

PENGARUH PENERAPAN VERMIKOMPOSTING TERHADAP KANDUNGAN UNSUR HARA MIKRO (Fe, Mn, Zn) KOMPOS DAN WAKTU REDUKSI SAMPAH ORGANIK (DAUN) DI TPST UNDIP MENGGUNAKAN BANTUAN MIKROORGANISME LOKAL

Selly Marwa Bela Pratiwi ^{*)}, Sri Sumiyati, S.T, M.Si. ^{**)}, Ir. Endro Sutrisno, M.S. ^{**)}

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

email : marwabelapратиwi@gmail.com

Universitas Diponegoro mempunyai TPST yang banyak menampung sampah organik daun. Pengomposan yang sudah dilakukan belum mampu mengolah seluruh sampah karena jumlah tenaga kerja terbatas dan proses ini membutuhkan perlakuan khusus seperti penyiraman, pembalikan, penyaringan, dan pemisahan kompos dari belatung. Vermikomposting merupakan alternatif yang dapat diterapkan karena mudah, tidak berbau, dapat menurunkan ukuran bahan baku kompos, serta dapat menghasilkan unsur hara mikro seperti Fe, Mn, dan Zn yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penelitian diawali dengan mengomposkan sampah daun kering selama 12 hari dengan penambahan MOL daun mahoni dan memantau kondisi fisiknya setiap hari sebelum kompos digunakan sebagai pakan cacing dalam metode vermicomposting yang dilakukan selama 14 hari. Penelitian ini menunjukkan kandungan unsur hara mikro Fe, Mn, Zn vermicompos mengalami peningkatan dilihat dari data hasil uji laboratorium dan perbandingan nilai hasil vermicomposting dengan pakan cacing. Unsur Fe meningkat sebesar 39,39%, Mn meningkat 30,42%, dan Zn meningkat 46,34%. Kandungan unsur hara mikro vermicompos rata-rata yaitu unsur Fe sebesar 38,47 mg/l, Mn 3,261 mg/l, dan Zn 0,9322 mg/l, nilai ini masih cukup kecil jika dibandingkan dengan batas maksimum unsur hara mikro pada pupuk yang diizinkan menurut peraturan (SNI 19 70-30 2004) tentang Standar Kualitas Kompos. Berdasarkan reduksi sampahnya cacing *Lumbricus rubellus* hanya mampu mereduksi sampah daun sebesar 6,91% berat tubuhnya dalam sehari.

Kata Kunci: kompos, sampah daun, vermicomposting

Abstract

*TPST of Diponegoro University has a lot accommodating leaf organic waste. Composting has not been able to process the entire waste because the amount of labor is limited and this process requires special treatment such as watering, reversing, filtering, and separation of compost from maggots. Vermicomposting is a workable alternative because it's easy, odorless, can reduce the size of raw materials, and can produce micro nutrients such as Fe, Mn, and Zn that are beneficial to the growth and development of plants. The study begins by composting dry leaf litter for 12 days with the addition of MOL mahogany leaves and monitor the physical condition every day before the compost is used as a worm feed in the method of vermicomposting performed for 14 days. This study showed that the content of micro nutrients Fe, Mn, Zn vermicompos increased based the laboratory test results and the comparison of vermicomposting results with worm feed. Fe element increased by 39.39%, Mn increased by 30.42%, and Zn increased 46.34%. The content of micronutrients of vermicompost averaged 38.47 mg/l, Mn 3,261 mg/l, and Zn 0.9322 mg/l, this value is quite small when compared with the minimum limit of micro nutrients in the fertilizer permitted by regulation (SNI 19 70-30 2004) about Standar Kualitas Kompos. Based on the reduction of garbage *Lumbricus rubellus* worm is only able to reduce leaf waste 6.91% of body weight in a day.*

