

# STUDI PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK PASAR DENGAN METODE *CONTINUOUS FLOW BIN VERMICOMPOSTING* DENGAN PARAMETER UJI C/N, P DAN KANDUNGAN K

Tomy Budi Kusuma

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam  
Indonesia, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

[14513048@students.uii.ac.id](mailto:14513048@students.uii.ac.id)

## ABSTRAK

*Pengolahan sampah organik pasar di Indonesia khususnya di Yogyakarta masih konvensional yaitu sebagian besar dikomposkan di Landfill atau bahkan tak jarang langsung dibuang di Landfill atau tempat pembuangan akhir. Tujuan penelitian ini adalah sampah organik pasar dilakukan pengolahan lebih lanjut menggunakan reaktor cacing dengan metode continuous flow bin. Rasio C/N, nilai P, dan K pada hasil akhir ketiga reaktor dalam proses pengomposan memenuhi kriteria pengomposan yang disesuaikan dengan SNI 19-7030-2004. C/N terukur pada ketiga reaktor masing – masing adalah 10,2 %, 16,6 %, dan 11,54 %. Kadar Fosfor (P) tersedia pada ketiga reaktor yang diperoleh yaitu 0,32%, 0,35 %, dan 0,33 %. Kadar Kalium (K) tersedia pada ketiga reaktor adalah 0,26 %, 0,58 %, dan 0,67 %. Nilai K pada reaktor 2 dan 3 memenuhi kriteria atau standar kompos dari SNI 19-7030-2004 karena lebih dari 0,20 %, sedangkan untuk reaktor 1 masih di bawah standar kriteria kompos.*

**Kata Kunci :** *Reaktor Continuous Flow Bin, Cacing Lumbricuss rubellus, Vermicast*

## ABSTRACT

*Organic market wastes processing in Indonesia especially in Yogyakarta is still using conventionally treatment as the only option. Conventional processing as usually used is composting, but sometimes organic market wastes dumped in Landfill areas. The aim of this research is to find out vermicomposting technology as organic market wastes processing to shorten the composting duration. On this research is used continuous flow bin vermicomposting to process the organic market wastes. The continuous flow bin is expected to reduce a little piece of tons daily organic market wastes by vermicomposting process. Ratio C/N, value of P and K are obtained of vermicomposting matched with SNI 19-7030-2004 for compost criteria. The result of C/N from three reactors are 10,2 %, 16,6 %, and 11,54 %. The values of Phospor (P) are 0,32 %, 0,35 %, and 0,33 %. Then, the values of Calium (K) are 0,26 %, 0,58 %, and 0,67 %. The values of K for all of the reactors are matched to the criteria mentioned on SNI 19-7030-2004 due to more than 0,20 %, but reactor 1 which still less than the compost criteria.*

