

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH *FLESHING* IKAN MENJADI KOMPOS DENGAN MENGGUNAKAN ULAT KANDANG

Doni Tiyas Efendi^{*)}, Endro Sutrisno^{**)}, Winardi Dwi Nugraha^{**)}

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

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

e-mail: donitiyasefendi@outlook.com

Abstrak

Limbah daging (limbah fleshing) ikan sangat potensial mencemari lingkungan karena mudah busuk dan hancur. Kandungan unsur N protein tersisa dalam limbah fleshing dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Salah satunya adalah untuk sumber nitrogen pada pembuatan pupuk organik sistem pembuatan kompos. *Alphitobius diaperinus* merupakan salah satu jenis serangga yang cukup umum dijumpai. Kumbang ini berukuran kecil, dengan panjang sekitar 5 mm. Warna kumbang ini cokelat kemerahan hingga hitam pekat. Habitatnya cukup luas, mulai dari hutan, perkebunan, pemukiman, tempat penyimpanan bahan pangan dan pakan hingga area peternakan. Kumbang ini menyukai lingkungan yang cenderung gelap dan lembab, sehingga banyak ditemukan di alas kandang ayam broiler. Pada penelitian ini digunakan pengolahan limbah ikan menjadi kompos dengan menggunakan ulat kandang dengan variabel bebas yaitu bahan baku (limbah ikan) dan ulat kandang untuk mengolah limbah ikan tersebut. Selama 35 hari pengomposan, nilai optimum limbah ikan yang dapat dikonsumsi oleh ulat kandang yaitu sebesar 100 gr dengan jumlah bobot ulat kandang sebesar 304 gr. Jumlah variasi pakan terhadap perkembangan tidak mempengaruhi nilai unsur hara tersebut dikarenakan oleh kandungan limbah pada ikan tersebut. Pengomposan dengan menggunakan ulat kandang dilakukan selama 35 hari. Hasil dari pengomposan ulat kandang adalah kadar C : 32,45%; kadar N : 2,98%; kadar P : 6,97% ; kadar K : 7,23% ; kadar C/N : 14,086%; kadar Cu : 5,46 ppm; kadar Zn : 4,55 ppm; kadar Mn : 0,77 ppm; kadar Fe : 17,36 ppm

Kata Kunci : Kompos; Ulat kandang; Limbah Fleshing Ikan; C/N; Cu; Zn; Mn; Fe; C; N; P ; K

Abstract

*[Utilization Of Waste Fish Into Compost by *Alphitobius diaperinus*]. A Fleshing waste of fish is very potential to contaminate the environment because it's non-perishable. The element content N protein remaining in a fleshing waste can be used for various purposes. One of them is a nitrogen source in organic fertilizer, composting system. *Alphitobius diaperinus* is one of the insects that is quite common. These beetles are small, with a length of about 5 mm. The color of this beetle is a reddish-brown to jet-black. It has quite an extensive habitat, from forests, plantations, settlements, storage of food and feed materials to farm areas. These beetles like the environments tend to be dark and damp so it can be found at cage pad of broiler chicken. This study used fleshing waste processing from fish become compost by using *Alphitobius diaperinus* with dependent variable are raw material (fleshing waste of fish) and *Alphitobius diaperinus* to cultivate it. For 35 days composting, the optimum value fleshing waste of fish that can be consumed by *Alphitobius diaperinus* is 100 gr with total weight *Alphitobius diaperinus* is 304 gr. A number fodder variation about the development is not affect the value of nutrients because of waste content in fish. Composting by use *Alphitobius diaperinus* are taken for 35 days. The result of *Alphitobius diaperinus* composting are C level : 32,45% ; N level : 2,98% ; P level 6,97% ; K level : 7,23% ; C/N level : 14,086% ; Cu level : 5,46 ppm; Zn level : 4,55 ppm; Mn level : 0,77 ppm; Fe level : 17,36 ppm.*

Keyword: Compost; *Alphitobius diaperinus* ; fleshing waste of fish; C/N; Cu; Zn; Mn; Fe; C; N; P; K