Keywords: compost, leaf litter, vermicomposting

I. Pendahuluan

Input sampah ke TPST Undip sebesar 11,82 m³/hari, dengan kandungan sampah organik 43,68 % atau 5,16 m³/hari, TPST Undip sudah melakukan pengomposan daun kering, tetapi proses ini membutuhkan perlakuan khusus seperti penyiraman, pembalikan, penyaringan, pemisahan kompos dari belatung yang dapat mengganggu tanaman yang akan dipupuk, serta belum dapat mengolah seluruh sampah organik daun yang masuk ke TPST. Berdasarkan hasil wawancara, jumlah pekerja lapangan di TPST Universitas Diponegoro yang hanya berjumlah 3 orang juga menjadi pemicu tidak mempunyai semua sampah terolah dengan baik. Menurut Djaja (2008) walaupun kompos memiliki banyak manfaat, terdapat juga beberapa kekurangan dilihat dari segi biaya, waktu, bau, potensi kehilangan N, dan lambat mengeluarkan unsur hara. Melihat kondisi tersebut maka perlu dilakukan pencarian alternatif pengomposan metode lain yang lebih baik dan hemat untuk diterapkan. Salah satu alternatif pengomposan yang dapat diterapkan di TPST Undip yaitu vermikomposting.

Vermikomposting memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan pengomposan metode konvensional. Menurut Mulyani (2014) vermikomposting dapat meningkatkan penurunan ukuran partikel material yang dikomposkan, dapat menguraikan sampah lebih cepat karena dilakukan oleh mikroorganisme dan cacing tanah, tidak memerlukan panas dan pembalikan, serta alat pencernaan cacing dapat mengubah nutrisi yang tidak larut menjadi bentuk terlarut sehingga mudah diserap tanaman. Penelitian ini memanfaatkan cacing *Lumbricus rubellus* untuk mendekomposisikan sampah daun kering, pemilihan jenis cacing *Lumbricus rubellus* juga didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya. Menurut Anwar (2009) efektivitas cacing tanah dalam mendekomposisi bahan organik berturut-turut dari yang paling tinggi yaitu *Lumbricus sp*, *Eudrellus sp*, dan *Phaprensia*. Cacing *Lumbricus rubellus* juga dapat mempercepat dekomposisi sampah, memiliki tingkat produktivitas tinggi, dan mudah dipelihara (Febrita dkk, 2015).

Daun kering yang akan diberikan untuk pakan cacing harus dikomposkan terlebih dahulu agar pakan lebih lunak dan mudah dicerna. Pengomposan perlu ditambah aktivator agar prosesnya berlangsung lebih cepat. Pada

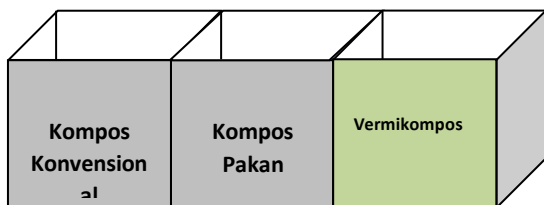
penelitian ini aktivator dipilih berdasarkan pengujian menggunakan metode *Total Plate Count* untuk menghitung jumlah mikroorganisme tertinggi dari tiga jenis MOL yang diuji, hasil pengujian menunjukkan nilai TPC MOL daun mahoni sejumlah 7,7 x 10⁵ CFU/ml, MOL daun sawo kecil sejumlah 1,2 x 10⁵ CFU/ml, dan MOL daun glodogan sejumlah 2,0 x 10⁴ CFU/ml, sehingga MOL daun mahoni terpilih sebagai aktivator dalam penelitian ini. Penambahan MOL daun mahoni juga dilakukan untuk meningkatkan kandungan unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn) bahan baku kompos.

Pengujian unsur Fe, Mn, Zn dilakukan karena ketiga unsur tersebut memiliki manfaat yang besar untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Zat besi (Fe) berperan pada proses fisiologis tanaman seperti pembentukan klorofil dan fotosintesis (Purwa, 2008). Mangan (Mn) merupakan komponen untuk memperlancar proses asimilasi dan merupakan komponen penting berbagai enzim (Mulyani, 2014). Zink (Zn) membantu pembentukan karbohidrat, klorofil, dan pembentukan zat penumbuh akar (auksin) (Soeryoko, 2011).

