

Karakteristik Produksi Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) dengan Pakan Limbah Pasar Berupa Sayur Sawi Hijau dan Pepaya

Production Characteristic of Earthworms (Lumbricus rubellus) by Feeding Traditional Market Waste in the Form of Mustard Greens and Papaya

S. Liberty, Y. C. Endrawati*, & Salundik

Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Indonesia

*Corresponding author: y-cahya@apps.ipb.ac.id

(Received 15-02-2022; Revised 09-03-2022; Accepted 31-03-2022)

ABSTRACT

Environmental pollution can be minimized by utilizing traditional market waste through the cultivation of earthworms. Market waste that is commonly found is vegetable and fruit waste. Market waste that is used as feed can minimize the production budget in worm farming. This research used a completely randomized method, four treatments and three replications. The aim of this study was to investigate the effect of feed with mustard green waste and papaya waste on the productivities (body weight and body length) of *Lumbricus rubellus*, vermicompost production, and that economic value. The results of the study stated that the treatment significantly ($P < 0.05$) affected the parameters of worm body weight, worm body length, and vermicompost production. Papaya waste (P_{400}) treatment produce the highest body weight of *L. rubellus* in 1.108 ± 0.128 g, body length in 9.367 ± 0.446 cm, and waste degradation in 45.62 %. The papaya waste showed the highest results in terms of body weight gain and body length of *L. rubellus*. The cultivation of earthworm can provide economic value for Rp 514.428,60/4 months by producing earthworms and vermicompost.

Keywords: cow dung, *Lumbricus rubellus*, mustard green waste, papaya waste

ABSTRAK

Pencemaran lingkungan dapat diminimalisir dengan memanfaatkan limbah pasar tradisional melalui budidaya cacing tanah. Limbah pasar yang umum ditemukan yaitu limbah sayur dan buah. Limbah pasar yang digunakan sebagai pakan dapat meminimalisir anggaran produksi dalam budidaya cacing. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji produktivitas (bobot dan panjang badan) cacing tanah *L. rubellus* dan produksi vermikomposnya pada pemberian pakan dari limbah sayur sawi dan buah pepaya, serta nilai ekonomi budidayanya. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap, empat perlakuan dan tiga ulangan. Hasil studi menunjukkan bahwa perlakuan secara nyata ($P < 0.05$) mempengaruhi parameter bobot badan dan panjang badan cacing, serta produksi vermikomposnya. Perlakuan limbah pepaya (P_{400}) menghasilkan bobot badan cacing tertinggi sebesar 1.108 ± 0.128 g, panjang badan cacing tertinggi sebesar 9.367 ± 0.446 cm, dan degradasi limbah tertinggi sebesar 45.62%. Penggunaan limbah pepaya juga menghasilkan nilai tertinggi pada pertambahan bobot badan dan panjang badan *L. rubellus*. Budidaya cacing dapat memberikan nilai ekonomis sebesar Rp 514.428,60/4 bulan dari hasil cacing tanah dan vermikompos.

Kata kunci: kotoran sapi, limbah pepaya, limbah sayur sawi, *Lumbricus rubellus*

PENDAHULUAN

Pasar-pasar tradisional di Indonesia banyak menghasilkan limbah organik yang belum dimanfaatkan secara ideal sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran ekologi yang dapat menimbulkan penyakit (Elni *et al.* 2016). Pada tahun 2020 Indonesia menghasilkan 67.8 juta ton sampah yang diantaranya terdiri dari 37.3 % sampah dari kegiatan rumah tangga, dan 16.4 % dari sampah pasar tradisional (KLHK 2020). Sampah dapat diatasi dengan sistem penanggulangan yang baik, aman, dan murah (Mulyono 2014). Salah satunya dengan cara memanfaatkan limbah sebagai pakan.

Pakan merupakan komponen yang sangat mempengaruhi biaya produksi dalam budidaya. Oleh karena itu alternatif pakan yang bersumber dari limbah pasar akan lebih menguntungkan bagi peternak. Elni *et al.* (2016) menyatakan bahwa limbah pasar yang umum ditemui dan aksesibilitasnya yang sangat melimpah secara konsisten di pasar adalah limbah sayur sawi dan buah pepaya. Produksi sawi di Kabupaten Bandung sebagaimana ditunjukkan oleh BPS Kabupaten Bandung (2020) mencapai 4.323 kw, sedangkan buah pepaya mencapai 10.312 kw. Sebanyak 60 % limbah yang bersumber dari aktivitas jual beli di pasar adalah limbah sayur dan 20 % limbah buah. Sawi bagian luar dibuang sebanyak 3-5 % dari berat sayuran baru karena kondisinya tidak memungkinkan untuk dibeli (Utama & Mulyanto 2009). Salah satu alternatif pengolahan limbah pasar adalah dengan *vermicomposting*.