1. PENDAHULUAN

Limbah daging (limbah *fleshing*) ikan sangat potensial mencemari lingkungan karena mudah busuk dan hancur. Kandungan unsur N protein tersisa dalam limbah *fleshing* dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Salah satunya adalah untuk sumber nitrogen pada pembuatan pupuk organik sistem pembuatan kompos, yaitu memecah ikatan panjang dari bahan organik menjadi ikatan pendek dengan bantuan mikrobia agar dapat diserap oleh akar tumbuhan. Seperti diketahui bahwa, ikan termasuk kategori bahan makanan yang mudah membusuk (*perisable foods*), sehingga bahan sisa berupa kepala ikan, serpihan daging ikan, isi perut ikan, sirip ikan dan ekor jika tidak ditangani secara cermat akan menimbulkan bau busuk yang menyengat. Bau yang menyengat akan mengundang banyak lalat dan dapat menimbulkan berbagai macam penyakit.

Akhir-akhir ini telah banyak dikembangkan pembuatan kompos dengan metode vermikomposting. Vermikomposting adalah proses pembuatan kompos dari hasil perombakan bahan-bahan organik yang dilakukan oleh cacing tanah yang hasilnya disebut vermikompos. Vermikompos merupakan campuran kotoran cacing tanah (*casting*) dengan sisa media atau pakan untuk budidaya cacing tanah. Oleh karena itu vermikompos merupakan pupuk organik yang ramah lingkungan dan memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan dengan kompos lain yang dikenal selama ini (Karmakar *et al.*, 2012)

Dalam penelitian ini akan menggunakan ulat kandang sebagai media vermikomposting karena dalam dunia penelitian tentang *vermicomposting* masih sangat jarang menggunakan ulat kandang dengan pemberian pakan limbah *fleshing* sebagai media *vermicomposting* sehingga masih diperlukan banyak penelitian untuk mengetahui hasil dari vermikomposting terhadap ulat kandang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental-laboratorium. Penelitian ini berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi yang terkontrol secara ketat dalam skala laboratorium yaitu membuat kompos dengan memanfaatkan ulat kandang dan limbah *fleshing* ikan sebagai bahan baku pembuatannya.

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian meliputi beberapa langkah penelitian:

1. Identifikasi masalah
2. Studi pustaka
3. Tahap sampling
4. Penelitian pendahuluan
5. Penentuan variasi bahan baku kompos dan ulat kandang
6. Tahap persiapan penelitian
7. Tahap pembuatan kompos
8. Perlakuan kontrol dan pengujian kualitas kompos
9. Tahap analisis kompos
10. Kesimpulan dan saran

Variabel bebas pada penelitian, yaitu:

1. Jumlah ulat kandang yang digunakan dalam proses vermikomposting yaitu 200 gr/kotak.sebanyak 10 kotak (Prasetyo dan Putra, 2011)
2. Variasi jumlah pakan ulat kandang yang digunakan dalam proses vermikomposting yaitu dengan menggunakan presentase berat ulat kandang sebesar 3%, 7%, 10%, 13%, 16%, 20%, 23%, 26%, 30% dan 33% pada Kotak 1 sampai kotak 10
3. Variasi waktu : 5, 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 hari (Standar dalam pembuatan kompos)

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

1. C-Organik
2. N
3. P
4. K
5. Rasio C/N
6. Fe
7. Mn
8. Cu
9. Zn

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

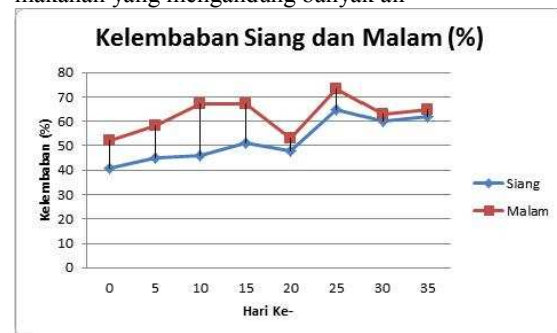
1. Temperatur
2. pH
3. Kelembaban

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kontrol Proses Pengomposan

3.1.1. Kelembaban

Domjnguez *et al.* (1997) menemukan bahwa kisaran kelembaban yang terbaik adalah antara 80-90%, dengan kisaran optimum sebesar 85%.. Kelembaban media dapat dipertahankan dengan penambahan air pada media dan menyediakan bahan makanan yang mengandung banyak air

