

ANALISIS KOMPOSISI TERBAIK DARI VARIASI C/N RASIO MENGGUNAKAN LIMBAH KULIT BUAH PISANG, SAYURAN DAN KOTORAN SAPI DENGAN PARAMETER C-ORGANIK, N-TOTAL, PHOSFOR, KALIUM DAN C/N RASIO MENGGUNAKAN METODE VERMIKOMPOSTING

Jalu Arthawidya^{*)}, Endro Sutrisno^{**)}, Sri Sumiyati^{**)}

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: jaluartha@gmail.com

Abstrak

Vermikomposting adalah proses penguraian sampah atau limbah organik yang dilakukan dengan bantuan cacing sebagai dekomposer, sehingga dihasilkan kotoran cacing (pupuk) atau disebut kascing. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja cacing dalam menghasilkan kascing seperti pH media, nutrisi dalam pakan, kelembaban media, suhu media dan aerasi dalam media. Penelitian ini memiliki tujuan menganalisis kandungan hara C, N, P, K. Kemudian dari hasil analisis tersebut dibandingkan dengan kriteria kompos organik sesuai SNI 19-7030-2004 dan menentukan komposisi terbaik dari variasi C/N rasio 30, 25, dan 20. Pada penelitian ini menggunakan skala demplot dengan reaktor sebanyak 14 buah yang terdiri dari 4 buah reaktor C/N rasio 30, 4 buah reaktor C/N rasio 25, 4 buah reaktor C/N rasio 20 dan 2 buah reaktor kontrol yaitu (pure) limbah sayuran dan kulit pisang. Setelah 12 hari vermikomposting selesai, menunjukkan komposisi terbaik pada reaktor B dengan C/N rasio sebesar 30 dengan variasi kotoran sapi 85%, kulit pisang 10% dan limbah sayuran 5%. Variasi ini mampu menghasilkan kandungan hara C sebesar 9,10 %, N sebesar 0,73%, C/N sebesar 12,47, P sebesar 0,0731% dan K sebesar 0,0795%. Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan C/N rasio 30 merupakan C/N rasio yang ideal dan optimum untuk sistem pengomposan vermikomposting, sehingga kascing yang dihasilkan memiliki kandungan hara yang baik sebagai kompos organik. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan limbah kaya nutrisi dan penggunaan komposisi kotoran sapi lebih banyak dapat meningkatkan hasil kascing. Dalam sistem vermikomposting pakan cacing yang mengandung nutrisi yang baik akan membuat kotoran Cacing (kascing) mengandung hara yang baik.

Kata kunci: Vermikomposting, pupuk organik, Unsur Hara Makro, Komposisi, Kascing, Eisenia Fetida, C/N rasio, SNI 19-7030-2004

Abstract

[Best Composition Analysis of Variation C / N Ratio Using Banana peel, Vegetables and Cow Manure with C-Organic Parameters, N-Total, Phospor, Potassium and C / N Ratios Using Vermicomposting Methods]. Vermicomposting is a decomposition process of waste or organic waste which is conducted with the help of worm as decomposer to produce dirt worms (fertilizers) known as kascing. There are some factors that influence the worm's performance in producing kascing such as media pH, nutrition in feed, media humidity, media temperature, and aeration in media. This study aims to analyze the nutrients of C, N, P, K to be compared with the standard of organic compost in SNI 19-7030-2004 as well as determine the best composition of C/N ratio variation of 30, 25, and 20. This study uses demplot scale with 14 amounts of reactors consist of 4 C/N ratio 30 reactors, 4 C/N ratio 25 reactors, 4 C/N ratio 20 reactors, and 2 control reactors which is purely vegetable waste and banana peel. After 12 days vermicomposting is done conducted, the best composition is shown in B reactor with C/N ratio of 30 and variation of cow dung 85%, banana peel 10%, and vegetable waste 5%. This variation is able to produce C nutrient of 9,10%, N of 0,73%, C/N of 12,47%, P of 0,0731%, and K of 0,0795%. This study proves that usage of C/N ratio 30 is the ideal and optimum C/N ratio for vermicomposting composting system, so that the resulted kascing possesses proper nutrients as organic compost. The result of this study indicates that usage of waste containing nutrients and more usage of cow dung composition

can result in more kascing produced. In vermicomposting system worm's feed which contains proper nutrients will result in dirt worms (kascing) containing proper nutrients as well.

Keywords: *Vermicomposting, organic fertilizer, macro nutrients, composition, kascing, Eisenia fetida, C/N ratio, SNI 19-7030-2004*

1. PENDAHULUAN

Menurut Dirjen Cipta Karya (2010) pada sektor persampahan, pembuangan sampah ke tempat pembuangan akhir (TPA) masih rendah. Rata-rata volume sampah diperkirakan mencapai 74 juta ton/tahun. Namun dari total timbulan sampah tersebut, proporsi sampah terangkut hanya mencapai 20,63 persen yang terangkut ke TPA dan 2,84 persen yang dikomposkan kemudian sisa nya tidak terolah, di bakar dan di kubur. Kabupaten Semarang mayoritas daerahnya adalah pedesaan maka hasil limbah lebih dominan terdiri dari limbah pertanian, peternakan dan kegiatan usaha home industri. Sebenarnya terdapat alternatif pengelolaan limbah dari bahan organik yaitu vermicomposting. Pada prinsipnya metode vermicomposting hanyalah salah satu alternatif pengelolaan limbah padat berupa limbah organik yang dapat dilakukan

Menurut Manaf dkk (2009), vermes yang berarti cacing dalam bahasa latin dan vermicomposting merupakan cara pengomposan menggunakan cacing, agar menghasilkan kascing. Menurut Gandhi et al. (1997), vermicomposting memiliki kecepatan mendekomposisi limbah kurang dari 30 hari, selain itu metode ini dapat menurunkan C/N rasio dan menahan nitrogen lebih besar daripada pengomposan konvensional. Vermikompos memiliki keuntungan untuk pertanian, diantaranya adalah (1) meningkatkan penyerapan air ke tanah dan menyimpannya, (2) meningkatkan penyerapan nutrisi dari tanah sekitar, (3) memperbaiki dan menyuburkan struktur tanah, dan (4) mengandung mikroorganisme yang banyak. (Sallaku et al., 2009)

Kascing mengandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan tanaman seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Al, Na, Cu, Zn, B dan Mo tergantung pada bahan yang digunakan. Dengan adanya nutrisi tersebut mikroba pengurai bahan organik terus berkembang dan menguraikan bahan organik dengan lebih cepat. Oleh karena itu selain dapat meningkatkan kesuburan tanah, kascing berperan memperbaiki kemampuan menahan air, membantu menyediakan nutrisi bagi tanaman, memperbaiki struktur tanah dan menetralkan pH tanah (Mashur, 2001). Kascing mengandung mikroba dan hormon perangsang pertumbuhan tanaman. Jumlah mikroba yang banyak dan aktivitasnya yang tinggi bisa mempercepat pelepasan unsur-unsur hara dari bahan organik menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman. Kascing yang berkualitas baik ditandai dengan warna hitam kecoklatan hingga hitam, tidak berbau, bertekstur remah dan matang ($C/N < 20$) (Mashur, 2001). Proses vermicomposting dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: Pada suhu 20-29 °C cacing tanah akan tumbuh dan berkembang dengan maksimal (Kaplan et al, 1980)., kelembapan yang terbaik adalah 80-90%, dengan kisaran optimum sebesar 85% Dominguez et al, 1997a dalam Ilyas (2009)., kisaran nilai pH optimum bagi cacing tanah antara 6.5 dan 8.5 Anjangsari, (2010)., Laju respirasinya melemah jika konsentrasi oksigen di dalam substrat rendah (Edwards & Bohlem 1996) dan Ketersediaan sumber protein dan karbohidrat pada substrat sangat penting bagi cacing tanah, terutama karbohidrat yang bersifat mudah larut, sehingga lebih mudah digunakan untuk

proses metabolisme. (Curry, 2007 dalam Anjangsari, 2010)

Pengomposan bahan organik menggunakan cacing telah dilakukan secara besar-besaran di Kanada, Italia, Jepang, Filipina, dan Amerika Serikat (Theunissen, 2010). Menurut Gaddie dan Douglas (1975), metode ini tidak hanya berperan sebagai pengolah limbah otomatis dan menolong mengurangi permasalahan lingkungan dari proses pembakaran ataupun bentuk pengolahan lainnya, akan tetapi juga menghasilkan produk pupuk yaitu berupa kascing. Menurut Cooke (1986), kesuburan tanah tempat tersedianya unsur hara tidak dilihat dari kandungan unsur hara saja tapi juga dilihat dari fisik dan biologi tanah. Meningkatkan kesuburan tanah dengan menggunakan pupuk organik yang mengandung unsur hara makro (N, P, K) dan mikro (Ca, Mg, Fe, Mn, Bo, S, Zn dan Co) dapat memperbaiki struktur dan porositas tanah.