Menurut Barus (2011) dalam Mulyani (2014) kadar hara P, K, Na, Mg, Cu, Mn pada kompos lebih tinggi dibandingkan bahan mentahnya. Menurut Mashur (2001) vermikompos mengandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Al, Na, Cu, Zn, Bo, dan Mo tergantung pada bahan yang digunakan. Vermikompos mengandung Fe 13,50 mg/kg, Mn 661,50 mg/kg, dan Zn 33,55 mg/kg. Penelitian ini diharapkan dapat menganalisis kualitas kompos yang dihasilkan dengan melakukan uji laboratorium terhadap kandungan unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn) pada kompos dan vermikompos, serta dapat menganalisis pengaruh penerapan vermikomposting terhadap waktu reduksi sampah di TPST Universitas Diponegoro. Hasil vermikomposting juga akan dibandingkan dengan persyaratan teknis minimal pupuk organik padat menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/ 10/ 2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah, serta peraturan (SNI 19 70-30 2004) tentang Standar Kualitas Kompos.

II. Metodologi Pelaksanaan

Menyiapkan reaktor berbentuk kubus tak bertutup yang terbuat dari triplek dengan alas plastik. Pembuatan reaktor bertujuan untuk menahan agar cacing tidak dapat keluar dari media. Pada penelitian ini dibuat 3 bak reaktor dengan ukuran 0,5 m x 0,5 m. Berikut desain reaktor disajikan dalam gambar 3.2.



Gambar 3.2
Desain Reaktor

Penelitian dilanjutkan dengan mencacah 3,5 kg sampah organik daun kering hingga ukurannya menjadi lebih kecil dan menambahkan MOL daun mahoni sebelum proses pengomposan dilakukan, penambahan MOL dilakukan agar proses dekomposisi dapat berjalan lebih cepat. Selama penelitian dilaksanakan, peneliti memantau kondisi fisik kompos sehingga proses pengomposan dapat tetap dikendalikan. pH diatur pada kisaran netral, serta kelembaban diatur pada nilai 60%. Setelah tekstur daun menjadi lebih lunak dan suhu fermentasi menurun maka pakan dapat diberikan kepada cacing.

Pengomposan daun yang akan digunakan sebagai pakan cacing dilakukan selama 12 hari, proses pengomposan konvensional dilakukan selama 26 hari, sedangkan proses vermikomposting berlangsung selama 14 hari. Vermikomposting dilakukan dengan memberikan 0,875 kg daun hasil pengomposan kepada 0,5 kg cacing *Lumbricus rubellus* dengan asumsi cacing akan memakan daun terfermentasi seberat 12,5% berat tubuhnya.

Pemantauan sifat fisik media dan pakan pada proses vermikomposting dilakukan setiap hari untuk menjaga berlangsungnya proses pengomposan dan menjaga agar cacing tidak berusaha meninggalkan media, pengukuran dilakukan diantara media tanah dan tumpukan makanan. pH proses vermikomposting dijaga pada kisaran netral, temperatur dijaga pada kisaran 25 °C, dan kelembaban pada kisaran 70%. Pengujian terhadap kandungan unsur hara mikro Fe, Mn, Zn dilakukan pada sampel sampah daun kering, MOL

daun mahoni, pakan, kompos konvensional yang hanya dibantu oleh starter MOL daun mahoni, serta 5 sampel kascing, Analisis waktu reduksi sampah dilakukan dengan penimbangan berat sisa pakan yang tidak dikonsumsi cacing.

III. Hasil dan Pembahasan

a. Pemantauan Proses Vermikomposting Secara Fisik

Berikut data pemantauan kondisi fisik vermikomposting disajikan dalam tabel 4.4.

