif untuk proses fotosintesis, yaitu dapat meningkatkan kandungan klorofil daun dan meningkatkan hara pada akar, tunas dan buah-buahan (Theunissen *et al.*, 2010 dalam Herlina, dkk 2016).

Bobot Segar Ekonomis Tanaman Selada

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan adanya interaksi nyata antara perlakuan macam media dan dosis vermikompos terhadap bobot segar ekonomis tanaman selada. Hasil uji BNJ 5% terhadap bobot segar ekonomis tanaman selada disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata bobot segar hasil bernilai ekonomis per tanaman pada interaksi perlakuan macam komposisi media dan dosis vermikompos pada saat panen

Perlakuan	Bobot Segar yang Bernilai Ekonomis (g)
-----------	--

M1V1	36.64 a
M1V2	37.21 a
M1V3	44.75 ab
M1V4	47.90 b
M1V5	50.99 b
M2V1	53.92 bc
M2V2	42.07 ab
M2V3	56.28 bc
M2V4	61.62 c
M2V5	54.62 bc
BNJ 5%	9.33

Keterangan: - Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%

Tabel 9 menunjukkan bahwa pada bobot segar ekonimis tertinggi pada perlakuan M2V4 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 200 gram/pot) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan M2V3 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 150 gram/pot) dan M2V5 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%, dengan dosis vermikompos 250 gram/pot) dan yang terendah terjadi pada perlakuan M1V1 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 15% dan pasir 30%, dengan dosis vermikompos 50 gram/pot) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan M1V2 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 15% dan pasir 30%, dengan dosis vermikompos 100 gram/pot) dengan masing-masing nilai sebesar 36,64 dan 37,21 gram.

Dalam penelitiannya, Mulat (2005) menyatakan bahwa kandungan unsur hara dalam tanah seperti N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO dan Mn paling tinggi adalah dengan pemberian Vermikompos dibanding dengan kotoran ayam, lumpur biogas dan kompos. Ketersediaan unsur makro dan mikro yang lebih tinggi akibat pemberian Vermikompos disebabkan kapasitasnya yang bagus untuk menambah kandungan C organik ke dalam tanah. Hal ini dapat mempercepat proses mineralisasi bahan organik untuk melepaskan unsur makro dan mikro ke dalam tanah.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Perbedaan komposisi media tanam memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman selada yang berbeda, dimana komposisi media tanam M1 (cocopeat 55%, biochar 15 % dan pasir 30 %) memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman tertinggi pada dosis aplikasi vermikompos 200-250 g/pot, sedangkan komposisi media tanam M2 (cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%), memberikan pertumbuhan dan hasil tertinggi pada

dosis vermikompos 150-250 g/pot. Komposisi media tanam M2 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 30% dan pasir 15%) memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman lebih tinggi dibandingkan M1 (media tanam, cocopeat 55%, biochar 15% dan pasir 30%). Terdapat kecenderungan semakin meningkat dosis vermikompos semakin tinggi hasilnya namun hasil yang tinggi sudah dapat dicapai pada dosis 150 g/pot dan tidak berbeda signifikan dengan dosis 200 dan 250 g/pot. Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui persentase biochar yang optimum dalam media tanam dan dosis vermikompos yang optimum dalam jumlah media tanam yang lebih besar untuk tanaman sayuran lebih besar secara morfologi.

Daftar Pustaka

- Agromedia, Redaksi. 2007. *Panduan Lengkap Budidaya Tomat*. Agromedia, Jakarta.
- Asgharnia H, 2003. Comparison of aerobic compost and vermicompost in the view of maturatio time and microbial and chemical quality. *The 6th national environmental health congress*, Mazandaran, Iran, 6:1-16.
- Calabi-Floody M, Medina J, Rumpel C, Condrón LM, Hernandez M, Dumont M, Mora M L, 2018. Smart fertilizers as a strategy for sustainable agriculture. *Advances in Agronomy* 147, pp. 119-157.
- Cochran, S. 2007. Vermicomposting: Composting With Worms. University of Neskraba – Lincoln Extension in Lancaster Country, Canada.
- Hadiwiyono dan W.S. Dewi. 2000. Uji pengaruh penggunaan vermikompos, *Trichodem a viridedan* mikoriza Vesikula arbuskula terhadap serangan cendawan akar bengkok (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) dan pertumbuhan pada caisin. *Caraka Tani* 15 (2): 20-28.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 296 Hal.
- Herlina, C. N., Syafruddin, Zaitun. 2016. Efektivitas dosis vermikompos dan jenis mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada tanah ultisol jantho. *J. Floratek* 11: 1-9.
- Lazcano C, Dominguez J, 2011. The use of vermicompost in sustainable agriculture: Impact on plant growth and soil fertility. *Soil Nutrients*, 1-23.
- Lehmann, J. dan S. Joseph. 2009. *Biochar Environmental Management*. Earthscan. London. 416 p.
- Rondon, M. A., J. Lehmann, J. Ramirez, and M. Hurtado. 2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biology and Fertility of Soils* 43:6, pp. 699-708.
- Yuka, M. F. 2016. Pengaruh dosis vermikompos terhadap pertumbuhan produksi dan serapan N dan P tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada dua kedalaman tanah ultisol. (*Skripsi*). Universitas Lampung.