Petani Indonesia pada saat ini lebih suka menggunakan pupuk anorganik dibandingkan dengan pupuk organik. Hal tersebut dikarenakan pupuk organik yang bersifat voluminous (bervolume besar) dan mengandung hara yang rendah, sehingga memerlukan biaya tambahan untuk transportasi dan aplikasi kalau mendatangkan dari tempat lain. Proses pengomposan sebaiknya lebih baik dilakukan dengan konsep in situ yaitu bahan organik sebagai bahan dasar pupuk organik tersedia di tempat kegiatan pertanian dengan diolah terlebih dahulu menjadi kompos, selain itu penggunaan efek dari pupuk organik lambat tidak seperti anorganik yang responnya cepat. (Sentana, 2010)

Berdasarkan ulasan dan masalah di atas, maka dilakukan pendekatan penelitian dengan melakukan pengomposan dengan teknologi berbeda, Jenis limbah yang berbeda dan variasi komposisi bahan dasar

kompos yang berbeda juga untuk mendapatkan nilai kandungan hara yang baik, dengan pengujian kandungan nilai C-Organik, N-total, Pospat dan Kalium dari proses pengomposan vermikomposting. Dalam penelitian dilakukan variasi C/N rasio pada komposisi limbah sayuran, kulit pisang dan kotoran sapi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental-laboratoris dengan skala Demplot. Standard untuk mengontrol kandungan hara produk vermikompos dalam penelitian ini adalah menggunakan SNI-19-7030-2004 sedangkan untuk kontrol kelembaban, suhu, Ph dengan melihat penelitian dan literatur yang relevan. Variabel bebas yang digunakan adalah C/N rasio 30, 25, 20. Variabel terikat yang digunakan adalah C, N, P, K dan C/N rasio.

Tahap penelitian diawali dengan tahap persiapan alat dan bahan untuk merakit reactor, vermikomposting dan membuat lubang fermentasi. Alat yang dibutuhkan adalah triplek, palu, paku, kayu, plastik trashbag, timbangan, sprayer, cangkul, ternit, garpu Tala, sekop kecil, sarung tangan. Bahan yang dipersiapkan meliputi sampah sayuran sebanyak 18 kg yang di dapatkan di lahan pasca panen sayur dan pasar, 18 kg kulit buah pisang di dapatkan di home industri/UMKM keripik pisang, sale pisang dan roti pisang, kemudian 34 kg kotoran sapi sebagai sumber bakteri starter di dapatkan dari warga yang memiliki ternak sapi di dusun dalangan kelurahan Sumogawe, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang. Sebelum dimasukkan ke reaktor, limbah dipotong kecil-kecil agar membantu proses makan cacing. Cacing yang dipakai pada penelitian ini adalah cacing tiger (*eisenia Fetida*) yang di dapatkan di rumah pak karmin dusun dalangan kecamatan getasan kabupaten semarang. Kemudian

limbah yang sudah terkumpul di uji pendahuluan di laboratorium teknik lingkungan Undip. Sedangkan uji pakan di lakukan di tempat penelitian.

Pembuatan reaktor di buat oleh peneliti dan dibantu oleh pak karmin dengan spesifikasi ukuran kedalaman 0,5 m, panjang reaktor 0,5 m dan lebar 0,5 m. Kemudian reaktor dilapisi dengan plastik untuk menjaga cacing tidak masuk ke dalam tanah.

Setelah reaktor jadi tahap selanjutnya adalah meletakkan cacing ke dalam reaktor agar beradaptasi, kemudian dilanjutkan dengan penentuan jumlah limbah yang digunakan dengan data uji pendahuluan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Pendahuluan

Material	C-Organik %	N-Total %	Rasio C/N	Kadar Air (%)
Sayuran	5,4	0,38	14,	91%
Kulit Pisang	0,2	0,06	3,0	76%
Kotoran Sapi	9,4	0,14	62.1	76%

Dari uji pendahuluan di atas di dapat kombinasi limbah yang di inginkan dengan cara perhitungan sebagai berikut. (sebagai contoh perhitungan C/N rasio 20)

- Untuk 1 kg limbah sayuran (sayur kol)
 Air : 1 kg (0,910) = 0,910 kg
 Limbah Sayur : 1 kg – 0,910 kg = 0,090 kg
 N: 0,090 kg (0,00387) = 0,000348 kg
 C: 14,012 (0,00073) = 0,00488 kg
- Untuk 1 kg limbah Kulit Pisang
 Air : 1 kg (0,763) = 0,763 kg
 Kulit Pisang : 1 kg – 0,763 kg = 0,237 kg
 N: 0,237 kg (0,00066) = 0,000157 kg
 C: 3,012 (0,000157) = 0,000474 kg
- Untuk 1 kg kotoran sapi
 Air: 1 kg (0,763) = 0,763 kg

Kotoran sapi : 1 kg – 0,763kg = 0,763kg
 N : 0,237kg (0,00149) = 0,000354 kg
 C : 62,902 (0,000354) = 0,0222 kg

$$C/N \text{ Rasio}=20$$

$$C/N = \left(\frac{C \text{ dalam 1 kg LS} + C \text{ dalam 1 kg KP} +}{N \text{ dalam 1 kg LS} + N \text{ dalam 1 kg KP} +} \right)$$

$$\left(\frac{+X(C \text{ dalam 1 kg Kotoran sapi})}{+X(N \text{ dalam 1 kg Kotoran sapi})} \right)$$

$$\frac{C}{N} \text{ Rasio} = 20 = \left(\frac{0,00535 + X(0,0222)}{0,000505 + X(0,00354)} \right)$$

$$C/N \text{ Rasio}=20 \times (0,000505 + X(0,00354))$$

$$= 0,00535 + X(0,0222)$$

$$C/N \text{ Rasio}=0,0101 + X(0,00708)$$

$$= 0,00535 + X(0,0222)$$

X = 0,30 kg kotoran sapi / kg limbah sayur dan kulit pisang

Dari perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai campuran kompos untuk memenuhi C/N Rasion 20 dari standar 20-30 maka dibutuhkan 0,30 Kg setiap 1 kg sayur dan limbah kulit pisang. Atau dengan kata lain, Kandungan kotoran sapi yang ditambahkan adalah 30% dari total bahan yang digunakan. Jadi dapat dihasilkan variasi kompos untuk C/N rasio 20 dihasilkan:

- a. 20% Limbah Sayur: 50% Kulit Pisang: 30% Kotoran Sapi
- b. 50% Limbah Sayur: 20% Kulit Pisang: 30% Kotoran Sapi

Perhitungan di atas di ulang untuk C/N rasio 25 dan 30. Kemudian di dapatkan variasi C/N rasio 30 menggunakan kombinasi limbah sayuran, kulit pisang dan kotoran sapi secara berturut-turut (10%,5%,85%) sebagai reaktor A ; (5%,10%,85%) sebagai reaktor B, variasi C/N rasio 25 di dapatkan kombinasi (15%,30%,55%) sebagai reaktor C; (30%,15%,55%) sebagai reaktor D, dan untuk variasi C/N 20 di dapat komposisi limbah (20%,50%,30%) sebagai reaktor E; dan (50%,20%,30%) sebagai reaktor F. Dibuat

juga 2 reaktor kontrol dengan 100% limbah pisang dan 100% limbah sayuran.

Berikutnya adalah tahap pelaksanaan penelitian inti. Bahan yang sudah ditentukan jumlahnya kemudian di fermentasi selama 3 hari karena pada hari ketiga pakan sudah mulai di dekomposisi. Tahapan fermentasi ini dimulai dari membuat lubang fermentasi pada tanah sedalam 0,75 m, dan berdiameter 1 m.

Berikutnya mempersiapkan bahan yang akan difermentasikan yaitu dilakukan pencacahan terlebih dahulu, limbah sayuran dan limbah kulit pisang di cacah sampai ukuran kurang lebih 3 cm – 5 cm. Limbah yang sudah tercacah dimasukan ke dalam dan di urug dengan tanah agar terjadi proses fermentasi anaerobik. Setelah di fermentasi limbah dikeluarkan dan di angin-anginkan. Fermentasi dengan cara di dalam tanah ini akan mengakibatkan proses fermentasi lebih cepat karena dibantu juga oleh mikroorganisme tanah.