**Keywords :** *Continuous Flow Bin Reactor, Lumbricuss rubellus, Vermicast*

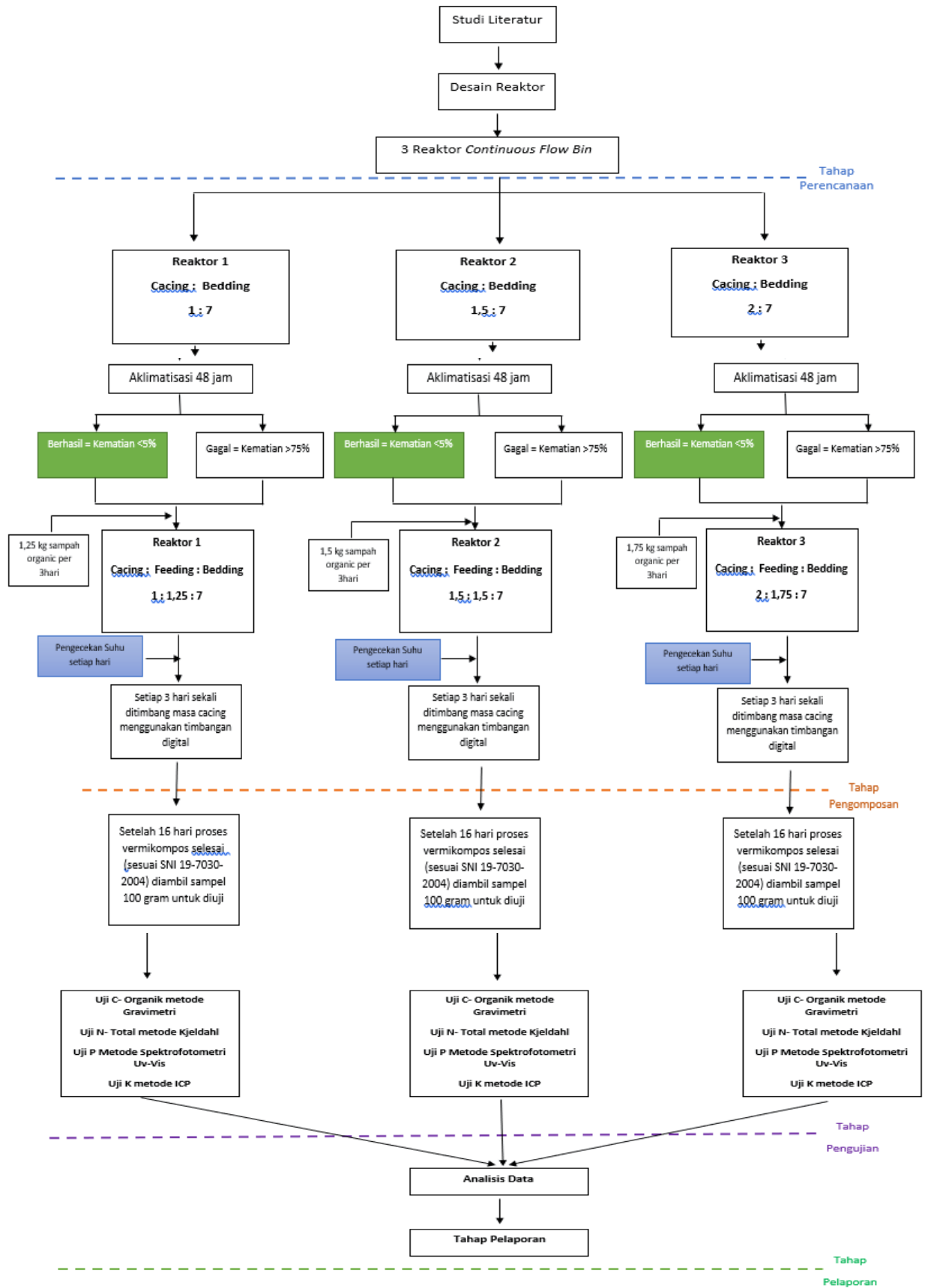
## **I. PENDAHULUAN**

Riset yang dilakukan oleh *Sustainable Waste Indonesia* (SWI) menunjukkan bahwa 24 % sampah organik di Indonesia masih belum terolah dan terkelola dengan baik (CNN Indonesia, 2018). Bahkan kita mengetahui bahwa Jakarta setiap harinya membuang kurang lebih 4000 ton sampah organik sisa makanan (*food waste*). Selama ini pengolahan sampah organik tidak terkecuali dari pasar pada umumnya masih konvensional yaitu sebagian besar dikomposkan di *Landfill* atau bahkan tak jarang langsung dibuang di *Landfill* atau tempat pembuangan akhir. Dalam penelitian ini sampah organik pasar akan dilakukan pengelolaan dan pengolahan lebih lanjut menggunakan reaktor cacing dengan metode *continuous flow bin*.

Alasan utama penulis dalam menggunakan reaktor vermikompos model *continuous flow bin* adalah karena dirasa sangat cocok dengan kondisi sosial, ekonomi, dan budaya. Penelitian ini hanya memfokuskan pada pengujian C/N dan N,P,K dengan alasan supaya hasil vermikompos yaitu vermicast t dapat dibagikan ke petani sekitar dalam bentuk pupuk gratis mengingat pakem adalah salah satu daerah yang banyak petani penghasil sayuran. Indikator pupuk dikatakan baik adalah dengan membandingkan kadar N,P,dan K terhadap standar yang ada yaitu SNI 19-7030-2004. Selain itu, C/N juga merupakan parameter utama kematangan kompos, maka salah satu indikator yang peneliti uji adalah C/N.

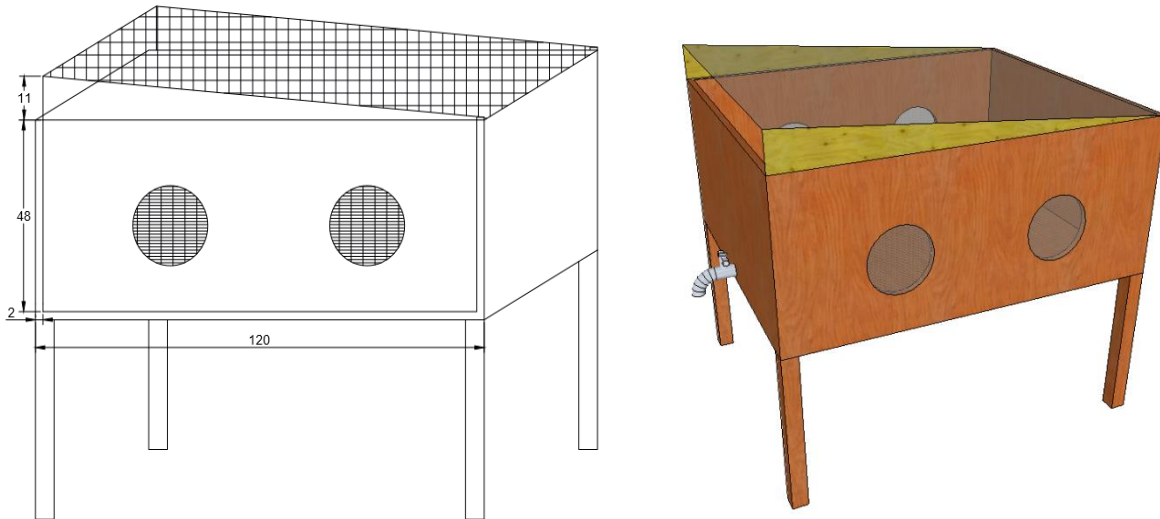
## **II. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian pada penelitian ini ditunjukkan pada diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian menunjukkan tahapan - tahapan yang dilakukan selama penelitian. Diagram alir dapat dilihat dalam gambar 2.1 dibawah ini



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan reaktor *continuous flow bin vermicomposting* seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini



