ANALISIS PARAMETER FISIK KOMPOS MENGGUNAKAN METODE VERMIKOMPOSTING PADA SAMPAH DAUN KERING

Dony Hermawansyah

Prod. Teknik Lingkungan, Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan UII. Yogyakarta

ABSTRACT

Waste is one of the most factors that has been a problem in the environment.The types of garbage commonly encountered daily life is an-organik and organic garbage. In this research, organic waste is one of the important factor that becomes part, one in which we noticed that organic waste is the scum biodegradable.There are several alternative to reduce organic waste. This study will uses the vermicomposting method to reduce organic waste. Material used is trash dried leaves. Physical parameter of vermicomposting method of analyzed in this research. Included in physical parameter subjects that is the water level, pH, temperature, color and the smell of vermicomposting. Physical parameter analyzed on the 28, 42, and 56 days of vermicomposting who is compared with SNI 19-7030-2004. Value of the water level is <50%, pH values that is be between 6,8-7,49, Temperature is <30°C , of a blackish color and odor compost resembling a scent on the ground in accordance with SNI 19-7030-2004 about quality standards of compost.

Keywords: Vermicomposting, Physical Parameter, Biodegradable

PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu limbah yag terdapat di lingkungan. Bentuk, jenis, dan komposisi dari sampah dipengaruhi oleh budaya masyarakat dan kondisi alam dari suatu daerah. Di negara maju, pengelolaan sampah telah di atur dengan berbagai macam cara agar mengurangi timbulan sampah yang ada, yaitu dengan disiplin melakukan pemilahan sampah agar metode pengelolaan yang digunakan lebih mudah diatur dan dicocokkan. Namun dinegara berkembang, metode pemisahan sampah tidak berlangsung sesuai dengan yang direncanakan. Karena sampah yang dibuang masih bercampur antara sampah organik, anorganik, dan logam masih menjadi satu sehingga menyebabkan penanganan menjadi sulit (Sumantri, 2015). Salah satu penanggulangan sampah yang menjadi suatu terobosan

baru ialah dengan menggunakan cacing tanah sebagai objek pengurai sampah dalam mendegradasi volume sampah organik. Metode dengan menggunakan cacing sebagai objek pengurai sampah biasa disebut dengan metode *vermikomposting*. Vermikomposting merupakan salah satu alternatif pengolahan sampah kebun yang sesuai dengan kondisi iklim di Indonesia. Kompos yang dihasilkan memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik jika dibandingkan dengan kompos konvensional (Rahmawati dan Herumurti, 2016). Vermikompos adalah kompos yang diperoleh dari hasil perombakan bahan-bahan organik yang dilakukan oleh cacing tanah . Vermikompos merupakan campuran kotoran cacing tanah dengan sisa media atau pakan dalam budidaya cacing tanah. Oleh karena itu vermikompos merupakan pupuk organik yang ramah lingkungan dan memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan dengan kompos lain yang kita kenal selama ini (Mashur, 2001). Dengan metode vermikomposting, limbah yang direduksi bisa mencapai 75% dibandingkan dengan kompos konvensional dan kompos yang yang dihasilkan lebih kaya nutrisi dengan mikroba yang baik (Sinha et al, 2010). Dan dengan penggunaan vermikompos juga dapat mengurangi kadar pestisida yang berlebihan pada tanah dalam ranah pertanian (Gomez et al, 2011). Dampak yang dapat ditimbulkan oleh pengguaan pestisida yang berlebihan cukup berbahaya bagi manusia maupun makhluk lainnya. Dibandingkan dengan tanah biasa, tanah bekas cacing mengandung lima kali lebih banyak nitrogen, tujuh kali lebih banyak fosfor, dan sebelas kali lebih banyak kalium. Tanah bekas cacing kaya akan asam humat dan berperan penting dalam memperbaiki sruktur tanah (Cochran, 2007).

