

Daya Bunuh Insektisida Hayati *Vermileachate* dan Teh Vermikompos Terhadap Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) pada Tanaman Mint (*Mentha piperita* L.)

Vermicompost Tea and Vermileachate as Natural Insecticide Against Whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) at Mint Tree (*Mentha piperita* L.)

Nathanael Wirandhi Syarief^{1*}, Wibowo Nugroho Jati¹, Felicia Zahida¹

¹Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Email: nathanaelwirandhi@gmail.com *Penulis untuk korespondensi

Abstract

Vermicompost tea and vermileachate are derivative liquid derivate from vermicompost which contains active substances as the insecticide. Purpose of this research is to find out the potential insecticide –of vermicompost tea and vermilachate on *Bemisia tabaci* Genn. from *Mentha piperita* L. which has toxicity of 50%. The study Research used FRD (factorial randomized design) with treatment in three replications. The given cosentration are 10, 20, 30 and 40 % on exposure time of 6, 12, and 24 hours. The results show that Vermicompost tea with a concentration of 30 % and vermileachate with a concentration of 20 % give B. tabaci from Mint the toxicity of 45,82 and 46,18 %.

Keywords: Vermicompost tea, vermileachate, *Bemisia tabaci*, mortality, *Mentha piperita*

Abstrak

Teh vermikompos dan *vermleachate* merupakan cairan turunan produk vermikompos yang mengandung berbagai senyawa aktif yang berperan sebagai insektisida. Penelitian ini bertujuan mengetahui daya bunuh larutan uji terhadap *Bemisia tabaci* Genn. dari tanaman mint (*Mentha piperita* L.) dengan konsentrasi dan waktu paparan teh vermikompos dan *vermleachate* yang memberikan dampak daya bunuh ± 50 %. Percobaan penelitian menggunakan RAF (rancangan acak faktorial) sebanyak tiga kali pengulangan. Konsentrasi larutan yang diberikan ialah 10, 20, 30, dan 40 % dengan waktu paparan 6, 12, dan 24 jam. Simpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah teh vermikompos konsentrasi 30 % dan *vermleachate* konsentrasi 20 % menyebabkan daya bunuh *B. tabaci* dari tanaman mint sebesar 45,82 dan 46,18 %.

Kata kunci : Teh vermikompos, *vermleachate*, *Bemisia tabaci*, daya bunuh, *Mentha piperita*

Diterima : 3 Agustus 2018, disetujui : 20 September 2018

Pendahuluan

Pestisida hayati berperan terhadap pengendalian hama terpadu (PHT) (Novizan, 2002). Pestisida hayati aman bagi lingkungan dan manusia serta tidak memberikan efek samping pada penggunaan jangka pendek dan jangka panjang (Bunders dkk., 1996). Keuntungan dari pestisida hayati ialah terdegradasi, residu cepat hilang, tidak mencemari lingkungan, aman terhadap makhluk hidup (Novizan, 2002); bahan baku murah,

mudah didapat, dan sederhana (Soenandar dkk., 2010). Kerja pestisida hayati sebagai repelan dan antifedan (Novizan, 2002).

Vermikompos merupakan hasil dari proses dekomposisi senyawa organik secara aerobik nontermofilik menggunakan cacing (Singh dan Singh, 2014). Proses vermikompos diawali dengan pembuatan *bedding*. *Bedding* merupakan media pertumbuhan cacing. *Bedding* menggunakan campuran serat dan kotoran hewan. Serat berfungsi sebagai agen *bulking* (Munroe, 2004).

Proses vermikompos dengan pemupukan awal (*precomposting*) meningkatkan jumlah populasi cacing selama proses vermikompos (Frederickson dkk., 1997), efektif mentransformasi hasil dekomposisi yang lebih banyak pada bahan kertas (Frederickson dkk., 2007), membantu dalam stabilisasi sampah, pH, kelembaban, pengurangan massa sampah, serta efektif untuk menginaktivasi patogen. C/N rasio dilaporkan lebih rendah saat menggunakan *precomposting* (Nair dkk., 2006).