Setelah semua bahan siap dilanjutkan penelitian vermikomposting yaitu dimulai dari Cacing tiger (*Eisenia fetida*) dimasukan kedalam tiap reaktor (bersamaan dengan sedikit media tumbuh cacing tiger), cacing tiger yang dimasukan ke dalam reaktor sebanyak 0,5 kg, cacing dibiarkan agar beradaptasi dengan lingkungan baru berupa reaktor. Kemudian lakukan percobaan pakan dengan cara memberikan limbah yang terfermentasi. Pemberian dilakukan dari hari fermentasi ke-1 sampai hari ke-n. Jika pada fermentasi hari ke-n pakan termakan oleh cacing maka proses dilanjutkan dengan pemberhentian proses fermentasi dan dilanjutkan pemberian semua jumlah pakan. Setelah percobaan pakan selesai maka

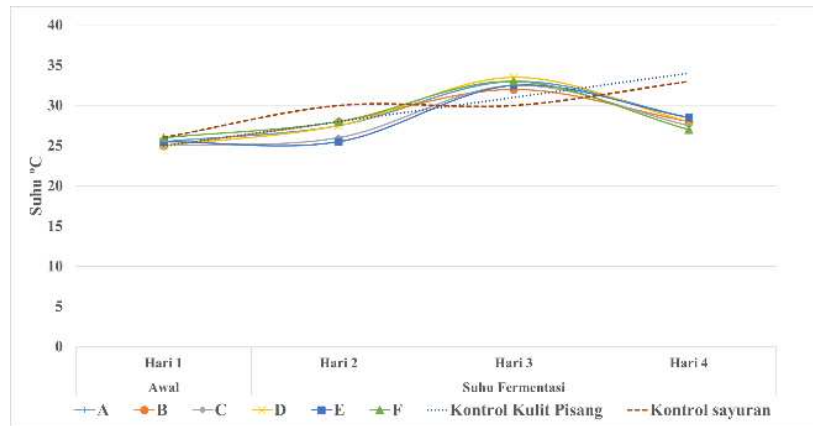
dilanjutkan pemberian pakan keseluruhan (limbah Sayuran, Kulit pisang dan kotoran sapi) pada cacing tiger dengan variasi yang telah ditentukan. Selama vermikomposting dilakukan pengukuran suhu, kelembaban, pH setiap hari. Vermikomposting dilakukan sampai limbah habis dan pengambilan sampel dilakukan pada awal dan akhir proses vermikomposting. Kemudian dilakukan pengambilan kotoran cacing (kascing) pada reaktor tersebut untuk pengujian kascing secara kuantitas dan dilakukan uji laboratorium terhadap kandungan unsur hara Makro (C, N, P, K) dan dilanjutkan analisis C/N rasio kascing yang dihasilkan.

Analisis kualitas unsur hara dan kuantitas dilakukan melalui analisis laboratorium kemudian hasilnya di tampilkan dengan grafik yang memperlihatkan setiap parameter yang diteliti untuk mengetahui hasil produksi kompos terbaik. yang di bandingkan dengan SNI 19-7030-2004 dengan menggunakan metode analisisnya sebagai berikut C-organik dengan menggunakan metode spektrofotometrik, nitrogen total menggunakan metode analisis spektrofotometrik, Phospat menggunakan metode analisis spektrofotometrik, unsur kalium (K) dengan metode analisis AAS dan berat kascing dengan timbangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban dan pH Media Vermikomposting

Pengukuran dan pemantauan Suhu selama proses vermikomposting dilakukan satu kali setiap harinya yaitu pada saat siang hari tepatnya pukul 09.00-13.00.



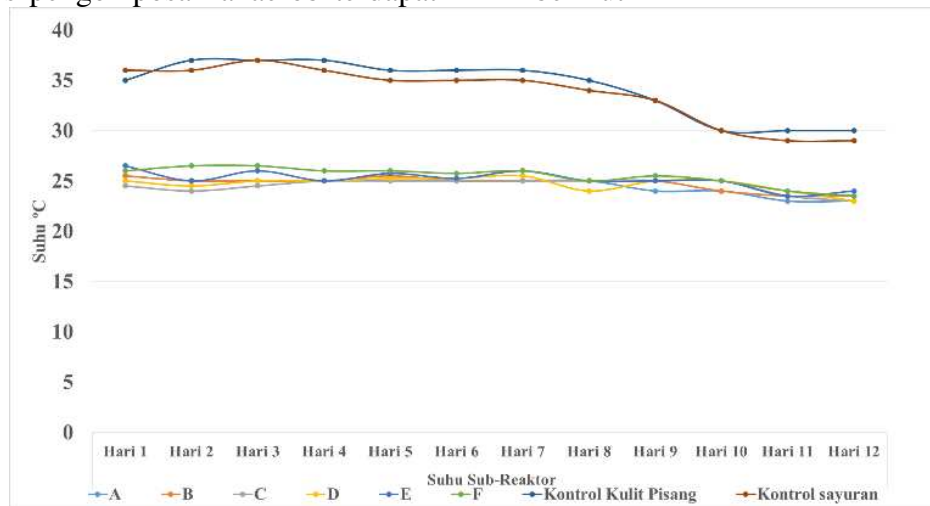
Ket: A=Reaktor A, B = reaktor B, C = reaktor C, D = reaktor D, E = reaktor E, F = reaktor F.

Gambar 1. Grafik Pengukuran Suhu Proses Fermentasi.

Pada grafik juga menunjukkan bahwa pada proses fermentasi semua pakan terjadi kenaikan temperatur seperti pada reaktor B dari 25°C menjadi 28°C dan pada reaktor C dari 25°C menjadi 26°C ini menjelaskan bahwa terjadi proses penghangatan pakan dan mulainya proses dekomposisi oleh bakteri mesofilik. Menurut Sumekto (2006), pada proses pengomposan anaerob terdapat

tahap penghangatan (tahap mesofilik) yang mempunyai suhu berkisar 10°C-35°C. Mikroorganisme mesofilik bekerja merubah ukuran bahan organik menjadi kecil sehingga bahan akan menjadi lunak dan mudah di cerna oleh cacing.

Dilanjutkan dengan kontrol suhu ketika vermikomposting hasilnya sebagai berikut



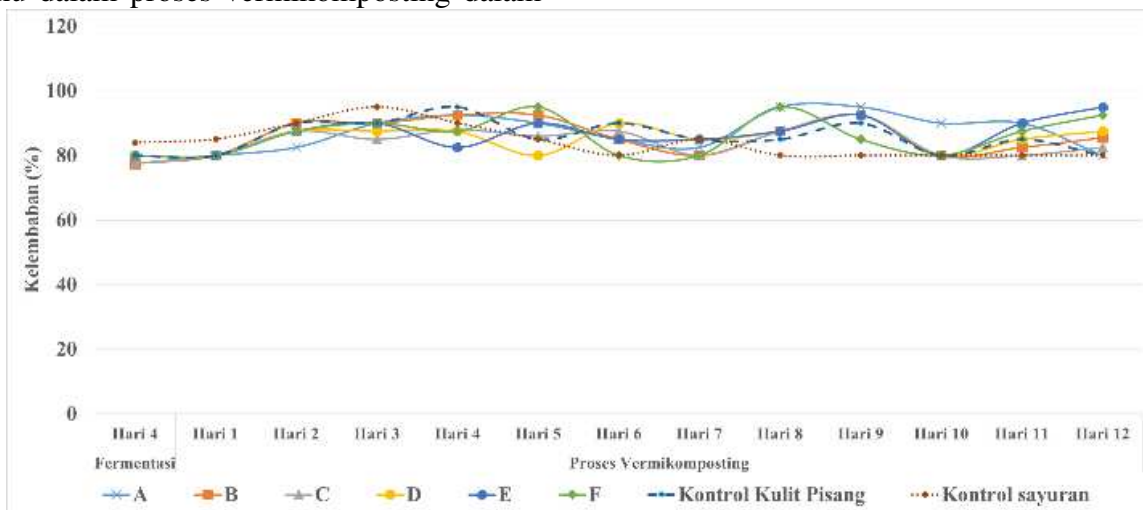
Ket: A=Reaktor A, B = reaktor B, C = reaktor C, D = reaktor D, E = reaktor E, F = reaktor F.

Gambar 2. Grafik Pengukuran Suhu Vermikomposting

Pada grafik saat proses vermikomposting berlangsung suhu di tiap reaktor berkisar 23°C sampai 26°C dari hari ke-1 sampai hari ke-12. Suhu yang berkisaran antara 23°C sampai 26°C dikarenakan tempat penelitian yang berada pada ketinggian 960 MDPL, yang memiliki suhu atmosfer 22-28°C sehingga suhu tanah juga akan berkisar suhu atmosfer. Dari grafik tersebut juga bisa disimpulkan secara keseluruhan suhu pada penelitian ini telah sesuai dengan yang di persyaratkan karena suhu dalam proses vermikomposting dalam

penelitian ini stabil, suhu selama penelitian berkisar 23-26°C. Sesuai dengan pernyataan kaplan, Menurut Kaplan et al (1980), proses vermikomposting akan optimal jika suhu di antara 20-29 °C.

Variabel kontrol selanjutnya adalah pengukuran kelembaban. Pemantauan dan pengukuran kelembaban reaktor di lakukan bersamaan dengan pengukuran pH dan suhu reaktor. Alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban adalah pH-Hygrometer. Berikut adalah hasilnya.