Vermicomposting atau daur ulang sampah organik dengan memanfaatkan cacing tanah akan mempercepat proses penguraian limbah sayur dan buah. Cacing tanah jenis *L. rubellus* memiliki keunggulan yaitu memiliki kemampuan untuk mempercepat dekomposisi limbah organik, tingkat produktivitas yang tinggi dan penambahan bobot badan lebih cepat (Febrita *et al.* 2015). Penentuan cacing tanah jenis *L. rubellus* ini tergantung pada keberadaannya yang paling umum berkembang di Indonesia, memiliki tingkat konsumsi yang tinggi dan dapat menyesuaikan diri dengan keadaan ekologi yang berbeda, dan akan menetap di tempatnya sepanjang makanan masih ada (Soma 2000). Bahan organik yang sudah diolah cacing tanah akan menjadi kompos alami yang dikenal dengan istilah vermikompos.

Brata (2009) menyatakan bahwa cacing tanah akan mengalami perkembangan tubuh yang cepat dan menghasilkan kokon yang tinggi apabila mengkonsumsi pakan kaya nitrogen. Cacing tanah dapat memanfaatkan bahan organik dari feses hewan/ternak, dan serasah untuk perkembangannya (Brata 2009). Kandungan nitrogen yang tinggi pada kotoran sapi menyebabkan tingkat konsumsi cacing menjadi lebih tinggi dibandingkan kotoran hewan/ternak lainnya (Hanafiah *et al.* 2010). Beberapa faktor ekologi juga sangat berdampak pada perkembangan tubuh cacing tanah, seperti suhu, cahaya, sirkulasi udara dan kelembapan tanah atau media dimana cacing berkembang (Kale & Karmegam 2010). Cacing tanah sebagian besar hidup di media dengan pH ideal antara 6.55-7.98 (Kale & Karmegam 2010).

Oleh karena itu, diperlukan penelitian terkait pemanfaatan limbah pasar tradisional (sayur sawi dan

buah pepaya) sebagai alternatif pakan cacing *L. rubellus* dalam rangka penanganan sampah pasar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji produktivitas (bobot dan panjang badan) cacing tanah *L. rubellus* dan produksi vermikomposnya pada pemberian pakan limbah sayur sawi dan buah pepaya, serta nilai ekonomi budidayanya.

MATERI DAN METODE

Materi

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kotak plastik berukuran 34×28×12 cm sebanyak 12 unit, ember, pengaduk, gayung, pH meter, *termohigro*, timbangan digital, dan penggaris. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah cacing tanah yang berumur 15-30 hari dengan spesies *L. rubellus* sebanyak 600 ekor, kotoran sapi, limbah sayur sawi, limbah buah pepaya, EM4, gula pasir, air, kapur anti semut, karung, alkohol 70 %, aquades, kertas label dan alat tulis. Analisis proksimat dari kotoran sapi, sayur sawi hijau, dan buah pepaya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis proksimat bahan pakan cacing tanah *Lumbricus rubellus* (%)

Bahan	Kotoran Sapi	Sawi Hijau	Buah Pepaya
	a)	b)	c)
Karbohidrat	75.30	41.23	85.58
BETN	60.16	17.77	76.70
Abu	7.81	18.63	7.02
PK	15.08	3.61	7.38
SK	15.14	23.46	8.88
LK	1.80	36.53	0.01

Sumber: a) Anamayi *et al.* (2016), b) Adejumoa & Sola *et al.* (2016) dan c) Maisarah *et al.* (2014)

Metode

Persiapan Tempat, Media Tumbuh, Pakan, dan Cacing Tanah

Tempat penelitian didesain tertutup karena cacing merupakan hewan *nokturnal* yang aktif beraktivitas pada malam hari atau saat gelap. Kotak media diletakkan pada lantai yang sudah diberi kapur anti semut untuk menghindari predator. Media tumbuh cacing yang digunakan yaitu kotoran sapi yang didapat dari salah satu peternakan yang ada di daerah Cileunyi, Kabupaten Bandung. Limbah kotoran sapi yang digunakan yaitu kotoran sapi yang sudah diangin-anginkan selama 10 hari. Pengadukan media kotoran sapi dilakukan setiap dua hari sekali agar aerasi berjalan dengan baik.