Proses vermikompos menghasilkan cairan lindi yang disebut *vermileachate* sedangkan teh vermikompos merupakan cairan hasil perendaman vermikompos pada air pada waktu tertentu secara aerasi atau non-aerasi (Quaik dan Ibrahim, 2013). Teh vermikompos dibuat menggunakan prinsip aerasi (Edwards dkk., 2009; Arancon dkk., 2007). Kedua cairan dari vermikompos ini memiliki potensi sebagai insektisida hayati (Edwards dkk., 2009; Quaik dan Ibrahim, 2013; Sharma dkk., 2009).

B. tabaci merupakan hama tanaman yang menyebabkan penurunan fotosintesis akibat daun tertutup *honeydew* (Malumphy, 2017). Serangga ini juga merupakan hewan pembawa virus geminivirus penyebab klorotik dan penggulungan pada daun (Markham dkk., 1994). *B. tabaci* banyak ditemukan pada tanaman mint di Greenhouse Boutique Hotel dimungkinkan karena posisi hotel yang bersebelahan dengan pasar. Keberadaan *B. tabaci* pada tanaman mint juga ditemukan di Orange dan Suwannee (negara bagian Florida) (McKenzie dkk., 2009), Israel (Kementrian Pertanian dan Pembangunan Desa Israel, 1999), dan Florida (McKenzie dan Osborne, 2017).

Permasalahan hama di Greenhouse Boutique Hotel ini serta potensi teh vermikompos dan *vermileachate* sebagai pestisida hayati mendasari penelitian ini. Teh vermikompos dan *vermileachate* dipaparkan pada hama dalam kondisi laboratorium untuk melihat kemampuan daya bunuhnya (persen mortalitas) pada faktor konsentrasi dan waktu paparan. Penelitian ini sebagai bagian awal kajian untuk penelitian serupa kedepannya dan penanganan hama di di Greenhouse Boutique Hotel.

Metode Penelitian

Persiapan Larutan Uji

Vermileachate (cairan lindi vermikompos) dan vermikompos (kompos cacing/kascing) diambil dari vermikompos kotoran sapi. Proses pembuatan vermikompos kotoran sapi selama 30 hari (modifikasi Edwards dan Arancon, 2004). Larutan uji yang dipersiapkan yaitu *vermileachate*, teh vermikompos, dan kontrol positif. *Vermileachate* diambil dari saluran pengeluaran pada wadah bawah di ember vermikompos. Larutan *vermileachate* merupakan larutan dengan konsentrasi 100%. Kontrol positif merupakan pestisida hayati komersial (merk X) (ekstrak tanaman) sebagai pembanding. Pembuatan teh vermikompos (konsentrasi 40 %) dengan prinsip aerasi selama 12 jam (modifikasi Edwards dkk., 2009). Larutan uji dibuat variasi konsentrasi sesuai rancangan percobaan. Larutan uji ditambahkan surfaktan (tween 20) dengan konsentrasi 0,001 % (Putra dkk., 2011).

Pengujian Daya Bunuh Insektisida (metode *leaf disc*)

Daun mint dan *Bemisia tabaci* diambil dari *greenhouse* yang telah dipersiapkan sebelum penelitian. Tanaman mint merupakan jenis *M. Piperita* dan ditanam secara hidroponik. *B. tabaci* merupakan hama liar dan ditangkap menggunakan aspirator. Jenis tanaman dan hama divalidasi menggunakan kecocokan morfologi dengan data yang diambil dari internet.

Daun mint (daun ke 3-4 dari pucuk) diambil, dibilas dan dikeringkan dengan tisu steril. Daun dicelupkan ke dalam larutan uji sesuai perlakuan selama 20 detik. Daun dikeringanginkan selama 20 detik dan diletakkan di atas petri berisi agar padat (2 %) dengan posisi adaxial. *B. tabaci* dewasa diambil dengan aspirator dan dimasukkan ke dalam plastik klip yang telah dilubangi (10-20 serangga tiap perlakuan) (Sabtharishi dan Naven, 2017).