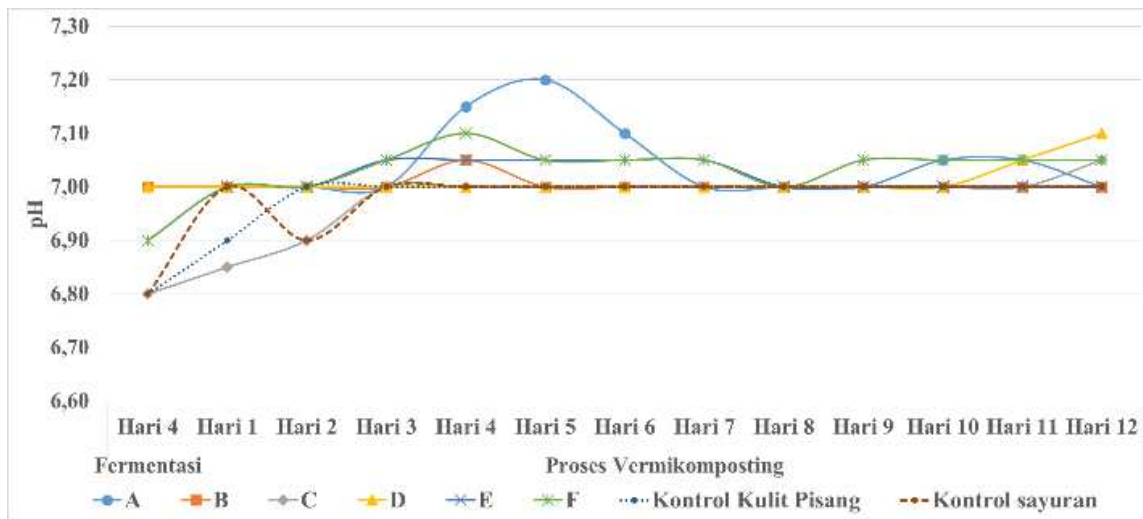
Ket: A=Reaktor A, B = reaktor B, C = reaktor C, D = reaktor D, E = reaktor E, F = reaktor F.

Gambar 3. Grafik Pengukuran Kelembaban Vermikomposting

Pada proses vermikomposting di penelitian ini kelembaban tiap reaktor mengalami perubahan kelembaban yang tidak terlalu signifikan dan sudah memenuhi range hidup yang dibutuhkan cacing yaitu kisaran 60-90 %, meskipun masih terdapat sub reaktor yang mencapai lebih dari 90 %. Fenomena ini di cocokkan dengan pernyataan Dominguez et al, (1997) dalam Ilyas 2009

bahwa kisaran kelembaban yang terbaik adalah 80-90%, dengan kisaran optimum sebesar 85%.

Dan yang terakhir adalah pengukuran pH media sebagai salah satu faktor hidup dan kinerja cacing dalam metode vermikomposting. Berikut adalah hasil pengukurannya dengan menggunakan alat pH-Hygrometer.



Ket: A=Reaktor A, B = reaktor B, C = reaktor C, D = reaktor D, E = reaktor E, F = reaktor F.

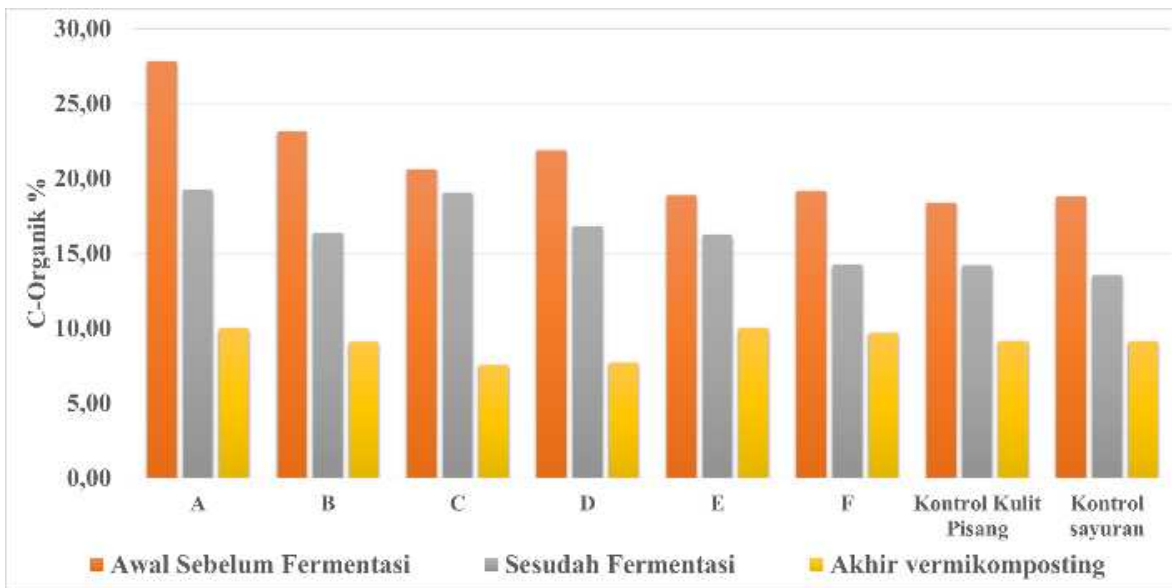
Gambar 4. Grafik Pengukuran pH Media Vermikomposting

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai pH pakan tersebut selalu berada di kisaran pH Netral yaitu di range 6,8-7,2 dan tidak berubah secara signifikan. Berfluktuatifnya nilai pH ini dikarenakan terdapatnya proses dekomposisi oleh cacing. Menurut Anjarsari, (2010) Kisaran nilai pH optimum bagi cacing tanah antara 6,5 dan 8,5 dan pada kelangsungan vermikomposting peningkatkan pH biasanya di sebabkan oleh cacing tanah yang dapat mengeluarkan kapur dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3)/dolomite. Sedangkan

turunnya pH selama proses vermikomposting berlangsung antar lain disebabkan terjadinya degradasi rantai pendek asam lemak dan amonifikasi unsur hara N.

3.2 Hasil Analisis Uji C-Organik proses Vermikomposting

Hasil pengukuran C-Organik selama proses dalam penelitian ini dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Ket: A=Reaktor A, B = reaktor B, C = reaktor C, D = reaktor D, E = reaktor E, F = reaktor F.

Gambar 5. Grafik Hasil Uji C-organik

Pada grafik 5 menunjukkan secara keseluruhan reaktor dan kontrol terjadi penurunan kandungan C-Organik dari waktu ke waktu dari awal sampai akhir seperti pada reaktor A, B, C, D, E, F.

Selama proses fermentasi C-Organik mengalami penurunan secara kontinyu, hal ini di akibatkan karena adanya aktifitas mikroorganisme yang memakan bahan organik pada limbah sehingga bahan organik pada limbah akan habis pada waktunya. Menurut Budiyo dkk (2011), proses pengolahan limbah secara anaerob dapat menghasilkan gas yang terdiri dari metana (CH₄) dan karbondioksida (CO₂). Kemudian menurut Lingga (2002), jumlah CO₂ hasil dari proses anaerob tersebut akan meningkat dengan cepat dan menyebabkan bertambahnya jumlah mikroba anaerob yang terkandung dalam limbah, dengan banyaknya mikroorganisme nilai karbon akan semakin kecil dikarenakan karbon dalam bahan organik oleh mikroorganisme dipakai sebagai sumber energi yang

digunakan untuk perkembangan dan pertumbuhan.(Anik

Waryanti, 2013). Penurunan C-Organik pada penelitian vermikomposting ini lebih besar dibanding dengan proses fermentasi, penurunannya sampai berkisar 5-12 %. Hal ini dikarenakan terjadi proses dekomposisi oleh cacing sendiri yang menjadi mikroorganisme pendekomposer limbah dengan cara memakan bahan organik yang tersedia dalam reaktor. Menurut Aira et al (2002), pada proses vermikomposting cacing tanah mengubah aktivitas mikroorganisme yang sudah ada atau dengan kata lain membantu fungsi dari mikroorganisme sebelumnya, sehingga laju mineralisasi bahan-bahan organik bertambah cepat.

Kemudian nilai C-Organik kascing dianalisis dengan membandingkan dengan standar kualitas kompos dari SNI-19-7030-2004. Hasil perbandingan kualitas C-Organik dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

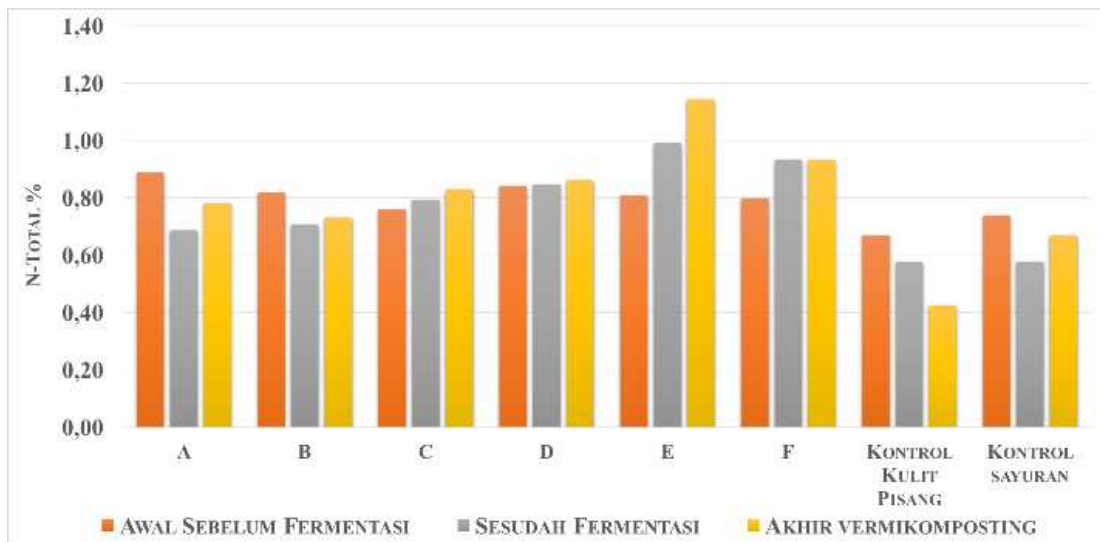
Tabel 2. Tabel Perbandingan C-organik dengan SNI

Reaktor	C-Organik (%)	SNI-19-7030-2004 (%)
A	9,98	Min 9,8
B	9,10	
C	7,52	
D	7,73	
E	10,03	
F	9,73	
Kontrol kulit Pisang	9,18	
Kontrol Sayuran	9,11	

Hasil kandungan C-Organik pada proses vermikomposting tidak semuanya memenuhi persyaratan dari SNI-19-7030-2004 hanya pada reaktor E dan A saja yang telah memenuhi persyaratan.