Pakan yang digunakan yaitu limbah sayur sawi dan limbah buah pepaya. Kedua limbah ini diambil dari pasar Gede Bage, Kota Bandung. Limbah sawi dan pepaya ini dicuci hingga bersih dan dipotong kecil-kecil menggunakan pisau. Limbah difermentasikan menggunakan campuran larutan EM4, gula pasir, dan air dengan perbandingan 5 kg : 8 ml : ½ sendok makan : 600 ml. Campuran limbah tersebut dimasukkan ke dalam ember dan ditutup rapat dengan tambahan plastik untuk mendapatkan kondisi anaerob. Fermentasi berlangsung selama satu minggu. Cacing tanah yang digunakan adalah

cacing tanah yang berumur 15-30 hari dengan jenis *L. rubellus*. Cacing tanah yang diperlukan yaitu sebanyak 600 ekor. Rata-rata bobot badan per ekor cacing tanah yang digunakan berkisar 0.25-0.75 g.

Pemeliharaan Cacing Tanah

Budidaya cacing tanah menggunakan media kotoran sapi yang diisi sebanyak 3 kg disetiap kotak dengan perlakuan pemberian pakan berupa limbah sayur sawi dan buah pepaya. Media yang sudah siap dilakukan penanaman cacing tanah sebanyak 50 ekor cacing tanah *L. rubellus* disetiap kotaknya yang berukuran 34x28x12 cm. Selama pemeliharaan cacing tanah dilakukannya pengukuran suhu dan kelembapan setiap hari pada pagi dan sore hari pada pukul 07.00-07.30 WIB dan pukul 17.00-17.30 WIB. Kelembapan media dikontrol setiap hari. Pemberian pakan diberikan selama dua kali dalam satu minggu pada setiap media. Masing- masing perlakuan dilakukan ulangan sebanyak tiga kali. Pemeliharaan juga dilakukan dengan cara media dipercikkan air untuk menjaga suhu dan kelembapan media. Apabila media terlalu padat dapat dilakukan pengadukan media agar aerasi berjalan baik. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Taraf perlakuan pakan pada cacing tanah *Lumbricus rubellus*

Perlakuan	Keterangan
Kontrol (K)	Tanpa perlakuan pakan
S400	Perlakuan pakan 400 g limbah sawi
P400	Perlakuan pakan 400 g limbah pepaya
S200P200	Perlakuan pakan 200 g limbah sawi + 200 g limbah pepaya

Peubah yang diamati

1. Bobot badan cacing tanah

Bobot badan cacing tanah ditimbang dengan melakukan penimbangan bobot cacing pada hari ke-nol, 14, 28, 42 dan 56.

$$PBB = B_t - B_o$$

Keterangan : PBB = Pertambahan bobot badan/ 14 hari (g); B_t = Bobot badan cacing hari ke-t (g); B_o = Bobot badan cacing awal hari ke-0 (g).

2. Panjang Badan Cacing Tanah

Pengukuran panjang badan awal cacing tanah dilakukan dengan melakukan peminsanan cacing tanah dengan alkohol 70% dan aquades. Pengukuran dilakukan pada hari ke 0, 14, 28, 42 dan 56.

$$PPB = P_t - P_o$$

Keterangan : PPB = Pertambahan panjang badan/ 14 hari (g), P_t = Panjang badan cacing pada hari ke-t (g), P_o = Panjang badan pada hari ke-0 (g).

3. Produksi Vermikompos

Perhitungan produksi vermicompos dihitung dengan melakukan penimbangan berat media pada hari ke-56, lalu degradasi limbah dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Ds = \frac{T - P}{P}$$

Keterangan: Ds = degradasi limbah (%), T = Berat akhir pengomposan (g), P = Berat awal pengomposan (g).