**Gambar 2.2** Desain Reaktor Vermikompos

Pada penelitian ini digunakan jenis reaktor *in-container vermicomposting* yaitu tipe pengomposan dalam wadah. Sistem pengomposan dalam wadah (*in-container*) disebutkan terbagi menjadi dua yaitu tipe bin dan batch.. Perbandingan dari segi biaya dan tingkat kerumitannya tipe bin dianggap lebih cocok dengan budaya masyarakat lokal karena mudah diaplikasikan dan biaya pembuatannya murah. *Continuous flow bin* adalah pengomposan dengan metode aerasi sederhana, berikut adalah foto reaktor yang digunakan,



**Gambar 2.2** Foto Eksisting Reaktor Vermikompos

### **III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **3.1 Tahap Aklimatisasi**

Proses aklimatisasi adalah tahap permulaan sebelum cacing dapat dimanfaatkan sebagai agen dekomposisi atau tidak. Proses vermikompos pada penelitian ini menggunakan jenis cacing *Lumbricuss rubellus*, sedangkan *vermibed* yang digunakan adalah kotoran sapi yang masih segar (4 hari). Pada penelitian ini digunakan variasi biomassa cacing sebesar 1 kg, 1,5 kg, dan 2 kg untuk menguraikan sampah sebesar 1,25 kg, 1,5 kg, dan 1,5 kg yang diberikan setiap 3 hari sekali. Pemberian masa tersebut adalah hasil dari kajian beberapa literatur. Kondisi yang dialami oleh Gajalakshmi, dkk (2014) menunjukkan bahwa cacing banyak yang mati ketika kepadatan terlalu padat dikarenakan terjadi proses anaerobik dilapisan *vermibed* sehingga mengakibatkan cacing kekurangan oksigen. Kondisi yang terjadi dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini

**Tabel 3.1** Komparasi Vermikompos Penulis dengan Peneliti Sebelumnya

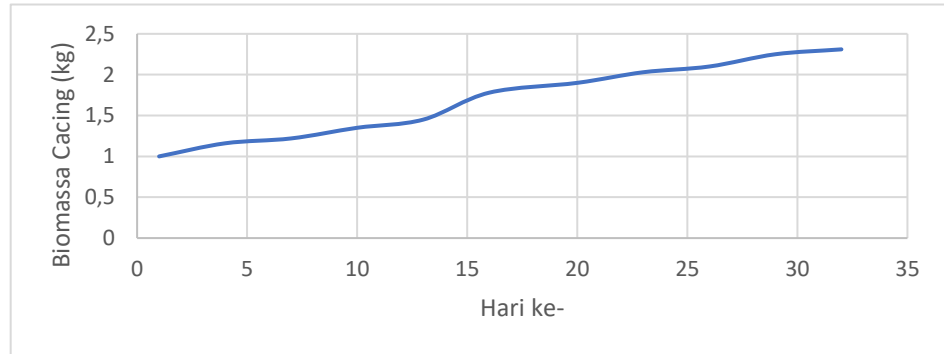
| Nama Peneliti                               | Biomassa Cacing (gram) | Efisiensi Reduksi Masa (gram) | Waktu (hari) |
|---|------------------------|-------------------------------|--------------|
| <sup>a</sup> Sumber Literatur               | 900                    | 1500                          | 7            |
| <sup>b</sup> Peneliti 1                     | 93,4                   | 1307,6                        | 10           |
| <sup>c</sup> Peneliti 2                     | 250                    | 1000                          | 7            |
| <sup>d</sup> Penelitian Eksisting (Penulis) | 2000                   | 1750                          | 3            |

Keterangan : <sup>a</sup> A.E., Clive, Q.A., Norman, dan S. Rhonda. *Vermiculture Technology : Earthworm, Organik Wastes, and Environmental Management*. 2011 <sup>b</sup> Fadilah, U., Waluyo, J., dan W. Subchan. (2017). Efektivitas Cacing Tanah (*Lumbricuss rubellus* Hoff.) dalam Degradasi Karbon Organik Sampah Sayur Pasar Tanjung Jember. *Berkala Saintek* ,vol.V, pp, 1-6. <sup>c</sup> Rahmatullah, F., Sumarni, W., dan E.B. Susatyo. (2013). Potensi Vermikompos Dalam Meningkatkan Kadar N dan P Pada Limbah IPAL PT. Djarum. *Indonesian Journal of Chemical Science* 2(2):142-147, <sup>d</sup> Kondisi penelitian eksisting yang sedang dijalankan oleh penulis

Pada Tabel 3.1 dijelaskan adanya perbandingan beberapa peneliti dengan literatur (teori dasar). Perbandingan dilakukan dengan dasar bahwa ketiga peneliti menggunakan jenis cacing yang sama yaitu *Lumbricuss rubellus*. Selain itu, *vermibed* yang digunakan juga sama yaitu kotoran sapi (*cowdung*). Untuk *feeding* yang diberikan, ketiga peneliti menggunakan komposisi sampah organik yang sama yaitu sayuran (heterogen), dan buah (campur) meskipun persentase komposisinya berbeda.