Ada beberapa parameter yang dianalisis untuk mengetahui kematangan kompos salah satunya adalah parameter fisik. Dalam parameter fisik dari kompos, ada beberapa aspek yang perlu di perhatikan diantaranya yaitu; pH, kadar air, besar partikel, temperatur, warna, bau dan bahan asing.

Kadar air

Penelitian terhadap kadar air dilakukan untuk mengetahui banyaknya air yang terkandung didalam kompos. Kadar air ang terkandung dalam suatu kompos juga berpengaruh terhadap kehidupan dari cacing. Menurut Widarti *et al* (2015), apabila kadar air >60% maka kadar udara akan berkurang yang mengakibatkan aktivitas dari mikroba akan berkurang, dan menyebabkan bau yang tidak sedap. Dan apabila <50%

aktiftas pengomposan akan relatif lama. Mikroba akan beraktifitas dengan baik pada kisaran suhu 40-60%, maka dari itu untuk membuat mikroba terus beraktifitas dengan baik dalam melakukan dekomposisi, kadar air perlu dikontrol untuk menjaga kelembabannnya. Apabila memiliki kadar air berlebih maka asupan udara akan berkurang karena rongga pada tumpkan bahan akan tehalan oleh air yangg banyak sehingga aktivitas mikroba akan terhambat sebaliknya jika kelembaban terlalu rendah maka aktivitas dari mikroba akan terhambat karena kekurangannya air untuk mendekomposisi bahan (Setyorini *et al*, 2006).

pH (keasaman)

pH adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen dari larutan. Pengukuran pH ini akan menunjukkan larutan bersifat asam atau basa. Pengukuran pH ini berkisar dari (0,00–14,0). Dan apabila pH menunjukkan =7, maka pH bersifat netral. Apabila <7 maka larutan bersifat asam,sedangkan >7 maka larutan bersifat basa. Menurut Edward dan Lofty dalam Kusumawati (2011), pH ideal untuk vermikomposting yaitu antara 7 dan 8 sedangkan untuk kompos biasa yaitu antara 6 dan 8. pH juga perlu dikontrol dalam pengomposan, apabila pH terlalu tinggi maka akan timbul gas ammoniak, dan konsumsi oksigen akan semakin tinggi dan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Kemudian apabila pH terlalu rendah akan menimbulkan kematian pada mikroorganisme yang membantu proses pengomposan. Apabila pH terlalu tinggi maka dapat diturunkan dengan menambahkan kotoran hewan, urea. Atau pupuk organik. Sedangkan apabila pH terlalu rendah maka dapat ditambahkan dengan kapur dan abu dapur kedalam bahan kompos (Mellawati, 2002).

Suhu

Suhu merupakan salah satu paraemeter yang berpengaruh terhadap proses pengomposan. Dalam metode vermikomposting suhu akan mempengaruhi pertumbuhan cacing. Menurut Simanjuntak dan Waluyo dalam Mellawati (2002), kompos yang suhunya lebih tinggi sedikit dari 25°C masih bagus untuk pertumbuhan cacing tanah. Menurut SNI 19-7030-2004 mengenai spesifikasi kompos, suhu yang menjadi acuan adalah suhu yang menyerupai suhu air tanah, yaitu tidak melebihi 30°C. Menurut Djuarnani *et al* (2008), cepat lambatnya pengomposan dipengaruhi faktor suhu dan aktivitas mikroorganisme pengurai yang ada dalam proses pengomposan. Aktivitas mikroorganisme yang terjadi pada fase mesofilik (10-40°C) berfungsi untuk memperkecil

partikel bahan organik sehingga akan memperluas permukaan bahan dan mempercepat proses penguraian. Pada fase termofilik (40-60°C), pengurai mengambil karbohidrat dan protein sehingga mampu mempercepat proses pengomposan.

Besar Partikel

Ukuran partikel merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi cepat pematangan pada kompos. Maka dari itu dalam mempercepat pengomposan dilakukan pengecilan pada bahan. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (Widarti et al, 2015).