Tabel 4.3 Pemantauan Kondisi Fisik Vermikomposting

Hari	pH	Temperatur	Kelembapan	Suhu Ruang
0	7,5	31	70	T
1	7,5	31	72	31
2	7,5	30	72	T
3	7,5	30,5	70	32
4	7,5	31	68	30
5	7,5	30	70	25
6	7,5	30	68	T
7	7,5	30	70	29
8	7,5	30	68	29
9	7,5	31	70	31
10	7,5	30	72	28
11	7,5	30,5	70	33,5
12	7,5	31	70	30
13	7,5	30	70	30
14	7,5	29,5	70	32

pH vermikomposting stabil yaitu pH 7,5, berdasarkan referensi dari Edwards dan Lofty, 1977 dalam Kusumawati (2011), kisaran pH ideal untuk pembuatan vermikomposting berkisar antara 7 dan 8. Temperatur vermikomposting tertinggi 31°C, terendah 29,5°C, rata-rata temperatur lingkungan tertinggi 30°C. Cacing membutuhkan suhu lingkungan antara 15 – 25°C untuk mendukung pertumbuhannya, tetapi suhu yang lebih tinggi dari 25°C masih baik untuk pertumbuhan cacing tanah apabila kelembaban media mendukung (Palungun, 2010). Kelembaban vermikomposting tertinggi sebesar 72 %, terendah 68%, dan rata-rata kelembaban 70% sudah sesuai kebutuhan.

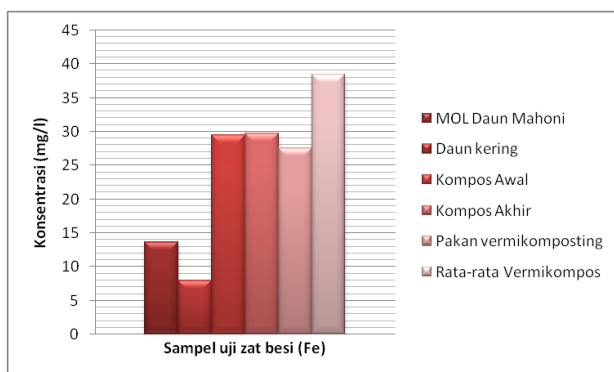
b. Pemantauan Proses Vermikomposting Secara Kimia

Pengukuran kandungan Fe, Mn, Zn dilakukan setiap dua hari sekali setelah kascing terkumpul. Pengujian laboratorium ketiga unsur tersebut dilakukan dengan melihat

panduan dari Soft file buku *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy* dan instruksi kerja laboratorium Teknik Lingkungan Undip “Cara Uji Logam Secaran AAS”. Berikut data hasil pengujian kandungan unsur Fe, Mn, Zn.

1. Kandungan Unsur Fe

Kandungan unsur Fe dalam semua sampel memenuhi kriteria menurut peraturan (SNI 19 70-30 2004) tentang Standar Kualitas Kompos yaitu tidak melebihi 2%, menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/ Permentan/ SR.140/ 10/ 2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah yaitu tidak melebihi 9000 ppm, dan memiliki kandungan yang lebih tinggi dari reverensi menurut Mashur, (2001) bahwa vermikompos dari cacing tanah *Lumbricus rubellus* Mengandung Fe 13,50 mg/kg. Berikut diagram batang hasil uji unsur Fe vermikompos dalam satuan mg/l disajikan dalam gambar 4.12.