3.3 Hasil Analisis Uji N-Total proses Vermikomposting

Hasil pengukuran N-Total selama proses dalam penelitian ini dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Ket: A=Reaktor A, B = reaktor B, C = reaktor C, D = reaktor D, E = reaktor E, F = reaktor F.

Gambar 6. Grafik Hasil Uji N-Total

Pada grafik 6 menunjukkan terjadi penurunan dan kenaikan kandungan N-Total dari setiap variasi pada penelitian ini. Dalam penelitian ini yang mendasari terjadinya kenaikan dan penurunan kadar nitrogen adalah kesetimbangan antara kebutuhan nitrogen oleh mikroorganisme itu sendiri dan pembentukan kandungan nitrogen oleh mikroorganisme itu sendiri. Pada reaktor yang mengalami penurunan disebabkan karena kadar nitrogen pada bahan organik dibutuhkan mikroorganisme untuk melakukan pertumbuhan. Menurut Sriharti (2008), kadar nitrogen dibutuhkan

mikroorganisme untuk memelihara dan pembentukan sel tubuhnya sendiri, sehingga kandungan nitrogen dalam bahan akan berkurang karena digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan. Sedangkan pada reaktor yang mengalami kenaikan N-Total lebih di sebabkan karena adanya proses ekskresi oleh mikroorganisme dan cacing.

Menurut Huang et al (2014), kenaikan ini dikarenakan nitrobakter sebagai peubah amonia ke nitrat akan meningkat dikarenakan adanya lendir pada cacing yang memperkaya jumlah nitrobakter. Semakin

banyak lendir yang dihasilkan maka jumlah bakteri yang terkandung di dalam substrat akan semakin banyak sehingga kandungan nitrogen dalam bahan akan semakin meningkat. Menurut Suthar (2013), hal ini dikarenakan adanya penggabungan dari lendir, material ekskresi, hormon pertumbuhan, dan enzim yang mengandung nitrogen yang berasal dari cacing. Demikian juga menurut Koslovkaya dan Zannikova (1961), dalam Doni Tiyas (2015), kascing mengandung bakteri seperti *Bacillus*, *Azotobacter*, *Clostridium butyricum*, *Actinomyces* dan bakteri pengurai selulosa menjadi nitrat. Pertambahan unsur hara N-total juga di akibatkan oleh ekskresi cacing tanah yang merupakan protein yang banyak mengandung nitrogen, hal ini menyebabkan nitrogen lebih tinggi ketika menjadi kascing. (Gaddi e dan Douglas, 1977 dalam Doni Tiyas 2015). Dari ulasan di atas dapat di lihat bahwa jika terjadi penurunan maka nitrogen pada bahan sebagian besar di gunakan untuk pertumbuhan tubuh mikroorganisme itu sendiri, jika terjadi peningkatan N-Total maka nitrogen dihasilkan lebih besar daripada nitrogen yang digunakan oleh mikroorganisme.

Nilai N-total kascing dianalisis dengan membandingkan dengan standar

kualitas kompos dari SNI-19-7030-2004. Hasil Perbandingan kualitas N-Total dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

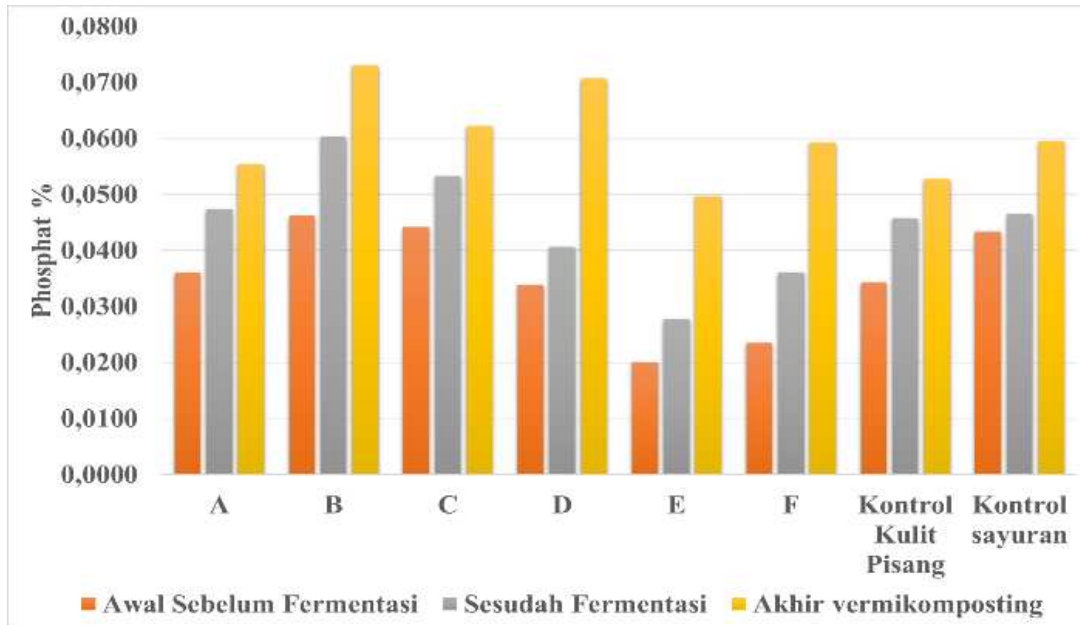
Tabel 3. Tabel Perbandingan N-Total dengan SNI

Reaktor	N-Total (%)	SNI-19-7030-2004 (%)
A	0,78	Min 0,40
B	0,73	
C	0,83	
D	0,86	
E	1,14	
F	0,93	
Kontrol kulit Pisang	0,42	
kontrol Sayuran	0,67	

Hasil kandungan N-Total pada proses vermikomposting ini telah memenuhi persyaratan dari SNI-19-7030-2004. Pada penelitian ini nilai N-Total kascing yang tertinggi terdapat pada reaktor E dengan nilai 1,14 % sedangkan yang terendah terdapat di reaktor B dengan nilai 0,73 %.

3.4 Hasil Analisis Uji Phospor Proses Vermikomposting

Nilai phospor vermikomposting pada penelitian ini dihitung dan dianalisis dalam bentuk P₂O₅ dengan menggunakan metode spektrofotometri. Dari hasil pengujian tersebut di dapat nilai Phospor sebagai berikut.



Ket: A=Reaktor A, B = reaktor B, C = reaktor C, D = reaktor D, E = reaktor E, F = reaktor F.

Gambar 7. Grafik Hasil Uji Phospor

Pada grafik 7 dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan secara perlahan dari awal sebelum fermentasi hingga akhir proses fermentasi dan berlanjut sampai dengan akhir vermikomposting. Kenaikan ini ditunjukkan pada seluruh reaktor di penelitian ini. Kenaikan ini disebabkan karena adanya proses kerja yang dilakukan oleh mikroorganisme pada saat fermentasi dan ketika vermikomposting. Pada saat fermentasi kenaikan kadar unsur fosfor disebabkan karena adanya proses mineralisasi oleh mikroorganisme dalam pembentukan fosfor. Dalam hal ini mikroorganisme sangat memiliki peran penting dalam terciptanya fosfor. Senyawa P organik diubah dan dimineralisasi menjadi senyawa fosfor. Kemudian pada saat vermikomposting peningkatan kadar unsur P disebabkan oleh metabolisme dari cacing dan ekskresi cacing. Menurut Anjungsari (2010), kadar P dari hasil vermikomposting meningkat dibandingkan dengan sebelum vermikomposting meskipun peningkatannya tidak signifikan, karena bahan organik yang

masuk tubuh cacing, dalam pencernaannya akan dirubah menjadi bentuk P terlarut oleh enzim fosfatase dan alkalin fosfatase dalam pencernaan cacing. Hal ini juga dinyatakan oleh Pattnaik (2010), bahwa jika total P pada akhir vermikomposting nilainya lebih tinggi dibandingkan pada awal proses maka dapat dipastikan ini mengindikasikan terjadinya proses mineralisasi fosfor secara umum, ketika bahan organik melalui pencernaan cacing, sebagian dari fosfor akan diubah menjadi bentuk P terlarut oleh enzim dalam pencernaan cacing, yaitu fosfatase dan alkalin fosfatase. Selanjutnya unsur P akan dibebaskan oleh mikroorganisme dalam kotoran cacing. (Suthar, 2008)