Warna dan Bau

Warna dan bau merupakan acuan dalam penentuan kompos yang matang dan kompos yang tidak matang. Kompos yang layak atau sudah matang memiliki warna kehitaman. Kemudian bau yang dimiliki oleh kompos yang sudah matang memiliki bau yang menyerupai bau tanah dan harum. Apabila kompos tersebut memiliki bau yang tidak enak, maka terjadi fermentasi pada kompos tersebut dan kemungkinan memiliki senyawa yang berbahaya bagi tanaman. (SNI 19-7030-2004).

Dari uraian di atas, maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk menganalisis kadar air, pH, suhu, warna, dan bau pada waktu yang telah ditentukan dari metode vermikomposting yang dilakukan pada bahan daun kering.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (Universitas Islam Indonesia), yogyakarta. Dan dilakukan analisis fisik terhadap vermikompos yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan (Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan), Universitas Islam Indonesia.

Waktu Pelaksanaan

Pada tanggal 19 oktober 2016 penelitian telah dimulai, yang ditandai dengan dimasukkannya starter (kompos yang telah/setengah matang beserta cacing tanah), kemudian dilakukannya analisis pada tangggal 16 november 2016, 30 november 2016, dan 14 desember 2016.

Proses Pengomposan

Proses pengomposan dengan metode vermikomposting yang dilakukan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (Universitas Islam Indonesia) pada tanggal 19 Oktober 2016 dilakukan dengan cara berikut: Persiapan Reaktor yang akan digunakan, menempatkan

starter yang sudah disertai dengan cacing tanah pada dasar reaktor untuk mempercepat proses penguraian, menempatkan daun kering atau yang digunakan sebagai bahan di atas starter yang kemudian akan diuraikan menjadi kompos oleh cacing tanah.

Metode Analisis

Analisis yang dilakukan di penelitian ini adalah kadar air dengan metode gravimetri, nilai pH pada reaktor dengan menggunakan kertas lakmus, suhu pada reaktor dengan menancapkan termometer pada reaktor, warna dan bau vermikompos yang dihasilkan. Pengujian dilakukan di laboratorium Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (Universitas Islam Indonesia).

HASIL DAN PEMBAHASAN

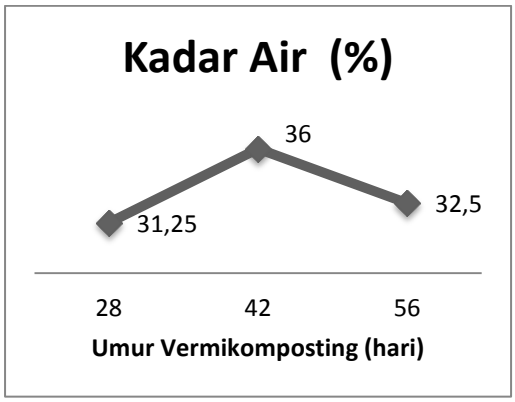
Metode vermikomposting merupakan metode yang digunakan untuk mereduksi sampah organik berupa daun kering yang dilakukan pada penelitian ini. Yang digunakan sebagai faktor pengurai pada metode ini ialah cacing. Jenis cacing yang digunakan pada penelitian ialah cacing tanah, namun cacing tanah yang digunakan ini memiliki keunikan tersendiri seperti memiliki aroma menyerupai melati. Apabila cacing ini di gosokkan pada suatu kertas, maka lendir dari cacing ini akan mengeluarkan aroma menyerupai aroma melati.