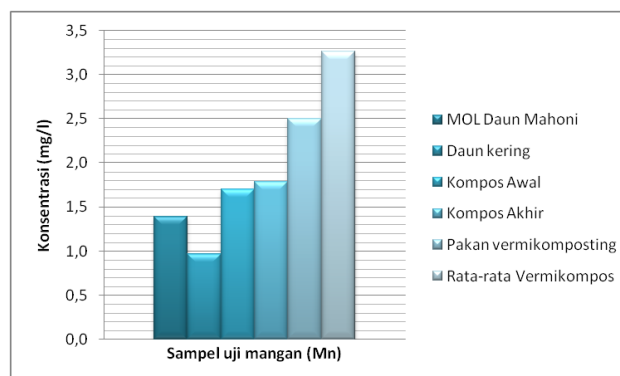
Gambar 4.12
Hasil Uji Unsur Fe dalam Satuan mg/l

Berdasarkan data tersebut dapat dilihat kandungan Fe Kompos yang hanya ditambah MOL meningkat 1,09% yaitu dari 29,47 mg/l menjadi 29,79 mg/l, dan vermikomposting meningkatkan kandungan unsur hara Fe vermikompos sebesar 39,39% yaitu dari 27,6 mg/l menjadi 38,471 mg/l. Hasil ini menunjukkan bahwa proses vermikomposting dapat meningkatkan kandungan Fe pada produk kompos yang dihasilkan. Peningkatan ini terjadi karena sampah daun masuk ke dalam alat pencernaan cacing dan diolah terlebih dahulu dengan bantuan enzim pencernaan

cacing sehingga terjadi perubahan nilai kandungan unsur Fe.

2. Kandungan Unsur Mn

Kandungan unsur Mn dalam semua sampel memenuhi kriteria menurut peraturan (SNI 19 70-30 2004) tentang Standar Kualitas Kompos yaitu tidak melebihi 0,1%, menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/ Permentan/ SR.140/ 10/ 2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah yaitu tidak melebihi 5000 ppm, tetapi memiliki kandungan unsur yang lebih rendah dari reverensi menurut Mashur, (2001) bahwa vermikompos dari cacing tanah *Lumbricus rubellus* Mengandung Mn 661,50 mg/kg. Berikut diagram batang hasil uji Mn vermikompos dalam satuan mg/l disajikan dalam gambar 4.13.

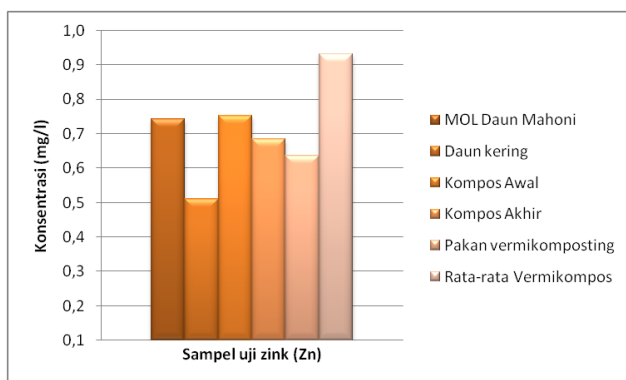


Gambar 4.13
Hasil Uji Unsur Mn dalam Satuan mg/l

Berdasarkan data tersebut dapat dilihat kandungan Mn Kompos yang hanya ditambah MOL meningkat 4,94% yaitu dari 1,699 mg/l menjadi 1,783 mg/l, dan vermikomposting meningkatkan kandungan unsur hara Mn vermikompos sebesar 30,42% yaitu dari 2,5 mg/l menjadi 3,2606 mg/l. Hasil ini menunjukkan bahwa proses vermikomposting dapat meningkatkan kandungan Mn pada produk kompos yang dihasilkan. Peningkatan ini terjadi karena sampah daun masuk ke dalam alat pencernaan cacing dan diolah terlebih dahulu dengan bantuan enzim pencernaan cacing sehingga terjadi perubahan nilai kandungan unsur Mn.

3. Kandungan Unsur Zn

Kandungan unsur Zn dalam semua sampel memenuhi kriteria menurut peraturan (SNI 19 70-30 2004) tentang Standar Kualitas Kompos yaitu tidak melebihi 500 mg/l, menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/ Permentan/SR.140/ 10/ 2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah yaitu tidak melebihi 5000 ppm, serta lebih tinggi dari reverensi menurut Mashur, (2001) bahwa vermikompos dari cacing tanah *Lumbricus rubellus* Mengandung Zn 33,55 mg/kg. Berikut diagram batang hasil uji Zn vermikompos dalam satuan mg/l disajikan dalam gambar 4.14.