### 3.2 Tahap *Feeding*

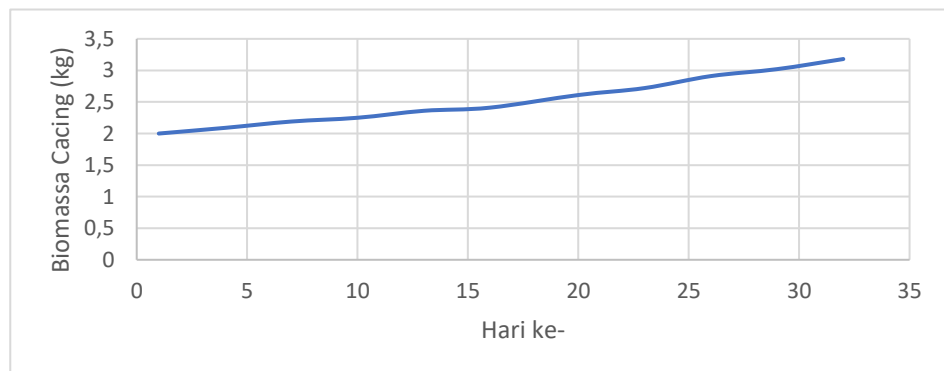
Komposisi sampah organik yang digunakan dalam penelitian ini merefer kepada (Fernandez,2010) yaitu tomat busuk, dan sampah sayuran karena paling banyak mendominasi di timbulan sampah.



**Gambar 3.1** Grafik Peningkatan Biomasa Cacing *Lumbricuss rubellus* (Reaktor 1)



**Gambar 3.2** Grafik Peningkatan Biomasa Cacing *Lumbricuss rubellus* (Reaktor 2)



**Gambar 3.3** Grafik Peningkatan Biomasa Cacing *Lumbricuss rubellus* (Reaktor 3)

### 3.3 Pengujian Vermikas

Vermikas atau sering disebut vermikompos menurut Edwards (2011) didefinisikan sebagai hasil akhir dari proses *vermicomposting* yang dimana di dalam vermikas tersebut terkandung nutrient yang tinggi yang dapat digunakan untuk pemupukan dan penyubur tanaman. Beberapa kriteria tingkat kematangan vermikas sangat variatif, namun dikarenakan penulis berada di Indonesia maka mengacu kepada SNI 19-7030-2004 tentang kriteria fisik dan kimia kematangan kompos. Berikut adalah hasil dari vermikompos yang dilakukan oleh peneliti dibandingkan dengan standar kriteria dari SNI 19-7030-2004 (lihat pada tabel 3.2).

**Tabel 3.2** Tabel Pengamatan Karakteristik Kimia Vermikas Mengacu pada SNI 19-7030-2004

| No. | Parameter                          | Satuan | Minimum | Maksimum       | Data Awal               | Reaktor<br>1 | Reaktor<br>2 | Reaktor<br>3 |
|-----|------------------------------------|--------|---------|----------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1   | Bau                                |        |         | Bau Tanah      | Bau Menyengat Kotoran   | Bau Tanah    | Bau Tanah    | Bau Tanah    |
| 2   | Suhu                               | °C     |         | Suhu Air Tanah | 34°C                    | 21°C         | 23°C         | 23°C         |
| 3   | Warna                              |        |         | Hitam Tanah    | Hijau Lumut Kecokelatan | Hitam Tanah  | Hitam Tanah  | Hitam Tanah  |
| 4   | C/N                                | %      | 10      | 20             | 26,3                    | 10,2         | 16,6         | 11,54        |
| 5   | P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | %      | 0,1     |                | 0,16                    | 0,32         | 0,35         | 0,33         |
| 6   | K (K <sub>2</sub> O)               | %      | 0,2     |                | 0,43                    | 0,26         | 0,58         | 0,67         |

Unsur kimia terukur diatas merupakan standar hasil pengomposan yang disesuaikan dengan SNI 19-7030-2004 karena vermikompos ini dikategorikan kedalam hasil kompos meskipun dengan



menggunakan cacing dalam proses penguraian sampah organiknya. Dalam melakukan penelitian penulis mengacu pada SNI tersebut diatas dalam mengetahui tingkat kematangan kompos, dan berikut ini adalah proses proses justifikasi tingkat kematangan kompos.



**Gambar 3.4** Komparasi Kotoran Sapi setelah 16 Hari di Dekomposisi oleh Cacing *Lumbricus rubellus* di Reaktor 1



**Gambar 3.5** Komparasi Kotoran Sapi setelah 16 Hari di Dekomposisi oleh Cacing *Lumbricus rubellus* di Reaktor 2



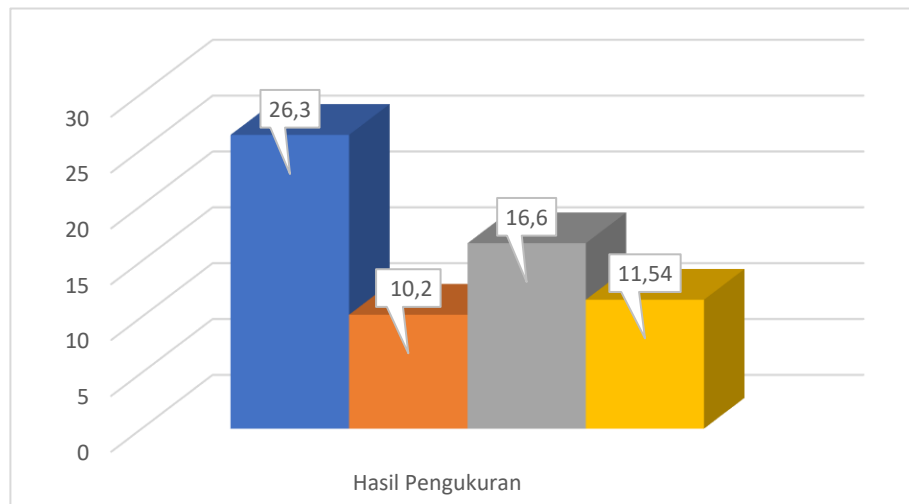
**Gambar 3.6** Komparasi Kotoran Sapi setelah 16 Hari di Dekomposisi oleh Cacing *Lumbricus rubellus* di Reaktor 3