Metode ini menggunakan reaktor sebagai tempat terjadinya proses penguarian. Spesifikasi dari reaktor yang digunakan adalah sebagai berikut : Reaktor cacing berbentuk tabung, diameter dari reaktor sekitar 45 cm / 450 mm, tinggi reaktor sekitar 105 cm / 1050 mm, menggunakan bahan baku karet ban, pipa besi, dan tali plastik, dapat menyatu dalam taman dan ruang terbuka hijau. Reaktor yang digunakan memiliki lubang-lubang kecil pada ban yang menyelimuti reaktor, lubang-lubang itu berfungsi agar terjadinya kontak langsung dengan udara. Jumlah lubang yang terdapat pada reaktor adalah 195 buah lubang yang terdapat pada satu sisi reaktor, maka jumlah lubang pada satu reaktornya adalah 780 buah lubang. Jasad renik pengurai sampah organik termasuk cacing tanah adalah binatang yang membutuhkan oksigen yang dapat diambil di permukaan media ternak cacing tanah dan timbunan sampah organik. keunggulan lain dari teknologi ternak cacing tanah ini adalah dapat mempermudah beternak cacing tanah dan pengolahan sampah organik tanpa proses pengadukan dan pembalikkan media ternak cacing tanah dan timbunan sampah organik dalam pengolahan

sampah organik (Puji Heru Sulistyono, 2015).

Kadar Air

Dari penelitian dan analisis yang dilakukan kurang lebih 2 bulan penuh, yaitu pada hari ke- 28, 42, dan 56. Didapatkan persenan hasil analisis kadar air seperti pada grafik berikut.



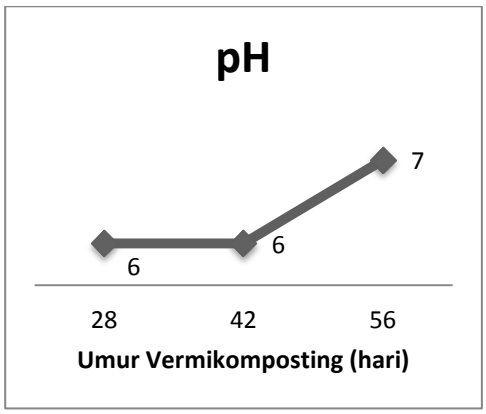
Gambar 1. Kadar air (%) vermikompos pada berbagai waktu

Dari gambar 1 dapat dilihat pada hari ke 28 kadar air dalam proses pengomposan adalah 31,25%, kemudian pada hari ke 42 adalah 36% berarti terjadi peningkatan kadar air sebesar 4,75%, dan pada hari ke 56 kadar air dalam proses pengomposan adalah 32,5% berarti terjadi penurunan sebesar 3,5%. Kadar air dalam penelitian ini menunjukkan angka yang sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang standar kualitas kompos yaitu <50%.

Menurut Setyorini *et al* (2006), kelembaban harus tetap terjaga pada kisaran 40-60 %, agar mikroba tetap beraktivitas. Kelebihan air akan mengakibatkan volume udara jadi berkurang, sebaliknya bila terlalu kering proses dekomposisi akan terhambat. Penyebab terjadinya perubahan kelembaban dibawah kisaran yang dibutuhkan mikroba dikarenakan oleh bahan baku terlalu kering dan tidak ditutupnya timbunan kompos yang menyebabkan terjadinya penguapan. Kadar air yang dianalisis dalam penelitian ini telah sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang standar kualitas kompos, namun berada di bawah kisaran yang dibutuhkan mikroba agar tetap beraktifitas.

pH (Keasaman)

pH merupakan salah satu parameter fisik kompos yang perlu diperhatikan dan dikontrol tingkat keasamannya, maka dari penelitian dengan rentang waktu yang kurang lebih hingga 2 bulan ini. Didapat nilai pH atau keasaman proses vermikomposting sebagai berikut.



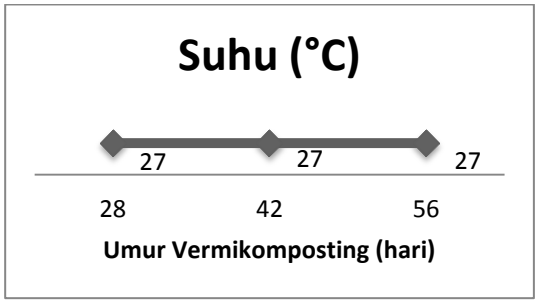
Gambar 2. pH vermikompos pada berbagai waktu

Dari gambar 2, maka dapat diketahui pH hasil proses vermikomposting menggunakan kertas lakmus. Pengukuran pH pada hari ke 28 yaitu 6, begitu juga yang terjadi pada hari ke 42 yaitu 6. Sedangkan yang terjadi pada hari ke 56, kertas lakmus menunjukkan pH netral yaitu 7.