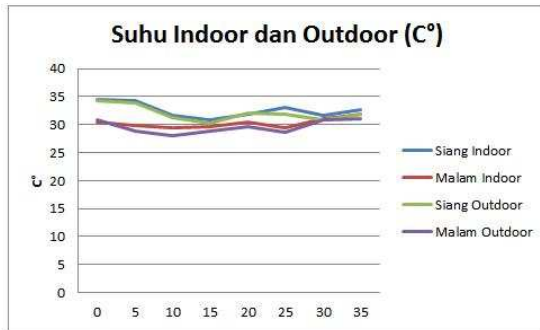


Gambar 1.

Grafik Kelembaban pada Siang dan Malam Hari

3.1.2. Suhu

Suhu lingkungan sangat berpengaruh pada aktivitas metabolisme, pertumbuhan, respirasi, dan produksi cacing. Suhu lingkungan yang ideal untuk aktivitas pertumbuhan dan saat penetasan kokon menjadi juvenil berkisar 15-25°C. Bila suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah, maka proses fisiologis akan terganggu (Anwar, 2009). Suhu selama proses mengindikasikan adanya panas yang dilepaskan oleh mikroorganisme sebagai hasil dari reaksi oksidasi, diantaranya adalah bakteri mesofil (*Anjungsari, 2010*).

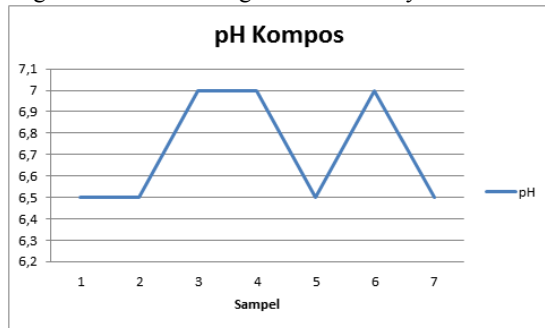


Gambar 2.
Grafik Suhu Indoor dan Outdoor pada Siang dan Malam Hari

Pada penelitian ini, semua variabel memasuki fase mesofilik. Pada fase mesofilik vermicomposting berlangsung dalam rentang 10°C-32°C (Dominguez et al., 2010a; Dominguez, 2011b).

3.1.3. pH

Menurut Pattnaik dan Reddy (2010), untuk pertumbuhan yang baik, cacing tanah bisa bertahan hidup dalam rentang pH dari 5 sampai 9, tetapi optimalnya 7,5-8. Secara umum, pH bedding cacing cenderung menurun dari waktu ke waktu karena fragmentasi material organik di bawahnya.



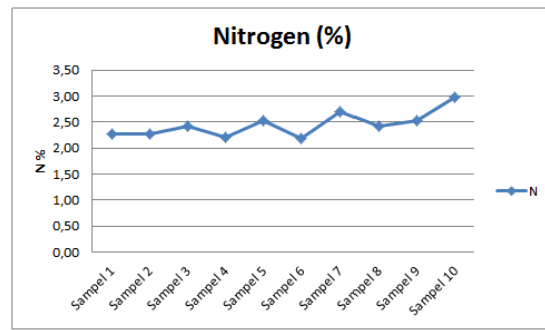
Gambar 3.
Grafik pH Kompos Selama Penelitian

Turunnya pH selama proses vermicomposting berlangsung antara lain disebabkan terjadinya degradasi rantai pendek asam lemak dan amonifikasi unsur N. Selain itu proses fiksasi CO₂ menjadi CaCO₃ juga dapat menurunkan pH (Pattnaik et al., 2010).