Serangga dipelihara dalam ruangan dengan suhu 27 ± 2 °C, fotoperiode 12 jam, dan kelembaban 60-70 % (dalam ruangan ber-AC dan pengaturan caha menggunakan lampu LED). Mortalitas serangga diamati pada jam ke-6, 12, dan 24. Sirkulasi udara diatur dengan aerator. Pengulangan pengujian dilakukan sebanyak 3

kali dan dihitung persen mortalitasnya (Sabtharishi dan Naven, 2017). Data mortalitas dikoreksi dengan formula Abbott (Abbott, 1925). Analisis beda perlakuan menggunakan uji ANAVA dengan tingkat kepercayaan 90%. Beda nyata perlakuan dengan *duncan's multiple range test* (DMRT). Perhitungan dan analisis menggunakan program SPSS versi 15.

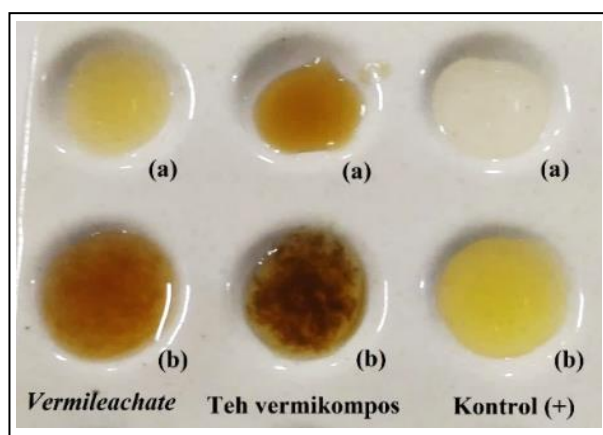
Karakterisasi Kandungan Larutan Uji

Karakterisasi kandungan larutan uji terdiri dari tiga uji meliputi uji fenol (FeCl_3) (Ahluwalia dan Dhingra, 2000; Putri dan Hidajati, 2015), uji kandungan unsur hara, dan deteksi sederhana *Bacillus thuringiensis* dengan metode Ohba dan Aizawa (Saadoun dkk., 2001). Uji kandungan unsur hara meliputi uji kandungan C (Walkey & Black), N (kjeldahl), P (spektrofotometer UV-vis:

$\lambda = 889 \text{ nm}$), K (flamefotometer: $\lambda = 766$), Fe (AAS: $\lambda = 372 \text{ nm}$), S (spektrofotometer UV-vis: $\lambda = 625 \text{ nm}$), dan Mg (ICP: $\lambda = 279,08 \text{ nm}$). Uji unsur hara sebagai standarisasi kandungan unsur hara sampel penelitian yang merupakan cairan ekstrak vermikompos.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian fenol menunjukkan hasil negatif (Gambar 1) karena tidak membentuk warna biru/ merah/ hijau/ ungu (Ahluwalia dan Dhingra, 2000). Hasil negatif pada uji ini bukan berarti sampel benar-benar negatif mengandung fenol. Perlu adanya indentifikasi lebih lanjut menggunakan metode lainnya (Ahluwalia dan Dhingra 2000).



Gambar 1. Uji fenol kualitatif larutan insektisida
Keterangan: (a) sebelum penambahan FeCl_3 ; (b) sesudah penambahan FeCl_3

Senyawa fenol pada vermikompos dihasilkan oleh sistem pencernaan cacing (Vinken dkk., 2005). Fenol oksidase endogenus terdeteksi di *L.rubellus* yang mengaktifkan p-nitrofenol yang toksik (Park dkk., 1996). Fenolik terlarut di vermikompos dapat diserap oleh tanaman menyebabkan jaringan tanaman yang berasa tidak enak bagi serangga. Senyawa fenolik memberi dampak menekan laju reproduksi dan kelangsungan hidup hama (Edwards dkk., 2010; Edwards dkk., 2009). Senyawa fenolik merupakan antifedan (Khouli, 2008).

Ditemukan 2 koloni dugaan *Bacillus thuringiensis* masing-masing satu pada teh

vermikompos dan *vermileachate*. Pengujian biokimia dan pengecatan Gram menunjukkan bahwa isolat bakteri pada teh vermikompos merupakan bakteri *Arthrobacter citreus* sedangkan isolat bakteri pada *vermileachate* ialah *Streptomyces rochei*.