Kondisi pH yang menunjukkan angka 6 pada hari ke 28 dan 42, dan angka 7 pada hari ke 56 menunjukkan fase pendinginan pada kompos. Menurut Badrus Zaman & Sutrisno (2007), pada tahap pendinginan terjadi proses penguraian bahan resisten seperti *lignin*, *hemiselulosa*, dan *selulosa* oleh *fungi* dan *actynomycetes* sehingga pH menunjukkan kestabilan mendekati pH 7. Nilai rata-rata pH akhir kompos matang pada tiap variasi berkisar antara 7-7,8. Menurut Supadma dan Arthagama (2008), nilai pH pada pengomposan berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Kenaikan pH disebabkan karena terjadinya penguraian protein menjadi ammonia (NH_3). Perubahan pH kompos berawal dari pH agak asam karena terbentuunya asam-asam organik sederhana, kemudian pH meningkat pada masa inkubasi lebih lanjut karena terurainya protein dan terjadinya pelepasan ammonia (NH_3).

Suhu

Kondisi temperatur pada pengomposan dengan metode vermikomposting yang dilakukan kurang lebih sekitar 2 bulan dan dianalisis setiap 14 hari sekali yaitu pada hari ke 28, 42, dan 56 terbilang masih terkontrol dan masih pada temperatur yang baik untuk perkembangan cacing tanah. Statistik dari temperatur atau suhu dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Suhu vermikompos pada berbagai waktu

Dilihat dari gambar 3 menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap suhu yang terjadi pada proses vermikomposting. Suhu pada hari ke 28, 42, dan 56 relatif sama yaitu 27 °C. Suhu proses pengomposan yang ditunjukkan oleh gambar 4.4 menunjukkan fase mesofilik yaitu 10-45 °C, tidak tercapainya suhu termofilik yaitu 40-65 °C dikarenakan tumpukan bahan yang terlalu rendah akan membuat bahan lebih cepat kehilangan panas, yang menyebabkan tidak tercapainya suhu yang tinggi (Widarti *et al*, 2015).

Menurut Djuarnani *et al* (2008), cepat lambatnya pengomposan dipengaruhi faktor suhu dan aktivitas mikroorganisme pengurai yang ada dalam proses pengomposan. Aktivitas mikroorganisme yang terjadi pada fase mesofilik berfungsi untuk memperkecil partikel bahan organik sehingga akan memperluas permukaan bahan dan mempercepat proses penguraian. Pada fase termofilik, pengurai mengambil karbohidrat dan protein sehingga mampu mempercepat proses pengomposan. Kondisi mesofilik lebih efektif karena aktivitas mikroorganisme didominasi prootobakteri dan fungi, bakteri mesofilik yang biasanya berperan dalam pengomposan yaitu *Escherichia*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Lactobacillus, dan Aerococcus* (Widarti *et al*, 2015). Maka dari itu proses pengomposan dengan suhu mesofilik lebih lambat dibandingkan dengan suhu thermofilik.

Besar Partikel

Pengomposan dengan mikroorganisme dapat dipercepat dengan mengecilkan bahan yang akan digunakan sebagai bahan pengomposan agar mendapatkan ukuran bahan yang sesuai dengan ukuran bahan yang ditetapkan SNI 19-7030-2004 tentang standart kualitas kompos yaitu 0,55-25 mm.