3.2. Analisis Unsur Makro Pengomposan

3.2.1. Nitrogen Total

Kandungan nitrogen dalam kompos sangat dipengaruhi oleh proses pengomposan dan bahan baku yang digunakan. Dalam proses pengomposan, bentuk nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman dari hasil dekomposisi bahan organik adalah amonium (NH₄⁺) dan nitrat (NO₃⁻). Senyawa tersebut berasal dari proses penguraian protein (Hardjowigeno, 2003).

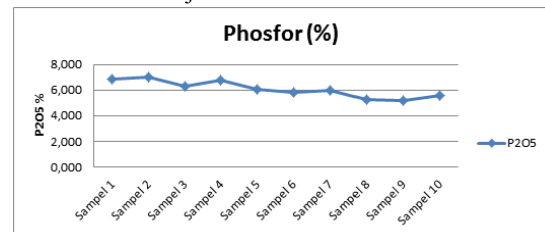


Gambar 4.
Grafik Nilai Nitrogen (N)

Dari hasil penelitian didapatkan nilai maksimum dalam satu kali pengukuran yaitu pada kotak ke 10 dengan nilai nitrogen sebesar 2,98% dan nilai nitrogen yang terendah berada pada kotak ke 6 yaitu sebesar 2,19% dalam satu kali pada pengambilan sampel hari ke 35. Nitrogen kascing nilainya sangat tinggi pada masing-masing perlakuan karena beberapa faktor. Edwards dan lofty (1977) menjelaskan bahwa naiknya unsur hara N disebabkan oleh adanya bakteri Azotobacter, sehingga laju mineralisasi dan peningkatan senyawa nitrogen selama vermicomposting meningkat.

3.2.2. Fosfor Total

Menurut Murbandono (1989), selama proses pengomposan mikroorganisme menghisap sebagian P untuk membentuk zat putih telur di dalam tubuhnya. Jika pembuatan kompos berlangsung baik, maka 50 – 60% P akan berupa bentuk terlarut sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman. Namun apabila proses pengomposan berlangsung lebih lama, kadar P pun akan menjadi menurun. Hal tersebut dikarenakan unsur P dikonsumsi oleh mikroorganisme sehingga kadar P akan menjadi lebih rendah.



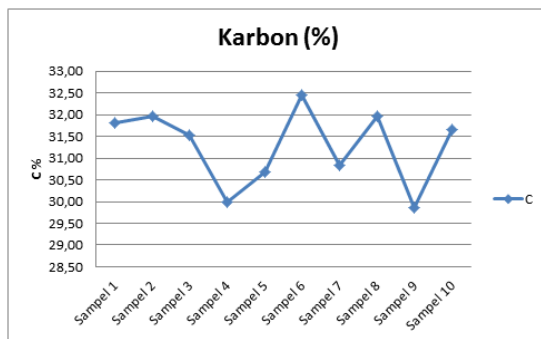
Gambar 5.
Grafik Nilai Phosfor (P)

Dari hasil pengukuran selama 35 hari didapatkan data maksimum untuk nilai phosphor berada pada kotak ke 2 dengan nilai 6,98% dan nilai minimum berada pada kotak ke 9 dengan nilai 5,15% dalam satu kali pengukuran pada pengambilan sampel hari ke 35. Menurut Minnich (1977) kascing mengandung fosfor 6-7 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tanah. Catalan (1981) melaporkan bahwa kascing mengandung P₂O₅ sebesar 1,43%. Kandungan hara P kascing masing-masing perlakuan sangat tinggi. Fosfor yang tinggi ini disebabkan oleh sedikitnya P yang digunakan oleh mikroorganisme selama vermicomposting berlangsung, sementara proses mineralisasi limbah organik yang menghasilkan P berlangsung terus dengan bantuan enzim fosfatase

yang terdapat dalam kascing memacu mineralisasi P organik (Roslim, 1994)