Sifat fisik pada kompos yang telah matang jika dilihat dari pedoman teknis yaitu SNI 19-7030-2004 adalah berwarna hitam tanah dan berbau tanah. Terlihat dari foto sampel yaitu baik sampel 1, 2, maupun 3 terlihat berbeda warna dengan data awal. Data awal pada foto adalah kotoran sapi yang berumur 4 hari (masih segar), sedangkan sampel 1, 2, dan 3 berturut-turut adalah vermikas dari reaktor 3, 2, dan 1. Perbedaan sangat kontras dimana pada data awal dapat dilihat warna masih berwarna hijau lumut cenderung kecokelatan sedangkan dari sampel 1,2,dan 3 berwarna hitam tanah. Selain warna, perbedaan juga jelas terlihat pada kondisi bau dan kepadatan kotoran sapi. Pada data awal terlihat bahwa sampel memiliki tekstur seperti adonan yaitu kalis (benyek), sedangkan pada sampel vermikas yaitu 1,2,dan 3 bertekstur seperti tanah. Selain itu, bau substrat juga berbeda dikarenakan kandungan metana yang berbeda. Data awal yang merupakan kotoran sapi yang masih segar yaitu berumur 4 tahun berbau sangat menyengat dibandingkan sampel 1, 2, dan 3 yang memiliki bau seperti tanah. Warna serta tekstur dari substrat sangat berkaitan dengan kadar C/N karena kompos yang belum matang memiliki C/N yang tinggi yaitu lebih dari 20%.

Kadar atau rasio C/N adalah salah satu indikator kematangan kompos (Suthar, 2009). Proses vermikompos menurut Nigussie (2017) lebih efektif dalam menurunkan kadar amoniak (penyebab bau pada pengomposan) dibandingkan dengan proses pengomposan konvensional karena proses vermikompos mampu mereduksi kadar DOC (*Dissolved Organic Carbon*). Dalam penelitian ini kadar C/N setiap reaktor berbeda – beda hal tersebut dikarenakan dalam proses pemberian *feeding* diberikan bermacam – macam sampah organik. Sampah organik atau *feeding* pada umumnya memberikan karakteristik pada hasil akhir vermikas.

**Tabel 3.3** Komparasi C/N pada Data Awal dengan Sampel

| Parameter | Hasil Pengukuran |           |           |           |
|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| C/N       | Data Awal        | Reaktor 1 | Reaktor 2 | Reaktor 3 |
| dalam %   | 26,3             | 10,2      | 16,6      | 11,54     |



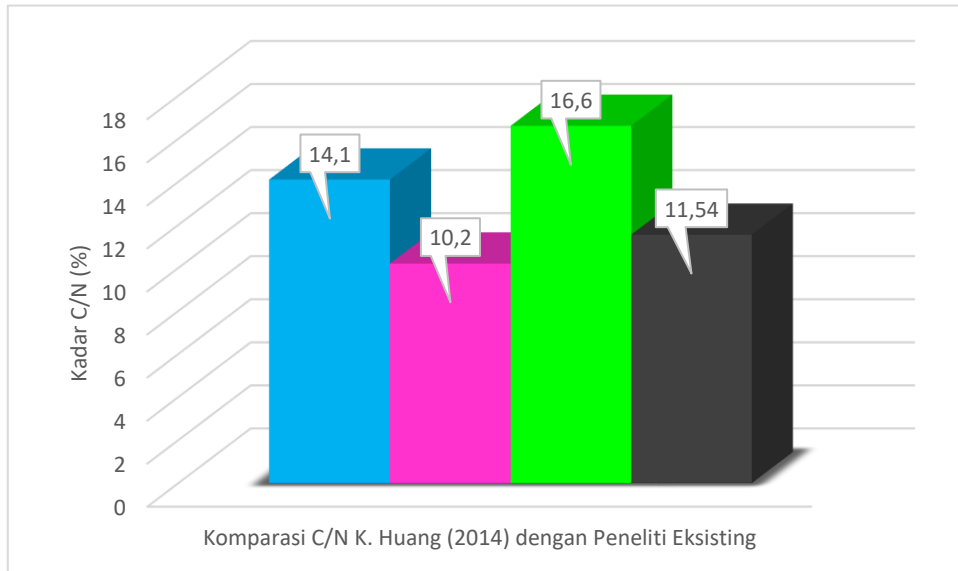
**Gambar 3.7** Komparasi C/N pada Data Awal dengan Sampel

Pada hasil pengukuran terlihat bahwa nilai atau kadar C/N berbeda-beda disetiap reaktor, pada prinsipnya nilai C/N diketahui memang bervariasi dikarenakan *feeding* yang diberikan juga berbeda – beda komposisinya. Maksud dalam hal ini adalah ketika *feeding* yang diberikan dominan sayur dan buah yang masih sangat segar tentu C- Organik akan lebih tinggi dibandingkan dengan sampah organik yang telah layu. Dikarenakan pada saat pengambilan maupun pemberian *feeding* tidak disortir, maka nilai C/N tiap reaktor pun berbeda-beda. Menurut Huang (2014), nilai C/N terukur dalam proses vermikompos adalah 14,1 %. Berikut ini adalah grafik perbandingan antara K. Huang (2014) dengan penulis,