A. citreus memiliki kemampuan untuk mendegradasi residu pestisida kimia (Datta dkk., 2000). *S. rochei* bermanfaat mengatasi serangan *Fusarium oxysporum* (Kanini dkk., 2013), *Rhizoctonia solani* (Zamoum dkk., 2017), *Botryosphaeria dothidea* (Zhang dkk., 2016), *Alternaria alternata*, dan *Drechslera halodes* (Hussein dkk., 2014). Kajian mengenai potensi *A. citreus* dan *S. rochei* sebagai insektisida belum

Daya Bunuh Insektisida Hayati *Vermileachate*

pernah dilakukan. Teh vermikompos ditemukan bakteri *Actinomyces*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosospira*, *Acinetobacter*, dan *Sphingobacterium* (Fritz dkk., 2012). Belum terdapat publikasi data mengenai bakteri yang terdapat pada *vermileachate*.

Larutan uji dilakukan analisis kandungan unsur hara (hasil Tabel 1). Uji kandungan unsur hara dilakukan untuk melihat kualitas larutan uji

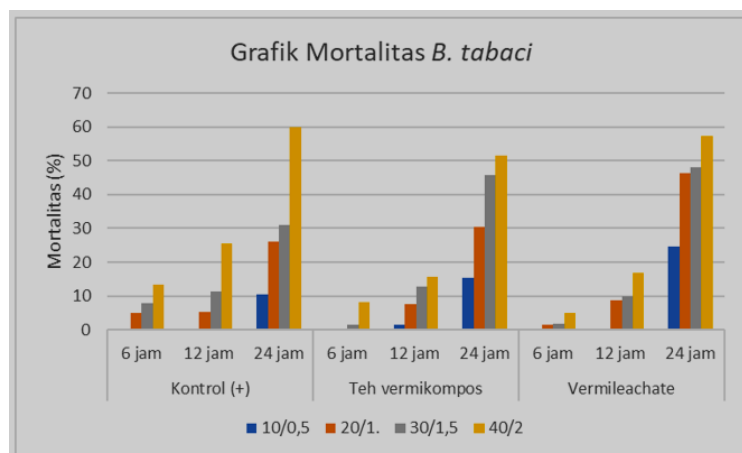
dikarenakan sampel turunan ekstrak larutan dari vermikompos. Umumnya teh vermikompos mengandung unsur hara lebih banyak dibandingkan *vermileachate* (Zarei dkk., 2018; Hargreaves dkk., 2008). Kualitas unsur hara teh vermikompos dan *vermileachate* didasarkan pada kualitas vermikompos (Pant dkk., 2012; Zaeri dkk., 2018).

Tabel 1. Kandungan unsur hara larutan uji

Parameter	Kontrol positif	Teh Vermikompos	<i>Vermileachate</i>
Karbon Organik	22860	13310	16930
Nitrogen (N) (ppm)	150	130	160
Fosfat (P) (ppm)	47,745	80,01	21,24
Kalium (K) (ppm)	105	1157	2258
Besi (Fe) (ppm)	0,2974	1,9	1,2934
Magnesium (Mg) (ppm)	3,96	5,04	3,48
Sulfida (S) (ppm)	<0,0043	<0,0043	<0,0043
pH	7,56	6,99	8

Berdasarkan grafik daya bunuh *B. tabaci* (Gambar 2) teh vermikompos dan *vermileachate* menyebabkan mortalitas (daya bunuh) pada *B. tabaci* dari tanaman mint. Daya bunuh *B. tabaci* terhadap konsentrasi dan waktu

paparan berbanding lurus. Daya bunuh tertinggi ditunjukkan pada konsentrasi larutan uji tertinggi 2 % untuk kontrol positif serta 40 % untuk *vermilachate* dan teh vermikompos dengan waktu paparan 24 jam.



Gambar 2. Daya bunuh *B. tabaci* terhadap larutan insektisida Konsentrasi: 10, 20, 30, dan 40 % (teh vermikompos/ *vermileachate*) / 0,5; 1; 1,5; dan 2 % (kontrol positif)

Daya bunuh efektif (yang menyebabkan kematian 50% serangga) ditunjukkan oleh waktu paparan 24 jam dengan mortalitas kontrol positif 60 % (konsentrasi 2 %), teh vermikompos 51,64 % (konsentrasi 40 %), dan *vermileachate* 57,45 % (konsentrasi 40 %).