Pada penelitian ini ukuran bahan yang akan digunakan sebagai bahan pengomposan tidak dicacah terlebih dahulu untuk menghasilkan bahan pengomposan yang sesuai dengan SNI 19-7030-2004. Rata-rata besar bahan atau partikel yang digunakan sebagai bahan pengomposan dalam penelitian ini adalah 1-4 cm. Reaktor yang digunakan sebagai vermikomposting ini telah dirancang sesuai dengan sampah rumahan, karena sampah yang dimasukkan ke dalam reaktor cacing seukuran sampah rumah tangga dengan mempertimbangkan meminimalkan sampah anorganik yang masuk berupa plastik. Sampah pertanian yang panjang-panjang perlu dilakukan pemotongan sehingga ukurannya sama seperti sampah rumah tangga (Puji Heru Sulistyono, 2015).

Warna dan bau

Secara fisik, warna dan bau memperlihatkan kualitas kompos yang sudah matang. Dari penelitian yang berlangsung hampir 2 bulan tersebut memperlihatkan pada hari ke 56 kompos telah benar-benar matang dengan memperlihatkan warna yang kehitaman dan bau yang menyerupai tanah. Berikut adalah gambar kompos yang diambil pada hari ke 56.

Menurut Murbandono (1998), selama proses pengomposan, bahan organik menjadi remah tidak berbau dan

terjadi perubahan warna menjadi coklat kehitaman seperti tanah. Perubahan warna tersebut terjadi karena proses dekomposisi dan mineralisasi sehingga nilai C/N turun mendekati nilai C/N tanah. Oleh karena itu kompos yang matang warna dan baunya menyerupai tanah.

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (UII) pada hari ke 28, 42, dan 56 terhadap kadar air, pH, temperatur, warna, dan bau vermikompos, didapatkan hasil sebagai berikut : Kadar air yang menjadi parameter fisik yang dianalisis pada penelitian ini diketahui nilainya sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang standar kualitas kompos yaitu <50%. Karena nilai kadar air pada hari ke 28 adalah 31, 25%, pada hari ke 42 adalah 36%, dan pada hari ke 56 adalah 32, 5 %, pH yang menjadi salah satu parameter fisik yang dianalisis pada penelitian ini diketahui nilainya pada hari ke 28 dan 42 tidak sesuai dengan SNI 19-7030-2004 karena pada hari tersebut nilai pH yaitu 6, sedangkan pada hari ke 56 sesuai dengan SNI 19-7030-2004 karena nilai pH pada hari tersebut yaitu 7. Nilai pH yang menjadi acuan sesuai dengan SNI 19-7030-2004 yaitu 6, 8-7, 49, temperatur yang menjadi salah satu parameter fisik yang dianalisis pada penelitian ini diketahui nilainya sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang standar kualitas kompos yaitu <30°C karena suhu vermikompos berturut-turut pada hari ke 28, 42, dan 56 adalah 27°C, warna dan bau kompos yang menjadi salah satu parameter fisik yang dianalisis pada penelitian ini diketahui nilainya sesuai dengan SNI 19-7030-2004 tentang standar kualitas kompos yaitu warna kompos kehitaman dan bau kompos yang menyerupai tanah.

SARAN

Diperlukan perhitungan jumlah cacing yang digunakan diawal yaitu pada starter untuk mengetahui perkembangan cacing, diperlukan penelitian dengan menggunakan bahan yang lebih spesifik/ daun yang lebih spesifik lagi, dan diperlukan penelitian yang dilakukan di tempat yang berbeda seperti di dalam suatu ruangan untuk mengetahui perbandingan vermikomposting yang dilakukan di dalam dan luar ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

Badrus Zama & Endro Sutrisno. 2007. **Studi Pengaruh Pencampuran Sampah Domestik, Sekam Padi, dan Ampas Tebu Dengan Metode *Mac Donald* Terhadap Kematangan Kompos**. Jurnal

Presipitasi. Vol.2, No.1, ISSN 1907-187X.

Cochran, S. 2007. **Vermicomposting: Composting With Worms**. University of Neskraba – Lincoln Extension In Lancaster Country, Canada.