4. Nilai Ekonomi Budidaya Cacing Tanah

Perhitungan nilai ekonomi budidaya diperoleh dengan pendekatan nilai pendapatan dari hasil penjualan output. Analisis ekonomi budidaya terdiri dari biaya tetap, biaya variabel, dan biaya total. Biaya tetap terdiri dari biaya penyusutan alat dan biaya tenaga kerja. Biaya penyusutan alat diasumsikan 10 % per tahun investasi (Febrianti & Zakia 2019), sedangkan untuk biaya tenaga kerja dihitung dengan asumsi upah per harinya sebesar Rp 40.000,00 dengan 7 jam kerja. Satu hari pemeliharaan cacing tanah menghabiskan waktu selama 30 menit yaitu masing-masing 15 menit pada pagi dan sore hari. Total waktu pemeliharaan sesuai dengan penyetaraan satuan kerja yaitu empat bulan dengan jumlah 100 hari dan dihitung berdasarkan Hari Kerja Wanita (HKW). Hari kerja wanita (HKW) adalah tenaga kerja yang dikelarkan oleh satu wanita dewasa per hari dalam kegiatan usahatani yang nilainya setara dengan 0.8 HKP (Hari Kerja Pria) (Inal *et al.* 2014). Biaya variabel produksi dihitung selama empat bulan pemeliharaan cacing dan biaya total adalah keseluruhan biaya yang terjadi pada produksi jangka pendek.

Nilai ekonomi budidaya dianalisis menggunakan analisis ekonomi yang kemudian dideskripsikan sesuai hasil yang diperoleh. Optimisasi ekonomi dapat dikaji dari hubungan fungsional antara jumlah produk yang terjual (Q) terhadap harga jualnya (P) (Arsyad 2000). Rumus analisis ekonomi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$TR = P \times Q$$

Keterangan: P = Harga tiap unit yang terjual (Rp/kg), Q = Jumlah unit (kg/bulan), TR = Total penerimaan (Rp/bulan).

Nilai ekonomi budidaya dianalisis dengan pendekatan nilai pendapatan dari hasil menjual output berupa cacing tanah dewasa dan vermicompos. Sunyoto (2013) menyatakan secara matematis nilai ekonomi tersebut dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut.

$$I = TR - TC$$

Keterangan: I = Pendapatan (Rp/bulan), TR = Total penerimaan (Rp/ bulan), TC = Total biaya (Rp/bulan).

Analisis Data

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat taraf perlakuan dan tiga ulangan. Model matematika yang digunakan adalah:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan: Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan K, S, P, SP; ulangan ke 1,2,3; μ = rata-rata umum; A_i = pengaruh perlakuan ke-i; dan ε_{ij} = pengaruh perbedaan media pada perlakuan ke-i ulangan ke-j.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan ANOVA. Apabila hasil berbeda nyata atau berbeda sangat nyata dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembapan Relatif (RH) Tempat Penelitian

Suhu ruangan (tempat penelitian) merupakan salah satu aspek keberhasilan budaya cacing tanah. Fluktuasi suhu udara yang tinggi akan mempengaruhi proses fisiologis cacing tanah seperti metabolisme, pernafasan, pertumbuhan, dan perkembangbiakan (Sihombing 2002).

Suhu selama pemeliharaan pada pukul 07.00-07.30 WIB memiliki rata-rata 26.58 ± 0.35 °C dan pukul 17.00-17.30 yaitu 27.82 ± 0.66 °C (Tabel 3). Suhu pada tempat penelitian masih dalam kisaran suhu optimum untuk hidup cacing tanah yaitu antara 21.1-29.4 °C (Sihombing 2000).

Tabel 3. Rata-rata suhu dan kelembapan relatif ruangan

Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Kelembapan Relatif (%)
07.00-07.30	26.58 ± 0.35	80.32 ± 2.22
17.00-17.30	27.82 ± 0.66	76.42 ± 1.47

Pada penelitian ini tidak dicatat suhu media cacing tanah sehingga menggunakan standar pedoman untuk melihat suhu media selama pemeliharaan cacing tanah yaitu dari kenaikan suhu 1 % pada ruangan akan meningkatkan suhu sebesar 1 % pada suhu media. Suhu pada media penelitian dipengaruhi oleh lingkungan, apabila suhu lingkungan tinggi maka suhu pada media akan ikut naik. Apabila suhu ruangan tinggi, maka panas akan diserap oleh media dan akan menaikkan suhu media. Media yang panas dapat didinginkan dengan menyiram media dengan air secukupnya (Juliana et al. 2014). Temperatur lingkungan atau kandang dapat mempengaruhi kondisi media, karena media akan mengalami evaporasi lebih tinggi dengan meningkatnya temperatur.