Vermileachate mengandung enzim protease, urease, fosfatase, dan amilase (Zambare dkk., 2008; Shivsubramanian dan Ganeshkumar, 2004). Enzim protease pada perlakuan *vermileachate* berperan besar menyebabkan matinya serangga dengan cara merusak jaringan

protein pada tubuh serangga yang berujung pada kematian serangga. Vermikompos dilaporkan mengandung enzim kitinase yang merombak kitin pada serangga, akan tetapi tingkat kemampuannya belum dipublikasi.

Hasil analisis ANAVA daya bunuh antara teh vermikompos dan *vermifeachate* menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi dan waktu menunjukkan rerata yang berbeda sedangkan antarperlakuan teh vermikompos dan *vermifeachate* tidak menunjukkan beda perlakuan. Menurut Quaik dan Ibrahim (2013), tidak adanya beda perlakuan dikarenakan kedua larutan ini merupakan turunan ekstrak dari vermikompos yang sama. Perlakuan dilakukan analisis lanjut DMRT untuk melihat beda nyata. Perlakuan waktu 6, 12, dan 24, masing-masing menunjukkan beda nyata sedangkan perlakuan konsentrasi beda nyata ditunjukkan pada konsentrasi 10, (20 dan 30) serta 40 %. Antara konsentrasi 20 dan 30% tidak menunjukkan beda nyata.

Hasil analisis menunjukkan bahwa larutan insektisida efektif pada waktu paparan 24 jam. Perlakuan 24 jam (teh vermikompos, *vermifeachate*, dan kontrol positif) dilakukan analisis DMRT untuk mengetahui konsentrasi efektif serta efektifitas terhadap kontrol positif (pestisida hayati komersial). Hasil menunjukkan bahwa mortalitas efektif sebagai insektisida (± 50 %) teh vermikompos pada konsentrasi 30% dan *vermifeachate* 20%. Hasil penelitian sebelumnya pada penelitian Edwards dkk. (2009), pada serangga ulat tanduk tembakau pada tanaman timun dan kumbang timun bergaris pada tanaman tomat menggunakan konsentrasi 10 dan 20 %. Konsentrasi 20% menunjukkan efektifitas paling optimum dengan waktu paparan 9 hari pada serangga ulat tanduk tembakau dan 5 hari pada kumbang timun bergaris.

Teh vermikompos (30 %) dan *vermifeachate* (20 %) dengan kontrol positif (2 %) menunjukkan persen mortalitas yang sama. Efektifitas teh vermikompos ataupun *vermifeachate* masih belum bersaing dengan kontrol positif. Konsentrasi paparan teh vermikompos dan *vermifeachate* (30 dan 20 %) masih lebih tinggi dibandingkan kontrol positif (2 %).

Simpulan

Teh vermikompos dan *vermifeachate* berpotensi sebagai insektisida pada *Bemisia tabaci* dari tanaman mint. Daya bunuh efektif ditunjukkan oleh teh vermikompos konsentrasi 30 % dan *vermifeachate* konsentrasi 20 % menyebabkan mortalitas *B. tabaci* sebesar 45,82 dan 46,18 % dengan waktu paparan 24 jam.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada *Greenhouse Boutique* Hotel atas dukungan dan kesempatan yang diberikan selama penelitian.