Gambar 4.14
Hasil Uji Unsur Zn dalam Satuan mg/l

Berdasarkan data tersebut dapat dilihat kandungan Zn Kompos yang hanya ditambah MOL menurun 9,03% yaitu dari 0,753 mg/l menjadi 0,685 mg/l, dan vermikomposting meningkatkan kandungan unsur hara Zn vermikompos sebesar 46,34% yaitu dari 0,637 mg/l menjadi 0,9322 mg/l. Hasil ini menunjukkan bahwa proses vermikomposting dapat meningkatkan kandungan Zn pada produk kompos yang dihasilkan. Peningkatan ini terjadi karena sampah daun masuk ke dalam alat pencernaan cacing dan diolah terlebih dahulu dengan bantuan enzim pencernaan cacing sehingga terjadi perubahan nilai kandungan unsur Zn.

Menurut Mashur, (2001) Vermikompos mengandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Al, Na, Cu, Zn, Bo, dan Mo tergantung pada bahan yang digunakan. Dalam buku ini tidak dijelaskan makanan yang

dikonsumsi sehingga perbedaan kandungan unsur Fe, Mn, Zn yang signifikan diduga karena perbedaan makanan yang dikonsumsi cacing *Lumbricus rubellus*.

c. Pengaruh Penerapan Vermikomposting Terhadap Waktu Reduksi Sampah

Dalam proses vermikomposting ternyata cacing hanya mampu menghabiskan pakan sebanyak 0,4837 kg dalam waktu 14 hari, hal ini menunjukkan bahwa dalam sehari cacing *Lumbricus rubellus* hanya mengonsumsi pakan daun terfermentasi sebesar 6,91% dari berat tubuhnya. Hal ini menunjukkan kemampuan cacing *Lumbricus rubellus* dalam menguraikan sampah daun berada diantara kemampuan cacing *Eisena sp* dan *Eudrilus sp*. Degradasi sampah kebun pada proses vermikomposting sebesar 14,35 % dengan penambahan cacing *Eisena sp*, dan degradasi sampah kebun sebesar 6,77 % dengan menggunakan cacing *Eudrilus sp* (Rahmawati dan Welly,2016).

Lingkungan berpengaruh pada aktifitas metabolisme, pertumbuhan, respirasi, dan reproduksi cacing. Apabila suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah maka dapat mengganggu fisiologi cacing tanah (Palungkun, 2010). Idealnya suhu untuk kehidupan cacing tanah adalah 15-25°C.

IV. Kesimpulan

Vermikomposting meningkatkan rata-rata kandungan Fe, Mn, Zn dari bahan baku kompos, unsur Fe meningkat 39,39% dari 27,6 mg/l menjadi 38,47 mg/l, Mn meningkat 30,42% dari 2,5 mg/l menjadi 3,261 mg/l, dan Zn meningkat 46,34% dari 0,637 mg/l menjadi 0,9322 mg/l, meskipun nilai ini lebih tinggi dibandingkan hasil kompos yang hanya dikomposkan menggunakan bantuan MOL daun mahoni yang mengandung unsur Fe 29,79 mg/l, Mn 1,783 mg/l, dan Zn 0,685 mg/l, namun hasil kandungan unsur hara pada vermikompos masih cukup rendah. Cacing *Lumbricus rubellus* hanya dapat mengonsumsi pakan daun kering terkomposkan sebanyak 6,91 % berat tubuhnya dalam sehari

IV. Daftar Pustaka

Anwar, Ea. 2009. *Efektivitas Cacing Tanah Pheretima hupiensis, Edrellus sp dan Lumbricus sp dalam Proses Dekomposisi*