Kelembapan ruangan selama pemeliharaan pada pukul 07.00-07.30 WIB memiliki rata-rata sebesar 80.32 ± 2.22 % dan pukul 17.00-17.30 WIB memiliki rata-rata sebesar 76.42 ± 1.47 %. Kelembapan tersebut menurut Sihombing (2002) masih memenuhi syarat hidup cacing tanah yaitu 50-80 %. Kelembapan media dapat tetap dijaga dengan memberikan penutup pada media yaitu

dengan menggunakan karung sehingga penguapan air dari media dapat dikurangi. Kelembapan yang terlalu tinggi atau terlalu basah dapat menyebabkan cacing tanah berwarna pucat dan kemudian mati (Rukmana 1999). Sebaliknya apabila kelembapan tanah terlalu rendah, cacing tanah akan segera masuk ke dalam tanah dan berhenti makan yang kemudian menyebabkan kematian pada cacing.

Bobot Badan Cacing Tanah *L. rubellus*

Berdasarkan hasil pertambahan bobot badan cacing tanah *L. rubellus*, terlihat bahwa pemberian pakan (sayur sawi dan limbah pepaya) dapat memenuhi kebutuhan pakan dari cacing tanah. Rataan bobot badan cacing tanah berbeda nyata mulai dari pengamatan hari ke-28. Hasil pengamatan bobot badan cacing setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa pada pengamatan hari ke-0 dan 14 menunjukkan bobot badan cacing tanah tidak berbeda nyata antar perlakuan, sedangkan pada hari ke-28, 42 dan 56 menghasilkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Bobot badan cacing pada hari ke-0 tidak berbeda nyata karena memiliki bobot badan yang hampir seragam. Perlakuan yang berbeda nyata dimulai pada hari ke-28 karena cacing tanah dalam fase pertumbuhan yang progresif. Pemeliharaan pada hari ke-28 (umur cacing 43-58 hari), nutrisi, vitamin, dan mineral yang didapat dari pakan limbah digunakan untuk mendukung pertumbuhan cacing tanah yang mengakibatkan bobot tubuhnya mengalami kenaikan secara signifikan. Edwards & Bohlen (1996), menyatakan bahwa fase pertumbuhan pra-reproduksi yang cepat diikuti oleh fase biomassa progresif. Pada pengamatan hari ke-28, cacing berada di masa umur pra-reproduksi.

Bobot badan tertinggi didapat dari perlakuan pakan limbah buah pepaya (P_{400}) karena buah pepaya mempunyai kandungan protein 7.38 %, sedangkan sayur sawi yang hanya 3.61 %. Cacing tanah sangat membutuhkan protein untuk proses pertumbuhannya. Kurangnya kandungan protein pakan akan menghambat pertumbuhan cacing termasuk produktivitasnya. Ketersediaan air yang cukup pada pakan juga akan meningkatkan bobot badan cacing tanah sebanyak 15 %. Kekurangan air akan menyebabkan terganggunya aktivitas cacing tanah *L. rubellus* terutama dalam pertambahan berat badan (Elni et al. 2016). Muliana & Wahyu (2009) menyatakan bahwa buah pepaya masak memiliki kandungan air 80-85 %, sedangkan limbah sayur sawi mengandung air 65-80 % (Sutrisno 2010).

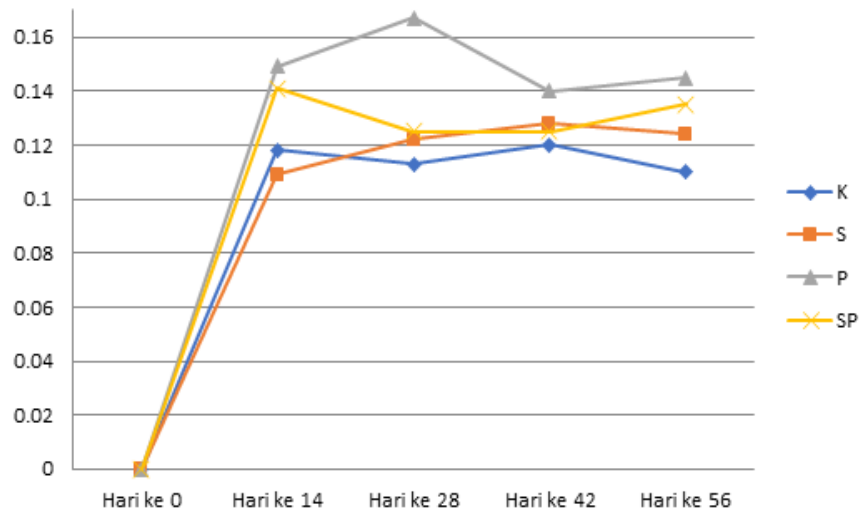
Tabel 4. Bobot badan cacing tanah *Lumbricus rubellus* pada taraf perlakuan pakan berbeda