**Tabel 3.4** Komparasi C/N K. Huang (2014) dengan Peneliti Eksisting

| Parameter | <sup>a)</sup> K. Huang (2014) | Reaktor 1 | Reaktor 2 | Reaktor 3 |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| C/N       | 14,1                          | 10,2      | 16,6      | 11,54     |

(Keterangan : <sup>a</sup> Huang, K., dkk (2014). *Biores.Tech : Elsevier Journal*, vol. 170, pp.45-52)

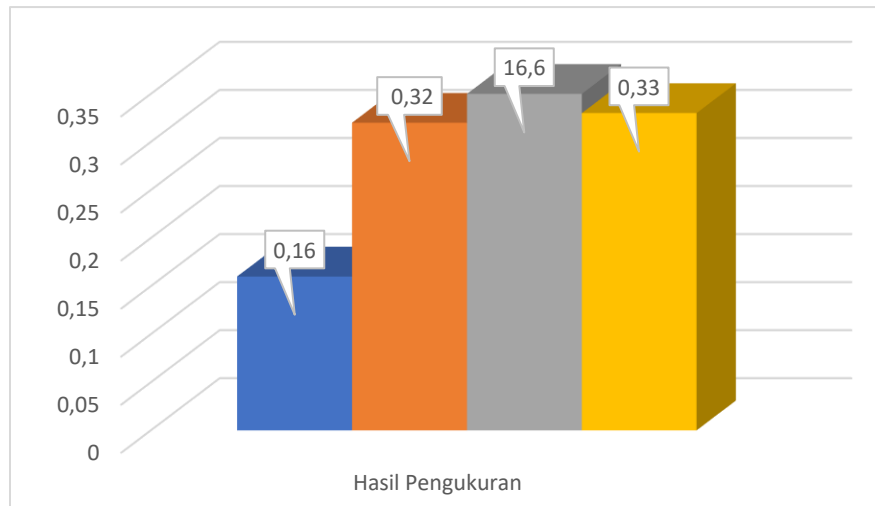


Gambar 3.8 Perbandingan Nilai C/N Penulis dengan Peneliti Lain

Selain C/N konsentrasi unsur makro lainnya yang sangat penting adalah nilai Fosfor ( $P_2O_4$ ) dan Kalium ( $K_2O$ ). Menurut Yuwono (2002) fosfor berfungsi dalam pembelahan dan pembuahan sel, serta untuk fungsi pembungaan dan pembuahan.

**Tabel 3.5** Komparasi Kadar Fosfor (P) pada Data Awal dengan Sampel

| Parameter  | Hasil Pengukuran |           |           |           |
|------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
|            | Data Awal        | Reaktor 1 | Reaktor 2 | Reaktor 3 |
| Fosfor (P) |                  |           |           |           |
| dalam %    | 0,16             | 0,32      | 0,35      | 0,33      |

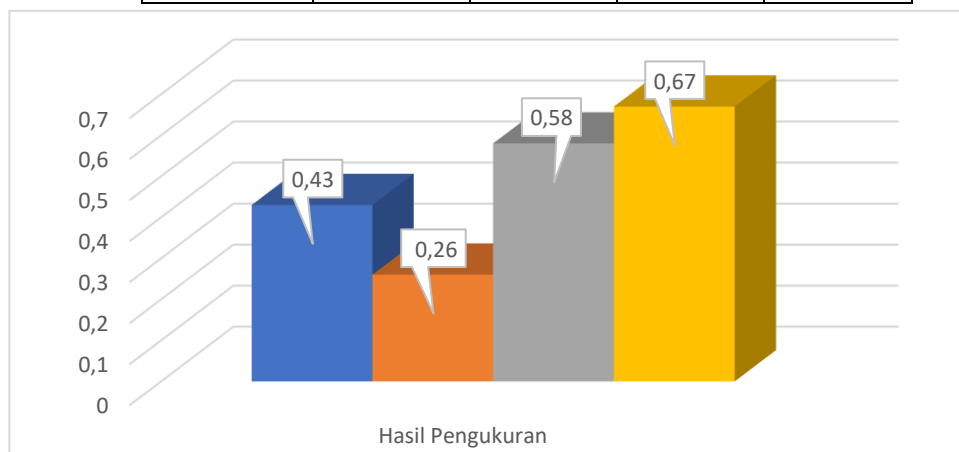


**Gambar 3.9** Komparasi Kadar Fosfor (P) pada Data Awal dengan Sampel

Menurut Sastroatmodjo (1996) unsur K atau kalium memiliki beberapa kegunaan dalam metabolisme tanaman terutama yaitu mengenai pengerasan batang, akar, dan daun. Berikut ini adalah perbandingan kadar unsur fosfor (P) dan kalium (K) dari data awal dengan hasil vermikas.