- Bahan Organik*. Balai Penelitian Tanah Puslitbang Tanah dan Agroklimat.
- Ciptanto, Sapto dan Ulfah, 2011. *Mendulang Emas Hitam Melalui Budi Daya Cacing Tanah*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Djaja, Willyan 2008. *Langkah Jitu Membuat Kompos dari Kotoran Ternak dan Sampah*. Jakarta selatan: PT AgroMedia Pustaka.
- Febrita, Elya., Siswanto, Darmadi., Endro. 2015. *Pertumbuhan Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) dengan Pemberian Pakan Buatan untuk Mendukung Proses Pembelajaran pada Konsep Pertumbuhan dan Perkembangan Invertebrata*. Jurnal Biogenesis Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau.
- Ibrahim, Kabul., Kurniani, Benito., Juanda, Wowon. 2014. *Pengaruh Nisbah C/N Campuran Awal fases sapi dan Jerami Padi Terhadap Biomassa Cacing Tanah dan Biomassa Kascing Hasil Vermikomposting Residu Pupuk Organik Cair*. Jurnal Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran.
- Khairuman, dan Khairul Amri, 2009. *Mengeruk Untung dari Beternak Cacing*. Jakarta Selatan: PT. Argomedia Pustaka.
- Kusumawati, Nita. 2011. *Evaluasi perubahan Temperatur, pH, dan Kelembaban Media pada Pembuatan Vermikompos dari Campuran Jerami Padi dan Kotoran Sapi Menggunakan *Lumbricus rubellus**. Jurnal FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- Mashur, 2001. *Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IPPTP) Mataram, 2001. Vermikompos Pupuk Organik Berkualitas dan Ramah Lingkungan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Mataram.
- Mulyani, 2014. *Optimasi Perancangan Model Pengomposan*. Jakarta Timur: CV. TRANS INFO MEDIA.
- Palungkun, Rony, 2010. *Usaha Ternak Cacing Tanah *Lumbricus rubellus**. Depok: Penebar Swadaya.
- Pandebesie, E.S. dan Rayuanti, D., 2013 *Jurnal Pengaruh Penambahan Sekam pada proses Pengomposan Sampah Domestik*. Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembebanan Tanah.
- Purwa, 2007. *Petunjuk Pemupukan*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Rahmawati, Etik dan Welly, 2016. *Vermikompos Sampah Kebun dengan Menggunakan Cacing Tanah *Eudrilus eugeneae* dan *Eisena fetida**. Jurnal Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.
- Soeryoko, Hery. 2011. *Kiat Pintar Memproduksi Kompos dengan Pengurai Buatan Sendiri*. Yogyakarta: ANDI.
- Subandriyo, Didi, Anggoro., Hadiyanto. 2012. *Jurnal Optimasi pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Kombinasi Aktivator EM4 dan MOL terhadap rasio C/N*. Program Studi Ilmu lingkungan Program Pascasarjana UNDIP.
- SK SNI T-13-1990-F, tentang Tata Cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan.
- SNI 19 70-30 2004 tentang Standar Kualitas Kompos.
- Tim Teknis TPST Undip, 2015.
- UU No.18 Tahun (2008), tentang Pengelolaan Sampah.
- Wahyono, Sri., Rirman, Sahwan., Feddy, Suryanto. 2011 *Membuat Pupuk Organik Granul dari Aneka Limbah*. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka.
- Wicaksana, Catur., Nantil, Sulistyono.2017. *Aplikasi Pupuk Kandang Ayam dan Mikroorganisme Lokal (MOL) Daun Gamal terhadap Produksi dan Mutu Benih Mentimun*. Jurnal Program Studi Teknik Produksi Benih Jurusan Produksi Pertanian Politeknik Negeri Jember.
- Widarti, B.N., Wardah, K.W., Edhi, S. 2015 *Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang*. Samarinda: Jurnal Program Studi Teknik Lingkungan UNMUL.