3.2.3 Karbon

C organik penting untuk mikroorganisme tidak hanya sebagai unsur hara, tetapi juga sebagai pengkondisi sifat fisik tanah yang mempengaruhi karakteristik agregat dan air tanah. Seringkali ada hubungan langsung antara persentase C organik total dan karbon dari biomassa mikroba yang ditemukan dalam tanah pada zona iklim yang sama. C organik juga berhubungan dengan aktivitas enzim tanah. Di perkebunan teh Gambung, C organik tanah juga digunakan untuk menentukan dosis asam-asam organik dan apabila ditambahkan ke dalam tanah akan meningkatkan kandungan senyawa organik dalam tanah yang dicirikan dengan meningkatnya kadar C organik tanah (Darliana, 2009)



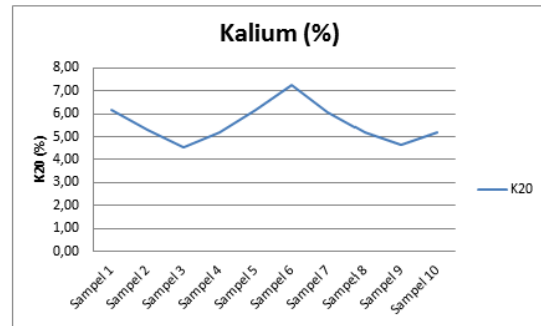
Gambar 6.

Grafik Nilai Karbon (C)

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan nilai karbon maksimum yaitu sebesar 32,45% dan nilai minimum yaitu sebesar 29,85%. Pengukuran nilai unsur hara makro karbon hanya dilakukan sebanyak 10 sampel dan 1 kali pengukuran pada pengambilan sampel hari ke 35. C organik penting untuk mikroorganisme tidak hanya sebagai unsur hara, tetapi juga sebagai pengkondisi sifat fisik tanah yang mempengaruhi karakteristik agregat dan air tanah (Darliana, 2009)

3.2.4 Kalium

Kalium merupakan unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanaman yang kekurangan unsur hara K akan tampak daun mengkerut atau keriting, timbul bercak – bercak merah kecoklatan, ujung dan tepi daun akan tampak menguning. Peran kalium pada tanaman adalah sebagai pembentuk protein dan karbohidrat, membantu membuka dan menutup stomata, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit tanaman dan serangan hama, efisiensi penggunaan air, memperbaiki ukuran dan kualitas buah pada masa generatif (Syakir, et. al., 2009)



Gambar 7.

Grafik Nilai Kalium (K)

Dari hasil pengukuran selama 35 hari didapatkan data maksimum untuk nilai kalium berada pada kotak ke 6 dengan nilai 7,23% dan nilai minimum berada pada kotak ke 3 dengan nilai 4,51% dalam satu kali pengukuran pada pengambilan sampel hari ke 35. Reddy (1983 dalam Zulkarnain 1995) dengan menggunakan pheretima alexandri mendapatkan ketersediaan K₂O kascing yang lebih tinggi. Cacing tanah bersama-sama dengan mikroorganisme membantu proses mineralisasi limbah organik yang menghasilkan K. kandungan hara K dalam bahan pakan terdekomposisi merupakan ceminan kandungan hara K dalam kascing

3.2.5 C/N

Salah satu kriteria mutu kompos yang baik adalah dilihat dari rasio C/N kompos tersebut. Mutu kompos akan semakin baik apabila rasio C/N nya mendekati rasio C/N tanah (kurang lebih 10 - 12). Rasio C/N yang tinggi (>30:1) pada kompos yang belum matang menyebabkan dekomposisi yang lambat dan menghambat pertumbuhan tanaman karena kekurangan nitrogen tersedia. Sedangkan rasio C/N yang rendah (<10:1) menyebabkan nitrat-N yang dapat mengurangi mutu tanaman pertanian atau perkolasi ke dalam suplai air (Setyorini, et. al., 2006).

Tabel 1.