Djuarnani, N. Kristiani dan B. S. Setiawan. 2008. Cara Cepat Membuat Kompos. Penerbit PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.

E. K. Anwar. 2009. **Efektifitas Cacing Tanah Pheretima hupiensis, Edrellus sp. dan Lumbricus sp. dalam Proses Dekomposisi Bahan Organik**. Jurnal tanah Trop, vol 14,pp. 149-158, Mar

Heru, Puji Sulistyono. 2015. **Inovasi Pemanfaatan Ban Bekas Sebagai Reaktor Cacing Untuk Produksi Pupuk Organik**. LP4LH. Yogyakarta

June Melawatai. 2002. **Reduksi Biologi Dari Limbah Pabrik Kopi Menggunakan Cacing Tanah *Eisenia Foetida***. Buletin Kimia 28-34. Pusitbang Teknologi Isotop dan Radiasi. Jakarta

Kusumawati.,Nita. 2011. **Evaluasi perubahan temperatur, pH, dan kelembaban media pada pembuatan vermikompos dari campuran jerami padi dan kotoran sapi dengan menggunakan *LUMBRICUS RUBELLUS***. Jurnal Inotek, vol 15, nomor 1.

Mashur. 2001. **Vermikompos (Kompos Cacing Tanah) Pupuk Oganik Berkualitas Dan Ramah Lingkungan**. Instalasi Penelitian Dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IPPTP) Mataram Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian.

Manuel J Fernandez Gomes, Rogelio Nogales, Heribert Insam, Esperanza Romero & Marta Goberna. 2011. **Role of Vermicompost Chemical Composition, Microbial Functional Diversity, and Fungal Comunity Structure in Their Microbial Respiratory Response to Three Pesticides**. Journal Bioresourche Technology 102 (2011) 9638-9645.

Murbandono. 1998. **Membuat Kompos**. Penebar Swadaya. Jakarta.

Rahmawati Etik & Herumurti Welly. 2016. **Vermikompos Sampah Kebun dengan Menggunakan Cacing Tanah *Eudrilus eugeneae***

dan *Eisenia fetida*. Jurnal Teknik ITS Vol 5, No.1. Surabaya

Setyorini Diah., Saraswati Rasti., dan E. A. Koesman Anwar. 2006. **Pupuk Organik dan Pupuk Hayati**. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.

Sinha, R. K., S. Agarwal, K. Chauhan, V. Chandran, B.K. Soni, 2010. **Vermiculture Technology Reviving the Dreams of Sir Charles Darwin for Scientific Use of Earthworms in Sustainable Development Programs**. Technology and Investment 155-172.

Sumantri.,Arif. 2015. **Kesehatan Lingkungan**. Penerbit Kencana, jakarta.

Supadma, A. A. N., dan Arthagama, D. M. 2008. Uji Formulasi Kualitas Pupuk Kompos Yang Bersumber dari Sampah Organik Dengan Penambahan Limbah Ternah Ayam, Sapi, Babi, dan Tanaman Pahitan. Jurnal Bumi Lestari Vol. 8 No. 2 113-121

Suparno, Budi P, Abu Talkah, dan Soemarno. 2013. **Aplikasi Vermikomos dalam Usahatani Sawi Organik di Kediri, Indonesia**. Indonesian Green Technologi Journal. Malang

Standar Nasional Indonesia 19-7030-2004 . **Tentang standar kualitas kompos**.

Tantya Tantri, Nyoman Supadma, dan I Dewa Made Arthagama. 2016. **Uji kualitas beberapa pupuk kompos yang beredar di kota Denpasar**. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika. Vol.5,No.1. Denpasar

Widarti N.B.,Wardah K.W., dan Edhi S. 2015. **Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku Pada Pembuatan Kompos Dari Kubis Dan Kulit Pisang**. Jurnal Integrasi Proses Vol.5, No.2 75-80

Zulkifli.,Arif. 2014. **Pengelolaan Limbah Berkelanjutan**. Penerbit Graha Ilmu, yogyakarta.