Nilai fosfor vermikomposting yang berupa kascing dianalisis dengan membandingkan dengan standar persyaratan kualitas kompos yang terdapat pada SNI-19-7030-2004. Hasil perbandingan kualitas fosfor dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4. Tabel Perbandingan Phospor dengan SNI

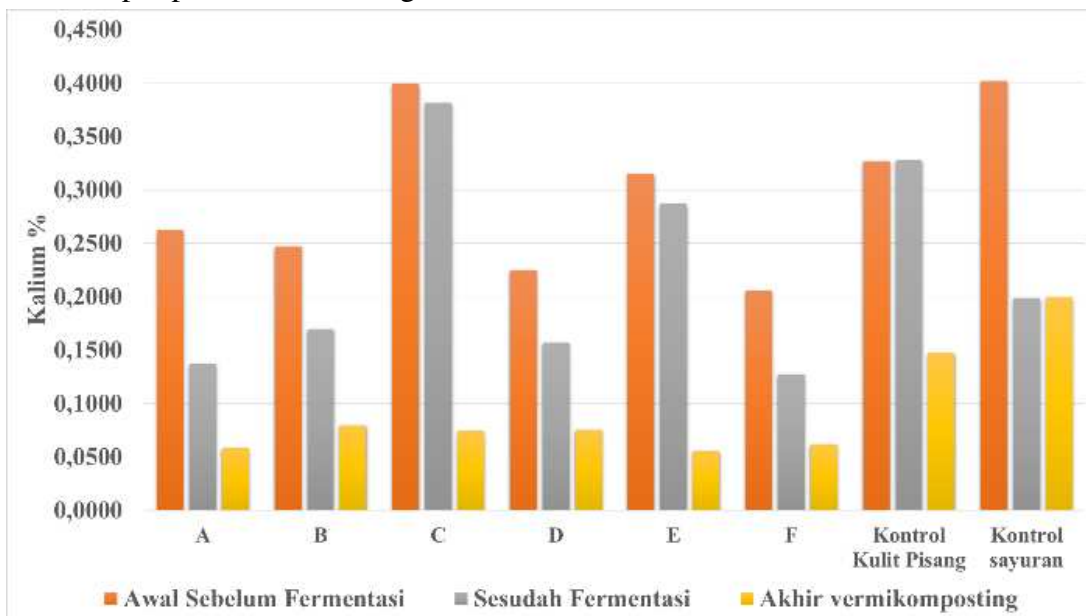
Reaktor	Phospor (%)	SNI-19-7030-2004 (%)
A	0,0554	Min 0,40
B	0,0731	
C	0,0622	
D	0,0707	
E	0,0497	
F	0,0594	
Kontrol kulit Pisang	0,0528	
kontrol Sayuran	0,0595	

Nilai phospor yang diperbolehkan menurut SNI 19-7030-2004 yaitu minimum 0,10 %. Nilai phospor tertinggi yaitu berada di kotak D dengan nilai 0,0707 % sedangkan terendah terdapat pada kotak E dengan nilai

0,0497 %. Pada tabel dapat dilihat nilai kadar phospor dalam kascing tidak memenuhi secara kualitas hal ini di sebabkan karena kecilnya kandungan dasar phospor di dalam bahan limbah sehingga menghasilkan phospor yang kecil juga pada hasil kascing.

3.5 Hasil Analisis Uji Kalium Proses Vermikomposting

Nilai kalium vermicomposting pada penelitian ini dihitung dan dianalisis dalam bentuk K₂O dengan menggunakan metode AAS (atomic absorption spectrophotometer). Dari hasil pengujian tersebut di dapat nilai kalium sebagai berikut.



Ket: A=Reaktor A, B = reaktor B, C = reaktor C, D = reaktor D, E = reaktor E, F = reaktor F.

Gambar 8. Grafik Hasil Uji Kalium

Pada grafik 8 menunjukkan bahwa nilai kalium pada proses vermicomposting mengalami penurunan yang signifikan fenomena ini di akibatkan karena adanya dekomposisi oleh bakteri dari bahan organik menjadi K. Namun K yang terbentuk tidak dapat bertahan lama karena sifat dari K sendiri mudah larut dalam air dan unsur K

dapat dengan mudah berikatan dengan senyawa lain yang menyebabkan K dalam bentuknya hilang. Menurut Sinuraya (2007), unsur kalium (K) merupakan unsur hara yang mudah mengadakan persenyawaan dengan zat lain, misalnya Ca dan Mg. Sifat K yaitu mudah larut dan terbawa hanyut dan mudah pula difiksasi dalam tanah.

Penurunan nilai kalium akibat terbawanya kalium oleh air di dukung dengan data kadar air yang hilang menyebabkan kalium juga terbawa oleh air. sehingga pada akhir vermikomposting kadar kalium menjadi menurun.

Nilai kalium vermikomposting yang berupa kascing dianalisis dengan membandingkan dengan standar persyaratan kualitas kompos yang terdapat pada SNI-19-7030-2004. Hasil perbandingan kualitas kalium dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 5. Tabel Perbandingan Kalium dengan SNI

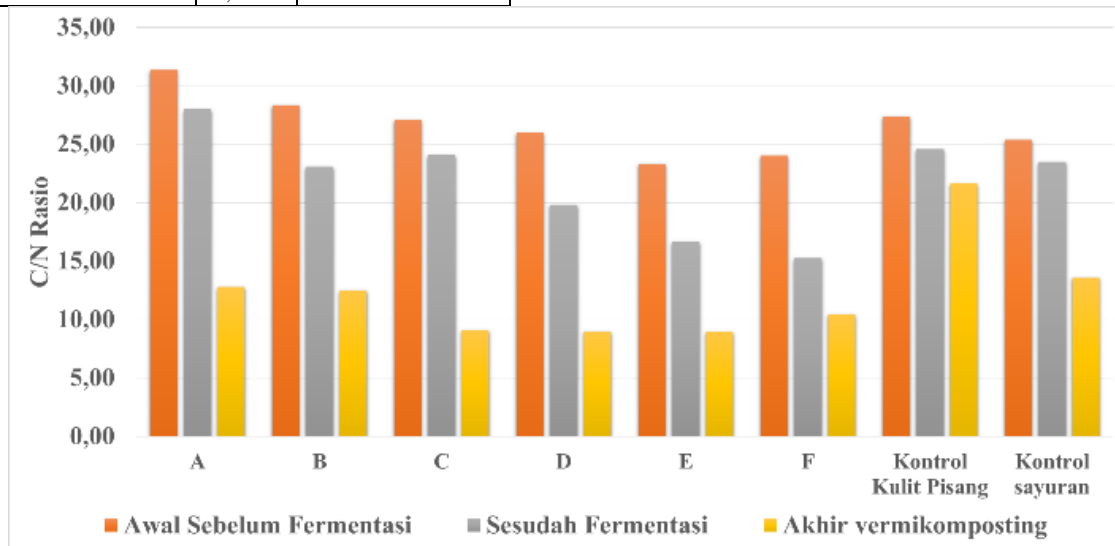
Reaktor	kalium (%)	SNI-19-7030-2004 (%)
A	0,0583	Min 0,20
B	0,0795	
C	0,0744	
D	0,0754	
E	0,0556	

Reaktor	kalium (%)	SNI-19-7030-2004 (%)
F	0,0619	
Kontrol kulit Pisang	0,1470	
kontrol Sayuran	0,1993	

Pada tabel 5 hasil kandungan kalium pada penelitian vermikomposting ini dari proses vermikomposting ini belum memenuhi persyaratan kualitas SNI-19-7030-2004. Nilai kalium yang diperbolehkan menurut SNI 19-7030-2004 yaitu minimum 0,20 %. Nilai kalium tertinggi yaitu berada di kotak D dengan nilai 0,0795 % sedangkan terendah terdapat pada kotak E dengan nilai 0,0556 %.

3.6 Hasil Analisis Uji C/N Rasio Proses Vermikomposting

Nilai rasio C/N vermikomposting pada penelitian ini dihitung dan dianalisis dengan pembagian unsur C-organik dan N-Total. Dari hasil perhitungan di tersebut di dapat nilai rasio C/N sebagai berikut.



Ket: A=Reaktor A, B = reaktor B, C = reaktor C, D = reaktor D, E = reaktor E, F = reaktor F.

Gambar 9. Grafik Hasil Uji C/N Rasio

Pada grafik 9 menunjukkan bahwa nilai C/N pada proses vermikomposting mengalami penurunan yang signifikan fenomena ini di akibatkan karena adanya

dekomposisi oleh bakteri bahan organik yang menyebabkan kandungan C-Organik menurun dan nitrogen konstan atau mengalami kenaikan tidak signifikan.