Hasil Uji Kompos Matang

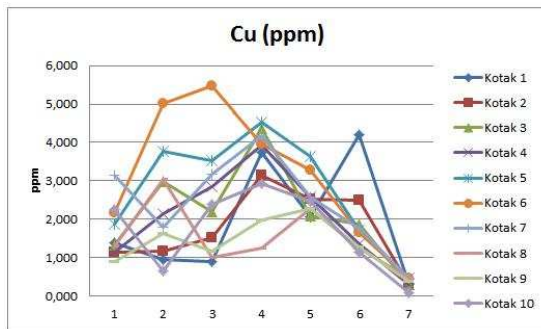
Sampel	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	C/N
1	31,81	2,27	6,834	6,16	14,020
2	31,96	2,27	6,976	5,28	14,086
3	31,52	2,41	6,263	4,51	13,061
4	29,98	2,22	6,791	5,21	13,524
5	30,68	2,53	6,058	6,15	12,127
6	32,45	2,19	5,846	7,23	14,799
7	30,84	2,71	5,974	6,04	11,384
8	31,96	2,41	5,227	5,21	13,243
9	29,85	2,53	5,149	4,62	11,799
10	31,67	2,98	5,603	5,17	10,627
Permentan No 70/2011	Min : 15%	Min : 4%	Min : 4%	Min : 4%	15%-25%
SNI 19/2004	Min : 9,8%-32%	Min : 0,4%	Min : 0,1%	Min : 0,2 %	10%-20%

Dari semua variasi pengompoan yang dilakukan nilai C/N pada penelitian tidak memenuhi persyaratan yang telah ditentukan oleh Permentan No70/2011 yaitu sebesar 15%-20%. Akan tetapi memenuhi SNI No 19/2004 produk kompos/

3.2.6 Cu

Pada kondisi pH yang sama, kelarutan Cu lebih rendah di tanah dengan kandungan bahan organik tinggi daripada di tanah dengan kandungan bahan organik rendah (Yanti dkk., 2013). Hal ini

menunjukkan bahwa kandungan bahan organik di dalam tanah dapat menurunkan ketersediaan unsur hara mikro.



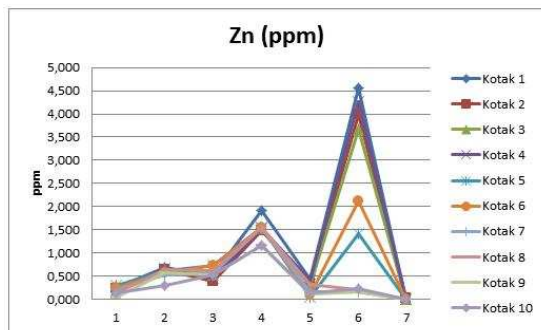
Gambar 8.

Grafik Nilai Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) merupakan unsur utama yang paling penting selain karbon, karena dibutuhkan mikroorganisme sebagai sumber makanan untuk pembentukan sel-sel tubuh mikroorganisme tersebut. Peningkatan dan penurunan yang terjadi juga berbeda-beda. Contohnya pada kotak 1 dari hasil pengamatan menunjukkan penurunan dari awal proses vermicomposting hingga pada hari ke-20 terjadi peningkatan, selanjutnya terjadi penurunan kembali.

3.2.7 Zn

Unsur Zn di alam tidak berada dalam keadaan bebas, tetapi ia terikat dengan unsur lain berupa mineral. Seng terkandung di batuan, tanah, udara, air, sampai biosfer, dan terdapat pula dalam tanaman, hewan, serta manusia. Unsur seng berfungsi sebagai katalisator pembentukan protein, dan mengatur asam indoleasetik yaitu asam pengatur tumbuh tanaman, serta berperan aktif dalam transformasi karbohidrat. Kekurangan unsur Zn tidaklah berpengaruh signifikan terhadap tanaman (Widowati dkk., 2008).



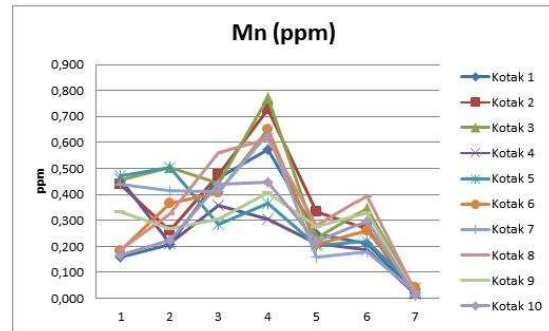
Gambar 9

Grafik Nilai Seng (Zn)

Nilai Seng (Zn) semakin lama waktu pengomposan pakan kandungan Seng (Zn) mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan adanya kenaikan dan penurunan nilai Seng (Zn) untuk menentukan nilai tertinggi dan terendah pada proses Setabolism5ting. Terjadinya penurunan dan kenaikan nilai unsur pada kotak I sampai kotak X salah satu penyebab adalah pengaruh dari luas kotak/ Setabol memiliki jumlah pakan yang berbeda pula.