Daftar Pustaka

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol*, 18: 265–267.
- Ahluwalia, V. K. dan Dhingra, S. 2000. *Comprehensive Practical Organic Chemistry: Qualitative Analysis*. Universities Press, India. Hal. 22 - 23.
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Dick, R., dan Dick, L. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. *BioCycle*, 48 (11): 51-52.
- Bunders, J., Haverkort, B., dan Hiemstra, W. 1996. *Biotechnology: Building on Farmers' Knowledge*. Maxmillan Education Ltd, London. Hal 52 - 54
- Datta, J., Maiti, A. K., Modak, D. P., Chakrabarty, P. K., Bhattacharyya, P., dan Ray, P. K. 2000. Metabolism of γ -hexachlorocyclohexane by *Arthrobacter citreus* strain BI-100: Identification of metabolites. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 46: 59-67.
- Edwards C. A., Arancon N. Q., Bennett M. V., Askar A., Keeney G., dan Little B. 2010. Suppression of green peach aphid (*Myzus persicae*) (Sulz.), citrus mealybug (*Planococcus citri*) (Risso), and two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Koch.) attacks on tomatoes and cucumbers by aqueous extracts from vermicomposts. *Crop Prot.*, 29:80–93.
- Edwards, C. A., Arancon, N. Q., Vasko-Bennett, M., Askar, A., dan Keeney, G. 2009. Effect of aqueous extracts from vermicomposts on attacks by cucumber beetles (*Acalymna vittatum*) (Fabr.) on cucumbers and tobacco hornworm (*Manduca sexta*) (L.) on tomatoes. *Pedobiologia*, 53 (2): 141 - 148.

- Edwards, C. A. dan Arancon, N. Q. 2004. The use of earthworms in the break down of organic wastes to produce vermicomposts and animal feed protein. Dalam: Edwards, C. A. *Earthworm Ecology*. CRC Press, Boca Raton, Hal 345 - 438.
- Frederickson, J., Butt, K. R., Morris, R. M., Daniels, C. 1997. Combining vermiculture with traditional green waste composting systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 29 (3-4): 725 - 730.
- Frederickson, J., Howell, G., dan Hobson, A. M. 2007. Effect of pre-composting and vermiculture on compost characteristics. *European Journal of Soil Biology*, 43: 320 - 326.
- Fritz, J. I., Franke-Whittle, I. H., Haindi, S., Insam, H., dan Braun, R. 2012. Microbiological community analysis of vermicompost tea and its influence on the growth of vegetables and cereals. *Canadian Journal of Microbiology*, 58 (7): 836-847.
- Hargreaves, J., Adl, M. S., Warman, P. R., dan Rupasinghe, H. P. V. 2008. The effects of organic amendments on mineral element uptake and fruit quality of raspberries. *Plant Soil*, 308: 213-226.
- Hussein, A. A. E., Alhasan, R. E. M., Abdelwahab, S. A., dan Siddig, M. A. 2014. Isolation and identification of *Streptomyces rochei* strain active against phytopathogenic fungi. *British Microbiology Research Journal*, 4 (10): 1057-1068.
- Kanini, G. S., Katsifas, E. A., Savvides, A. L., dan Karagouni, A. D. 2013. *Streptomyces rochei* ACTA1551, an indigenous Greek isolate studied as a potential biocontrol agent against *Fusarium oxysporum* f.sp. lycopersici. *BioMed Research International*, 2013: 1-10.
- Kementrian Pertanian dan Pembangunan Desa Israel. 1999. *Conforidor*.
http://www.hadbara.moag.gov.il/hadbara/english/search/Applications_No.asp?mone=80&prodId=1134. 27 Januari 2018.
- Khoul, O. 2008. Phytochemical and insect control: An antifeedant approach. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 27: 1-24.
- Malumphy, C. 2017. *Tobacco, Sweet potato or Silver leaf whitefly Bemisia tabaci*. Department for Environment Food and Rural Affairs, United Kingdom. Hal. 2, 3, 5.
- Markham, P. G., Bedford, I. D., Liu, S., dan Pinner, M. S. 1994. The Transmission of Geminiviruses by *Bemisia tabaci*. *Pesticide Sci.*, 42:123-128.
- McKenzie, C. L. dan Osborne, L. S. 2017. *Bemisia tabaci* MED (Q biotype) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Florida is on the move to residential landscapes and may impact open-field agriculture. *Florida Entomologist*, 100 (2): 481 - 484.
- McKenzie, C. L., Hodges, G., Osborne, L. S., Byrne, F. J., dan Shatters, R. G. 2009. Distribution of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: aleyrodidae) biotypes in Florida—investigating the Q invasion. *Journal Of Economic Entomology*, 102 (2): 670 - 676.
- Munroe, G. 2004. *Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture*. Organic Agriculture centre of Canada (OACC), Dalhousie University, Nova Scotia. Hal. 10 - 12.
- Nair, J., Sekiozoic, V., dan Anda, M. 2006. Effect of pre-composting on vermiculture of kitchen waste. *Bioresource Technology*, 97: 2091 - 2095.
- Novizan. 2002. *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. PT AgroMedia Pustaka, Depok. Hal. 18 - 19, 22 - 24.
- Pant, A. P., Radovich, T. J. K., Hue, N. V., dan Paull, R. E. 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. *Sci Horti*, 148: 138-146.
- Pant, A., Radovich, T. J. K., Hue, N. V., dan Arancon, N. Q. 2011. Effects of vermicompost tea (aqueous extract) on pak choi yield, quality, and on soil biological properties. *Compost Science and Utilization*, 19 (4): 279-292.
- Park, S. R., Cho, E. J., Yu, K. H., Kim, Y. S., Suh, J. J., Chang, C. S. 1996. Endogenous phenoloxidase from an earthworm *Lumbricus rubellus*. *Tongmul Hakoehi*, 39:36-46.
- Putra, C. D. P., Fachriyah, E., dan Kusri, D. 2011. Isolasi, identifikasi dan uji toksisitas senyawa steroid dalam ekstrak kloroform daun ketapang (*Terminalia catappa* Linn). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 14 (1): 4-7.
- Putri, A. A. S. dan Hidajati, N. 2015. Uji aktivitas antioksidan senyawa fenolik ekstrak metanol kulit batang tumbuhan nyiri batu (*Xylocarpus mulloccensis*). *UNESA Journal of Chemistry*, 4 (1): 1 - 6.
- Quaik, S. dan Ibrahim, M. H. 2013. A review on potential of vermiculture derived liquids in agricultural use. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3 (3): 1 - 6.
- Saadoun, I., Al-Momani, F., Obeidat, M., Meqdam, M., dan Elbeticha, A. 2001. Assessment of toxic potential of local Jordanian *Bacillus thuringiensis* strains on *Drosophila melanogaster* and *Culex* sp. (Diptera). *Journal of Applied Microbiology*, 90 (6): 866-872.
- Sabtharishi, S. dan Naven, N.C. 2017. *Protocol exchange: Bioassay for monitoring insecticide toxicity in Bemisia tabaci populations*.
<https://www.nature.com/protocolexchange/prot>