Menurut Diyan (2010), C/N Rasio dalam pengomposan mengalami penurunan karena dalam proses dekomposisi bahan-bahan organik yang terdiri dari unsur CHON akan berubah menjadi CO₂ dan H₂O dan unsur N akan berubah menjadi nitrit dan nitrat. Kemudian CO₂ dan H₂O akan menguap ke udara akibat perubahan suhu, sedangkan nitrat akan tetap berada dalam tubuh bakteri sampai bakteri tersebut mati. Dari 2 hal di atas maka dapat di simpulkan bahwa kandungan C-organik menurun dan N akan konstan atau terjadi peningkatan sehingga menyebabkan rasio C/N setelah pengomposan menurun, karena menurut Tobing (2009), Prinsip pengomposan adalah menurunkan C/N rasio bahan organik hingga sama dengan C/N rasio tanah (<20). Maka semakin tinggi C/N maka pengomposan akan berlangsung lebih lama di dibandingkan bahan dengan C/N rasio rendah.

Nilai C/N rasio vermikomposting yang berupa kascing dianalisis dengan membandingkan dengan standar persyaratan kualitas kompos yang terdapat pada SNI-19-7030-2004. Hasil Perbandingan kualitas C/N dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 6. Tabel Perbandingan C/N Rasio dengan SNI

Reaktor	C/N	SNI-19-7030-2004 (%)
A	12,80	10-20
B	12,47	
C	9,06	
D	8,95	
E	8,91	
F	10,43	
Kontrol kulit Pisang	21,61	
kontrol Sayuran	13,60	

Pada tabel 6 hasil nilai C/N pada penelitian vermikomposting ini dari proses vermikomposting terdapat ada yang sudah

dan terdapat juga yang belum memenuhi persyaratan kualitas kompos pada SNI-19-7030-2004. Nilai C/N yang diperbolehkan menurut SNI 19-7030-2004 yaitu minimum 10 % dan batas maksimumnya adalah 20%. Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa reaktor A, B, F sudah memenuhi dari standar yang telah ditentukan sedangkan untuk reaktor C, D, E tidak memenuhi standar yang ditentukan karena di bawah nilai minimal yang ditentukan.

3.7 Hasil Analisis Produksi Kascing

Dalam penelitian ini digunakan beberapa variasi dengan jumlah total limbah yang sama yaitu 5 kg setiap reaktornya. Kemudian ditambahkan media cacing dengan sedikit media ikutan sebanyak 0,5 kg dan berat cacing 0,5 kg. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Produksi Kascing

Berat Kascing			
Reaktor	Berat awal pengomposan (g)	Berat akhir pengomposan (g)	Degradasi limbah
A	5000	2875	43%
B	5000	2625	48%
C	5000	2600	48%
D	5000	2250	55%
E	5000	1625	68%
F	5000	2350	53%
Kontrol Kulit pisang	5000	3950	21%
Kontrol Sayuran	5000	3725	26%

Berdasarkan tabel 7 di atas bahwa besaran kascing pada reaktor A, B, C, D, E, F secara berturut-turut sebesar 2875 gr, 2625 gr, 2600 gr, 2250 gr, 1625 gr, 2350 gr. Pada reaktor A Sebanyak 5 kg limbah (limbah kotoran sapi ; limbah kulit pisang ; limbah sayuran) dapat menghasilkan 1625 gram kascing. Hal ini menunjukkan bahwa sebanyak 68% limbah telah terdekomposisi oleh cacing tanah dan mikroorganisme. Menurut Rukmana (1999), hasil panen proses pengomposan dengan cacing tanah

dari bahan organik mencapai 30%. Penyusutan pada berat awal limbah ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dan cacing tanah. Banyaknya mikroorganisme dalam proses ini tidak diketahui jumlahnya.

3.8 Hasil Analisis Penambahan Berat Cacing

Berikut hasil pengukuran berat ulat selama proses vermikomposting dari awal sampai akhir penelitian meliputi kotak A, B, C, D, E, F, yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Hasil Berat Cacing

Reaktor	Berat awal pengomposan (g)	Berat akhir pengomposan (g)	Pertambahan Berat cacing (gram)
A	500	772,5	272,5
B	500	735	235
C	500	765	265
D	500	737,5	237,5
E	500	672,5	172,5
F	500	735	235

Pada tabel 8 menunjukkan hasil pengukuran berat cacing pada awal pengomposan sampai akhir pengomposan, mendapatkan hasil yaitu adanya peningkatan berat cacing dalam reaktor. Secara keseluruhan hasil perubahan berat cacing dalam penelitian menunjukkan bahwa pakan yang diberikan dapat dikonsumsi oleh cacing tiger (*Eisena fetida*). Peningkatan signifikan terjadi pada sub reaktor A dimana perubahan berat cacing mencapai 272,5 gr. Secara keseluruhan dari hasil pengukuran berat cacing menunjukkan bahwa cacing mengalami penambahan berat tubuhnya sehingga menunjukkan cacing mengalami pertumbuhan dengan pakan yang diberikan.

3.9 Perbandingan Produksi Kompos dengan Kompos Organik Penelitian Terdahulu

Analisis kandungan kualitas kascing dapat dibandingkan dengan kualitas kompos dengan pengomposan biasa dan dengan metode vermikomposting. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 9. Perbandingan Produksi Kompos dengan Kompos Organik Penelitian Terdahulu

Keterangan Hasil kompos	Tahun	C-organik %	N-Total %	Phospor %	Kalium %	Rasio C/N
Verika .D	2016	2,25	0,86	-	-	2,6
M. Haris .S	2016	18,6	11,08	0,1	0,3	1,3
Budi Nining.W	2015	31,0	2,71	1,96	7,36	11,4
Deny Nor Pratiwi	2013	31,9	3,12	0,391	-	10,2
Yusventina .S	2015	9,48	0,64	0,14	1,78	14,8
Kascing						
Reaktor A	2017	9,98	0,78	0,0554	0,0583	12,8
Reaktor B	2017	9,10	0,73	0,0731	0,0795	12,4
Reaktor C	2017	7,52	0,83	0,0622	0,0744	9,06
Reaktor D	2017	7,73	0,86	0,0707	0,0754	8,95
Reaktor E	2017	10,0	1,14	0,0497	0,0556	8,91
Reaktor F	2017	9,73	0,93	0,0594	0,0619	10,4

Pada Tabel di atas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan setiap hasil kascing di setiap penelitian. Hal ini menunjukkan keberagaman kandungan unsur. Banyak yang mempengaruhi dan banyak faktor yang mempengaruhi seperti suhu, pH, kelembaban, dan kandungan awal dari bahan limbah itu sendiri

3.10 Hasil Komposisi Terbaik dari Variasi Komposisi Limbah pada Sistem Vermikomposting.

Dari pengukuran pengujian dan analisis – analisis yang telah dilakukan di dapatkan hasil dari penelitian ini. Hasil dari kualitas kascing yang di dapat kemudian dilakukan skoring dengan acuan skor yang telah dibuat peneliti. Berikut hasil dari skoring.

Tabel 10. Hasil Skoring Setiap Parameter

Keterangan Hasil kompos	Skor C-organik	Skor N-Total	Skor C/N Rasio	Skor Phospor	Skor Kalium	Total Skoring
Reaktor A	4	11	10,5	10,5	5,5	41,5
Reaktor B	3	11	10	11,5	6,5	42
Reaktor C	1,5	11,5	7	11	6,5	37,5
Reaktor D	1,5	11,5	7	11,5	6,5	38
Reaktor E	4	12	7	10	5,5	38,5
Reaktor F	3,5	11,5	8	10,5	6	39,5

Langkah selanjutnya dalam penentuan skor adalah dengan menjumlahkan nilai skoring yang di dapat pada setiap reaktornya di parameter C, N, C/N Rasio, P, K. Langkah selanjutnya adalah melihat dan membandingkan jumlah skor yang di dapat setiap reaktornya. Sehingga pada penelitian ini dapat diperoleh reaktor yang memiliki jumlah skor tertinggi yang merupakan representatif dari komposisi terbaik. Dapat dilihat dari tabel 4.24 jumlah skoring tertinggi sampai terendah meliputi B dengan nilai skor 42, A dengan nilai skor 41,5, F dengan nilai skor 39,5, E dengan nilai skor 38,5, D dengan skor 38, C dengan nilai skor 37,5. Maka dari ulasan di atas dapat di ambil kesimpulan bahwa reaktor B yang memiliki kandungan hara terbaik dari reaktor yang ada yaitu dengan nilai bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 11. Penentuan Hasil Akhir Total Skoring

Keterangan Hasil kompos	C-organik %	N-Total %	Phospor %	Kalium %	Rasio C/N
SNI 19-7030-2004	> 9,80	> 0,40	> 0,10	> 0,20	> 10
Reaktor B	9,10	0,73	0,0731	0,0795	12,47

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan berikut kesimpulan yang dapat diperoleh, yaitu:

1. Komponen unsur hara makro yang terdiri dari unsur C, N, P, K dan rasio C/N menghasilkan kascing yang pada setiap parameternya memiliki nilai yang bervariasi. Pada unsur C-Organik di dapat nilai kandungannya dengan range sebesar 7,73-10,03%, nilai kandungan unsur Nitrogen dengan range 0,73% - 1,14 %, nilai C/N dengan range nilai sebesar 12,80 - 8,91 , kandungan unsur Phospor dengan range sebesar 0,0497 % - 0,731 %, nilai kandungan K dengan range sebesar 0,556 % - 0,0795%. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi limbah yang digunakan berpengaruh terhadap kandungan kualitas kascing. Pada hasil uji kualitas kascing terdapat sebagian telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004.
2. Hasil Perbandingan kualitas C, N, P, K dan rasio C/N kascing dengan SNI 19-7030-2004 pada parameter C-organik hanya variasi A dengan nilai 9,98 % dan E dengan nilai 10,3% yang memenuhi, pada parameter N-Total semua variasi memenuhi dengan range nilai sebesar 0,73% - 1,14 %, pada parameter C/N hanya variasi A dengan nilai 12,8, B dengan nilai 12,47, F dengan nilai 10,43 yang memenuhi, parameter Phospor semua variasi tidak memenuhi dengan range nilai sebesar 0,0497 % - 0,731 %, dan pada parameter K semua variasi dengan range nilai 0,556 % - 0,0795% tidak memenuhi standar kualitas kompos.
3. Komposisi terbaik adalah pada variasi B dengan komposisi kotoran sapi 85%, kulit pisang 10% dan sayuran 5% dengan nilai Kandungannya C sebesar 9,10 % , N

4. PENUTUP

sebesar 0,73%, C/N sebesar 12,47, P sebesar 0,0731 %, K sebesar 0,0795 %.

DAFTAR PUSTAKA

- (SNI), Standar Nasional Indonesia. 2004. Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. SNI 19-7030-2004: Badan Standardisasi Nasional.
- Aira M, Monroy F, Dominguez J. 2002. "How earthworm density affects microbial biomass and activity in pig manure" *Eur J Soil Biol* 38:7-10.
- Anik Waryanti, Sudarno, Endro Sutrisno. 2013. "Studi Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Pada Pembuatan Pupuk Cair dari Air Limbah Cucian Ikan Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro (CNPk)"
- Anjingsari, Eki. 2010. Komposisi Nutrien (NPK) Hasil Vermicomposting. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Damayanti, Verika. 2016. "Pengaruh Penambahan Limbah Sayuran Terhadap Kandungan C-Organik Dan Nitrogen Total Dalam Vermikomposting Limbah Rumen Dari Sapi Rumah Potong Hewan (RPH)."
- Dominguez J, Edwards C.A, Subler S. 1997. "A Comparison of Vermicomposting" *Journal of Bio Cycle* 38: 57-59.
- Doni Tiyas Efendi, Endro Sutrisno, Winardi Dwi Nugraha. 2016. Studi Pemanfaatan Limbah Flashing ikan Menjadi Kompos Dengan Menggunakan Ulat Kandang. Skripsi, Semarang: Universitas Diponegoro, 41-51.
- Edwards, C. A. and Jr. Lofty. 1977. *Biology of Earthworm*. London: Champman and hall,td.
- Gaddie, S.R. R.E., dan D.E. Douglas. 1975. *Earthworm for Ecology and Profit*. Volume I, II Scientific. California: Bookworm Publishing Company.
- Gandhi M, Sangwan V, Kapoor KK and Dilbaghi N. 1997. "Composting of household wastes with and without." Dalam *Environment and Ecology*, 432-434.
- Hartatik, W., & Widowati, L. R. 2006. *Pupuk Kandang*. Bogor: Litbang Kementerian Pertanian.
- Ilyas, M. 2009. Vermikompos sampah daun sonokeling (*Dalbergia latifolia*) menggunakan tiga spesies cacing tanah (*Pheretima sp.*, *Eisenia fetida*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- K. Huang et. al. 2014. "Effects of earthworms on physicochemical properties and microbial profiles during vermicomposting of fresh fruit and profiles during vermicomposting of fresh fruit and profiles during vermicomposting of fresh fruit and vegetable wastes." *Bioresour. Technol* vol. 170 45-52.
- Kaplan, D.L., Hartenstein, R., Neuhauser., 1980. "Physicochemical requirements in the environment of the earthworm." *Soil. biol. Biochem*.
- Kaviraj and S. Sharma. 2003. "Municipal Solid Waste Management Through Vermicomposting Employing Exotic and Local Species of Earthworms." *Journal of Bioresource Technology* 90(2) : 169 – 173.
- Manaf L. A., M. L. Jusoh., M. K. Yusof., T. H. Ismail., R. Harun., H. Jauhir. 2009. "Influences of Bedding Material in Vermicomposting Process." *International Journal of Biology* 1(1) : 81 - 91.
- Marsono., Lingga dan. 2013. *Petunjuk penggunaan pupuk*. Jakarta: Penebar swadaya.
- Mashur. 2001. *Vermikompos Pupuk Organik Berkualitas dan Ramah Lingkungan*. Mataram: Instalasi Penelitian Dan Pengkajian Teknologi Pertanian (Ipptp) Mataram Badan Penelitian.
- Mathur, S. P. and Levesque, M. P. 1980. "Relationship between acid phosphatase activities and decomposition rates of

- twenty-two virgin peat material.”
Commun. Soil Sci. Plant Anal 11:152-162.
- Minnich J. 1977. *The earthworm book how to raise and use earthworms for your farm and garden*. United States of America: Rodale Press Emmaus, PA.
- Murbandonu. L. 2000. *Membuat Kompos*. Jakarta : Penerbit Swadaya.
- Ndegwa PM, Thompson SA. 2001. “Integrating composting and vermicomposting in the treatment of bioconversion of biosolids .” *bioresour technol* 76 107-112.
- Nugroho, Panji. 2013. *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Palungkun, R. 2010. *Usaha Ternak Cacing tanah*. Jakarta: Swadaya.
- Pattnaik, S. and M.V. Reddy. 2010. 2010. “Nutrient Status of Vermicompost of Urban Geen Waste Processed by Three Earthworm Species *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus*.” *Applied and Enviromental Soil Science*. Volume 2010. pages : 10.11 55.
- Priyambada., Syafrudin dan Ika Bagus. 2001. *Pengolahan Limbah Padat*. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP.
- Rukmana, H.R. 1999. *Budi Daya Cacing Tanah*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius (Anggota).
- Rukmana, R. 2006. *Temulawak, Tanaman Rempah dan Obat*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rusadi, Robin Elni. 2016. “Pemanfaatan Limbah Sayur Kubis *Brassica Oleracea* Dan Buah Pepaya carica *Papaya* Sebagai Pakan Cacing Tanah *Lumbricus Rubellus*.”
- S.Suthar and P. Sharma. 2013. “Vermicomposting of toxic weed — *Lantana camara* biomass: Chemical and microbial properties changes and assessment of toxicity of end product using seed bioassay.” *Ecotoxicol. Environ* 179–187.
- Sallaku, G., I. Babaj., S. Kaciu., A. Balliu. 2009. “on The Influence of Vermicompost Plant Growth Characteristics of Cucumber (*Cucumis sativus* L) Seedlings Under Saline Conditions.” *Journal of food Agriculture and Enviroment* 7(3&4) 869 – 872.
- Setyorini, D., Saraswati, R., Anwar, Ea Kosman. 2006. “Kompos, dalam Pupuk Organik dan Hayati.” 11-40. Bogor: BBSDLP-Badan Litbang Pertanian, 2006.
- Sinuraya, Ritchie. 2007. *Pemetaan Status Haea P-Tersedia, P-Total dan K-Tukar di kebun Tanjung-Pagar Marbabu PTPN II*. Medan: Departmen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Unversitas Sumatra Utara.
- Sriharti, dan Takiyah Salim. 2008. *Pemanfaatan Limbah Pisang Untuk Pembuatan Kompos*. Yogyakarta: ISBN : 978-979-3980-15-7.
- Sumekto. 2006. *Pupuk Pupuk Organik*. Klaten: PT Intan Sejati.
- Suthar, S. 2007. “Nutrient changes and biodinemics of epigeic earthworm *Perionyx excavatus* (Perrier) during recycling of some agriculture.” *Bioresour Technol*.
- Tchobanoglous, George, Hilary Theisen, Samuel. 1993. *Integrated Solid Waste*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Tobing, E.L.,. 2009. *Studi Tentang Kandungan Studi Tentang Kandungan Nitrogen, Karbon (C) Organik dan C/N dari Kompos Tumbuhan Kembang Bulan (*Tithonia diversivolia*)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Venkatesh, R.M. and T. Eevera. 2008. *Mass Reduction and Recovery of Nutrients Through Vermicomposting of Fly Ash*. India: Periyar Maniammai College of



Technology for Women
Vallam, Thanjavur, Tamilnad.

Wahyono, S., Firman S., dan Feddy S. 2003.
Mengolah Sampah Menjadi Kompos.
Jakarta: Edisi Pertama.

Yadav, K. D., V. Tore., M. M. Ahammed.
2010. "Vermicomposting of Source
Separated Human Faeces for Nutrient
Recycling." *Journal of Waste* 30(1) 50 -
56.