3.2.8 Mn

Unsur Mangan ini merupakan salah satu logam dengan jumlah besar di dalam tanah, dalam bentuk oksida ataupun hidroksida. Apabila tanah kekurangan Mn, akibatnya adalah gangguan penguaraian air. Derajat keasamaan yang rendah berpengaruh pada defisiensi unsur Mn dalam tanaman. Namun demikian, jika tanah mengandung Mangan dalam kadar tinggi maka bersifat toksik seperti daun tanaman yang mengering dan mengalami bercak coklat. Unsur Mn memiliki fungsi sebagai katalisator berbagai enzim yang berperan dalam perombakan karbohidrat dan Setabolism nitrogen (Widowati dkk., 2008).



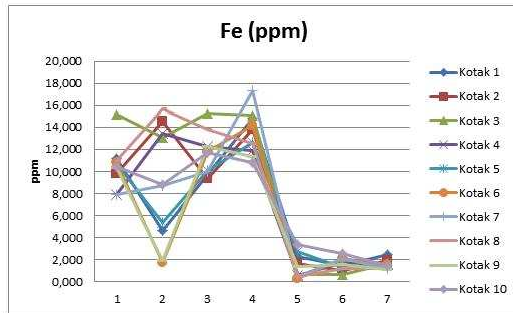
Gambar 10.

Grafik Nilai Mangan (Mn)

Dalam grafik semakin lama waktu pengomposan pakan kandungan Mangan (Mn) semakin meningkat selain itu juga mengalami penurunan pada beberapa minggu penelitian. Terjadi penurunan dan kenaikan dipengaruhi jumlah pakan yang berbeda-beda pada masing-masing kotak, selain itu dipengaruhi oleh kelembaban dan suhu di lingkungan. Kandungan Mangan (Mn) masing-masing kotak terhadap variasi waktu pada dasarnya mengalami penurunan dan kenaikan tetapi tidak mempengaruhi nilai unsur mangan terhadap standar yang di tetapkan Permentan No 70 tahun 2011

3.2.9 Fe

Unsur besi merupakan logam transisi yang berperan sebagai pembentuk klorofil, enzim, dan protein. Kurangnya kandungan zat besi pada tanaman akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, daun berguguran, dan kuncup tanaman menjadi mati (Widowati dkk., 2008). Fe dalam tanaman sekitar 80% yang terdapat dalam kloroplas atau sitoplasma. Penyerapan Fe lewat daun dianggap lebih cepat dibandingkan dengan penyerapan lewat akar, terutama pada tanaman yang mengalami defisiensi Fe. Dengan demikian pemupukan lewat daun sering diduga lebih ekonomis dan efisien (Havlin et al., 1999).



Gambar 11.

Grafik Nilai Besi (Fe)

Besi (Fe) merupakan salah satu dari 13 unsur utama yang harus tersedia dalam tanah untuk kepentingan tanaman (Lingga dan Marsono, 2003). Peningkatan kandungan mineral Besi (Fe) pada vermicompost terjadi karena adanya peningkatan mineralisasi unsur-unsur tersebut yang disebabkan oleh aktivitas enzim dan mikroorganisme di dalam saluran pencernaan cacing tanah (Allbanel dalam Ilyas, 2009). Unsur Besi (Fe) pada substrak juga akan diubah menjadi bentuk yang mudah larut oleh mikroorganisme dalam pencernaan cacing (Anjangsari, 2010).