- ocols/5517#/author-information. 29 Desember 2017.
- Sharma, S., Kumar, A., Singh, A. P., dan Vasudevan, P. 2009. Earthworms and vermicomposting- a review. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, 3 (2): 1 - 12.
- Shivsubramanian, K. dan Ganeshkumar, M. 2004. Influence of vermiwash on biological
- Vinken, R., Schaeffer, A. dan Ji, R. 2005. Abiotic association of soil-borne monomeric phenols with humic acids. *Org. Geochem.*, 36: 583-593.
- Zambare, V. P., Padul, M. V., Yadav, A. A., dan Shete, T.B. 2008. Vermiwash: biochemical and microbiological approach as eco friendly soil conditioner. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 3 (4): 1 - 5.
- Zamoum, M., Goudjal, Y., Sabaou, N., Mathieu, F., dan Zitouni, A. 2017. Development of formulations based on *Streptomyces rochei* strain PTL2 spores for biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato seedlings. *Journal Biocontrol Science and Technology*, 27 (6): 723-738.
- productivity of marigold. *Madras Agricultural Journal*, 91: 221 - 225.
- Singh, M. K. dan Singh, P. 2014. *Handbook on Vermicomposting*. Anchor Academic Publishing, Hamburg. Hal. 2, 31.
- Soenandar, M., Aeni, M. N., dan Raharjo, A. 2010. *Petunjuk Praktis Membuat Pestisida Organik*. Agromedia Pustaka, Jakarta. Hal 37.
- Zarei, M., Abadi, V. A. J. M., dan Moridi, A. 2018. Comparison of vermiwash and vermicompost tea properties produced from different organic beds under greenhouse conditions. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7: 25-32.
- Zhang, Q., Yong, D., Zhang, Y., Shi, X., Li, B., Li, G., Liang, W., dan Wang, C. 2016. *Streptomyces rochei* A-1 induces resistance and defense-related responses against *Botryosphaeria dothidea* in apple fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 115: 30-37.