**Tabel 3.6** Komparasi Kadar Kalium (K) pada Data Awal dengan Sampel

| Parameter             | Hasil Pengukuran |           |           |           |
|-----------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
|                       | Data Awal        | Reaktor 1 | Reaktor 2 | Reaktor 3 |
| Kalium (K)<br>dalam % | 0,43             | 0,26      | 0,58      | 0,67      |



**Gambar 3.10** Komparasi Kadar Fosfor (K) pada Data Awal dengan Sampel

Penggunaan sampah organik pasar sebagai feeding memiliki beberapa keuntungan maupun kerugian. Keuntungannya antara lain yaitu mudah didapat dan kuantitas yang banyak, akan tetapi kerugiannya adalah kualitasnya tidak konsisten akibatnya kadar P dan K tiap reaktor pun tidak seragam. Kadar P pada tiap masing – masing reaktor secara kualitas memenuhi standar kompos yang baik sesuai SNI 19-7030-2004 yaitu lebih besar dari 0,1 % dan nilai K pun memenuhi standar hasil akhir pengomposan karena lebih besar dari 0,2 %. Untuk kadar P dan K penulis belum dapat memberikan perbandingan dengan peneliti lain dikarenakan belum menemukan literatur yang cocok sebagai komparasi. Namun, yang perlu diketahui adalah dengan hasil kadar P yang diperoleh yaitu 0,32 (reaktor 1) , 0,35 (reaktor 2), dan 0,33 (reaktor 3) maka hasil vermicomposting termasuk dalam kategori kompos yang baik karena standar minimum kadar P menurut SNI 19-7030-2004 adalah 0,10 %. Sedangkan untuk kadar K pada reaktor 1 adalah 0,26 % , reaktor 2 sebesar 0,58 %, dan reaktor 3 berkisar 0,67 %. Nilai K pada reaktor 2 dan 3 memenuhi kriteria atau standar kompos dari SNI 19-7030-2004 karena lebih dari 0,20 %, sedangkan untuk reaktor 1 masih di bawah standar kriteria kompos. Hal yang dapat mempengaruhi kualitas kompos adalah nutrisi cacing yang diberikan pada saat pemberian *feeding* karena komposisi substrat yang diberikan akan mempengaruhi komposisi kimia vermicomposting.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan oleh penulis pada bulan Juli hingga September, telah berhasil diperoleh beberapa point penting antara lain :

1). Penggunaan reaktor *continuous flow bin* dalam melakukan pengolahan sampah organik pasar berbasis *vermicomposting* dinilai sangat relevan dan cocok dengan situasi kondisi baik sosial budaya maupun aspek ekonomi. Selain itu, reaktor *continuous flow bin* juga cocok untuk sampah organik pasar yang memiliki karakteristik mudah busuk karena dari beberapa literatur pada bab IV disebutkan bahwa adanya cacing *Lumbricuss rubellus* mampu mereduksi ammonia akibat adanya proses pertukaran ion.

2). Rasio C/N pada hasil akhir ketiga reaktor dalam proses pengomposan memenuhi kriteria pengomposan yang disesuaikan dengan SNI 19-7030-2004. Kriteria C/N menurut SNI harus berkisar pada 10-20 %, sedangkan C/N terukur pada ketiga reaktor masing – masing adalah 10,2 %, 16,6 %, dan 11,54 %.

3). Kadar Fosfor (P) tersedia pada ketiga reaktor yang diperoleh yaitu 0,32 (reaktor 1) , 0,35 (reaktor 2), dan 0,33 (reaktor 3). Hasil tersebut sudah sesuai dengan standar kompos yang ditetapkan menurut SNI 19-7030-2004 dimana angka minimum adalah 0,20 %.

4). Kadar Kalium (K) tersedia pada reaktor 1 adalah 0,26 % , reaktor 2 sebesar 0,58 %, dan reaktor 3 berkisar 0,67 %. Nilai K pada reaktor 2 dan 3 memenuhi kriteria

atau standar kompos dari SNI 19-7030-2004 karena lebih dari 0,20 %, sedangkan untuk reaktor 1 masih di bawah standar kriteria kompos.

## 5.2 Saran dan Masukan

Saran ini lebih tepatnya penulis sampaikan kepada pembaca ataupun rekan-rekan adik tingkat mahasiswa Teknik Lingkungan yang kedepan ingin melanjutkan Tugas Akhir ini. Beberapa hal yang menjadi permasalahan selama berlangsungnya penelitian ini adalah waktu tunggu hasil uji yang cukup lama yaitu sekitar 3 minggu. Alangkah baiknya jika pada nantinya ada rekan – rekan yang ingin melanjutkan penelitian ini supaya dipersiapkan lebih dini untuk pengetahuan mendasar seperti

- 1). Dilakukan *feeding* dengan dicampur garam lebih efektif dan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk.
- 2). Reaktor *Continuous Flow Bin* mampu mengolah sampah organik pasar dengan konsep *high rate vermicomposting*, jadi peneliti nantinya dapat langsung memberikan rasio di angka 1,75 : 7 untuk menghemat waktu. Namun, dapat diberikan variasi yang berbeda pada *vermibednya* misalnya dengan limbah blothong PG. Madukismo ataupun *sludge* IPAL Sewon.