4 KESIMPULAN

- Selama penelitian yang dilakukan selama 35 hari pengomposan menggunakan ulat kandang dengan bahan baku limbah fleshing ikan didapatkan nilai maksimum untuk kadar C : 32,45%; kadar N : 2,98%; kadar P : 6,97% ; kadar K : 7,23% ; kadar C/N : 14,086%; kadar Cu : 5,46 ppm; kadar Zn : 4,55 ppm; kadar Mn : 0,77 ppm; kadar Fe : 17,36 ppm. Pertumbuhan ulat kandang berpengaruh terhadap jumlah kotoran yang dihasilkan, akan tetapi korelasi dari pertumbuhan ulat kandang dan berat kotoran tidak mempengaruhi nilai unsur hara produk kompos yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan oleh kandungan dari limbah ikan tersebut.
- Selama penelitian 35 hari terjadi peningkatan berat pada ulat kandang dengan nilai maksimum sebesar 304 gr namun pada suatu titik terjadi peningkatan yang tidak terlalu signifikan yang disebabkan oleh perubahan ulat kandang menjadi kumbang. Sedangkan hasil optimum limbah yang dapat dikonsumsi oleh ulat kandang yaitu sebesar 100 gr dengan jumlah berat ulat kandang sebesar 304 gr
- Dari semua parameter unsur hara mikro (Fe, Mn, Cu dan Zn) dan makro (C, N, P, K) yang diamati, nilai C/N yang tidak memenuhi Permentan No 70/2011 namun memenuhi persyaratan dalam SNI produk kompos

5 SARAN

- Perlu adanya keberlanjutan penelitian tentang pengolahan sampah menggunakan ulat kandang agar didapat hasil yang lebih baik
- Inovasi dari perkembangan penelitian perlu ditingkatkan sebagai alternative pengolahan limbah yang ada
- Penelitian tentang perkembangan ulat kandang sebagai pengolah limbah perlu diperdalam sehingga bias menghasilkan income disamping mengolah limbah yang ada
- Perlu penerapan dalam skala yang lebih besar untuk mengolah limbah dengan menggunakan ulat kandang.

6 DAFTAR PUSTAKA

Anjangsari, E. 2010. Komposisi Nutrien (NPK) Hasil Vermikomposting Campuran Feses Gajah (*Elephas maximus sumatrensis*) dan Seresah Menggunakan Cacing Tanah (*Lumbricus terrestris*). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Anwar, E.K. 2009. Efektivitas Cacing Tanah *Pheretima hupiensis*, *Edrellus sp.* dan *Lumbricus sp.* Dalam Proses Dekomposisi Bahan Organik. Balai Penelitian Tanah dan Agroklimat. Vol. 14, No. 2: 149-158.

Darlina. 2009. Pengaruh Jenis Bokashi Terhadap C Organik

Dominguez J, Edwards CA, Subler S. 1997. A Comparison of Vermicomposting and Composting. *Bio Cycle* 38: 57-59.

Dominguez, J. 2011b. *The Microbiology of Vermicomposting*. London: Francis Group LLC

Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo

Karmakar, S., Brahmachari, K., Gangopadhyay, A., and Choudhury S. R., 2012. Recycling of different available organic waste through vermicomposting, *E-Journal of Chemistry*, 9: 801-806.

Murbandono HS, L. 1989. *Membuat Kompos*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Pattnaik, S. and M.V. Reddy. 2010. Nutrient Status of Vermicompost of Urban Green Waste Processed by Three Earthworm Species *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae*, and *Perionyx excavatus*. *Applied and Environmental Soil Science*. Volume 2010. Article ID 967526. 13 pages. doi : 10.1155/2010/967526

Setyorini D. et.al. 2006. *Kompos*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Widowati, W., dkk. (2008). Efek Toksik Logam. Yogyakarta: Penerbit Andi. Hal. 109- 110, 119-120, 125-126.

Yanti, Yuli Afrida, Indrawati dan Revilda. 2013. Penentuan Kandungan Unsur Hara Mikro (Zn, Cu, dan Pb) Didalam Kompos Yang dibuat dari Sampah Tanaman Pekarangan dan Aplikasinya Pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum Mill.*). *Jurnal Kimia Unand*. Vol 2. No1. Maret 2013. ISSN No 2303-3401.