## V. DAFTAR PUSTAKA

- A.E., Clive, Q.A., Norman, dan S. Rhonda. *Vermiculture Technology : Earthworm, Organik Wastes, and Environmental Management*. 2011. US : CRC Press Taylor dan Francis Group.
- B.M.A., Dortmans., S. Diener., dan B.M., Verstappen. Penerjemah, O. Dwi Cahyani. *Buku Panduan Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF)*. 2017. Swiss : Eawag Sandec.
- Bruun, S., Nigussie, A., Neergarad, A., dan Thomas W. Kuyper. (2017). Earthworms Change the Quantity and Composition of Dissolved Organic Carbon and Reduce Greenhouse Gas Emissions during Composting. *Elsevier Journal : Waste Management Journal.*, vol. 62., pp 43-51.
- Chaoui, H. (2010). Vermicasting (or Vermicomposting): Processing Organic Wastes through Earthworms, Factsheet. *Agreement of Differential Gene Expression (ADGEX).*, pp, 743/537.
- Damanhuri, E., Padmi, T. 2010. *Pengelolaan Sampah*. Bandung : ITB Press
- Fadilah, U., Waluyo, J., dan W. Subchan. (2017). Efektivitas Cacing Tanah (*Lumbricuss rubellus* Hoff.) dalam Degradasi Karbon Organik Sampah Sayur Pasar Tanjung Jember. *Berkala Saintek* ,vol.V, pp, 1-6.
- Gaddie, E.R., dan Douglas, D.E. 1975. *Earthworms for Ecology and Profit*. California : Book Worm Publishing Company
- Huang, K., Li, F., Wei Y., Fu, X., dan X. Chen. (2014). Effects of Earthworms on Physicochemical Properties and Microbial Profiles during Vermicomposting of Fresh Fruit and Vegetables Wastes. *Biores.Tech : Elsevier Journal*. Vol.170, pp. 45-52.
- M. M. Manyuchi, A. Phiri, N. Chirinda, P. Muredzi, J. Govha, dan T. Sengudzwa. (2012). Vermicomposting of Waste Corn Pulp Blended with Cow Dung Manure using *Eisenia Fetida*. *World Academy of Science, Engineering and Technology.*, vol. 68, pp. 1306-1309.

- Manyuchi, M., dan P. Murenzi. (2013). Continuous Flow through Vermireactor for Medium Scale Vermicomposting. *Asian Journal of Engineering and Technology*., vol.01 - issue 01, pp, 46,.
- Orozco, S. H., Cegarra, J., Trujillo, L. M., dan Roig, A. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: Effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biol. Fertil. Soils* 22: 162–166.
- Palungkun. 2010. *Usaha Ternak Cacing Tanah Lumbricus rubellus*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Pattnaik, S., dan M.V. Reddy. (2010). Nutrient Status of Vermicompost of Urban Geen Waste Processed by Three Earthworm Species *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae*, and *Perionyx excavates*. *Applied and Enviromental Soil Science*. Vol. 2010. Article ID 967526. 13 pages. Doi : 10.11 55 atau 2010 atau 967526.
- Rahmatullah, F., Sumarni, W., dan E.B. Susatyo. (2013). Potensi Vermikompos Dalam Meningkatkan Kadar N dan P Pada Limbah IPAL PT. Djarum. *Indonesian Journal of Chemical Science* 2(2):142-147.
- Rosmarkam, A., dan N.W., Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- S, Suthar. (2009). Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate,” *Ecol. Eng.*, vol. 35, no. 5, pp. 914–920.
- S. Gajalakshmi, dan S.A. Abassi. (2004). Earthworms and Vermicomposting. *Indian J. Biotechnol.*, vol. 3, pp, 486-494,.
- Sihombing, D. T. H. 2002. *Satwa Harapan I*. Bogor : Pengantar Budidaya Wirausaha Muda.
- Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D & W. Hartatik., 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati, Petunjuk Teknis Uji Mutu dan Efektivitas Alternatif Anorganik & Baku Mutu Pupuk Organik*. Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D, dan W. Hartatik., 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati, Petunjuk Teknis Uji Mutu dan Efektivitas Alternatif*

*Anorganik & Baku Mutu Pupuk Organik*. Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.

Stofella, P.J., dan Brian A. Khan. 2001. *Compost Utilization in Horticultural Cropping Systems*. USA : Lewis Publishers.

Sugiantoro, A. 2012. *Harta karun dari Cacing Tanah: Budidaya Cacing tanah Untuk Obat Alternatif*. Yogyakarta : Dafa Publishing.

Sutedjo, M, M., Kartasapoetra, dan A, G.,Sastroatmodjo, S. 1996. *Mikrobiologi Tanah*. Jakarta : Rineka Cipta.

Sutedjo, M.M.,A.G. Kartasapoetra, dan Rd. S. Sastroatmodjo. 1996. *Mikrobiologi Tanah*. PT. Rhineka Cipta Pemupukan Cetakan ke 6 Penerbit PT Rineka Cipta. Jakarta. Hal 56-57

T. Abbasi, S. Gajalakshmi, dan S. A. Abbasi. (2009). Towards modelling and design of vermicomposting systems: Mechanisms of composting /vermicomposting and their implications. *Indian Journal of Biotechnology*., 8, pp. 177-182.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. Singapore : Mc Graw-Hill Book Co.

Tiwari, S. C. B. K. Tiwari, R. R. Misha. (1989). Microbial Population, Enzyme Activities and Nitrogen Phosphorus Potassium Enrichment in Earthwormcast and Insurrounding Soil of a Pineapple Plantation. *Biol Fertil Soils*. 8: 178-182.

Tognetti, C., Mazzarino, M.J. dan Laos. (2007). Improving the Quality of Municipal Organic Waste Compost. *Jurnal Bioresource Technology*., vol. 98, pp, 1067-1076..

Wahyuni, S. 2011. *Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah*. Jakarta : AgroMedia Pustaka.

Yuliarti, N. 2009. 1001 *Cara Menghasilkan Pupuk Organik*, Yogyakarta : Lily Publishe.