Pengamatan Hari ke-	Perlakuan (g)			
	K	S_{400}	P_{400}	$S_{200}P_{400}$
0	0.501 ± 0.091	0.509 ± 0.091	0.507 ± 0.094	0.504 ± 0.103
14	0.619 ± 0.115	0.618 ± 0.118	0.656 ± 0.096	0.645 ± 0.126
28	$0.732 \pm 0.075d$	$0.740 \pm 0.078bc$	$0.823 \pm 0.057a$	$0.770 \pm 0.087ab$
42	$0.852 \pm 0.039d$	$0.868 \pm 0.052c$	$0.963 \pm 0.098a$	$0.899 \pm 0.035b$
56	$0.962 \pm 0.079d$	$0.992 \pm 0.106bc$	$1.108 \pm 0.128a$	$1.034 \pm 0.102b$

Keterangan: K= Tanpa perlakuan pakan; S_{400} = Perlakuan pakan 400 g limbah sawi; P_{400} = Perlakuan pakan 400 g limbah pepaya; $S_{200}P_{400}$ = Perlakuan pakan 200 g limbah sawi + 200 g limbah pepaya. Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan).

Ukuran partikel media yang lebih halus dapat meningkatkan kemampuan konsumsi cacing tanah (Sofyan 2007). Tekstur media yang berserat dapat menyebabkan cacing tanah mengalami kesulitan dalam mengkonsumsi pakan. Hal ini disebabkan karena cacing tanah *L. rubellus* tidak memiliki gigi untuk mengonsumsinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan yang telah dicacah menjadi potongan kecil mampu meningkatkan pertambahan berat badan cacing tanah dibandingkan dengan pemberian pakan yang hanya berupa kotoran sapi. Grafik pertambahan bobot badan cacing tanah disajikan pada Gambar 1.

nitrogen (N) lebih tinggi akan lebih cepat tumbuh dan menghasilkan kokon lebih banyak. Pertambahan bobot badan pada pengamatan hari ke-56 (umur cacing 71-86 hari) menunjukkan cacing mulai mengalami pertambahan yang lebih lambat karena cacing tanah mencapai dewasa kelamin sehingga pakan lebih digunakan untuk reproduksi. Pertumbuhan cacing tanah akan berlangsung lambat dan terjadi penurunan bobot tubuh cacing tanah setelah cacing tanah mencapai dewasa kelamin.



Gambar 1. Grafik pertambahan bobot badan cacing, K= Tanpa perlakuan pakan; S₄₀₀= Perlakuan pakan 400 g limbah sawi; P₄₀₀= Perlakuan pakan 400 g limbah pepaya; S₂₀₀P₂₀₀= Perlakuan pakan 200 g limbah sawi + 200 g limbah pepaya.

Berdasarkan Gambar 1, pertambahan bobot cacing tanah mengalami fluktuasi dalam masing-masing perlakuan karena media pemeliharaan tidak pernah diganti selama pemeliharannya. Selain itu, pemberian pakan dari awal pemeliharaan sampai akhir pemeliharaan tetap sama jumlahnya yaitu 400 g sehingga kebutuhan nutrisi cacing belum maksimal terpenuhi. Bobot badan tertinggi didapat dari perlakuan pakan limbah buah pepaya (P₄₀₀) karena kandungan nitrogen (N) pada buah pepaya lebih tinggi yaitu 1.181 % dari pada sayur sawi yang hanya 0.577 %. Hal ini sesuai dengan Anas (1990) bahwa cacing tanah yang diberikan bahan organik dengan kandungan

Panjang Badan Cacing Tanah *Lumbricus rubellus*

Hasil pengamatan panjang badan cacing tanah selama 56 hari pada setiap perlakuan menunjukkan hasil nyata. Data disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat pada hari ke-0 dan 14 menunjukkan panjang badan cacing tanah yang tidak berbeda nyata antar perlakuan, sedangkan pada hari ke-28, 42 dan 56 menghasilkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Panjang badan cacing yang tidak berbeda nyata pada hari ke-0 untuk keseragaman materi awal sebelum mendapatkan perlakuan. Perlakuan yang berbeda nyata dimulai pada hari ke-28 (umur cacing 43-58 hari) karena

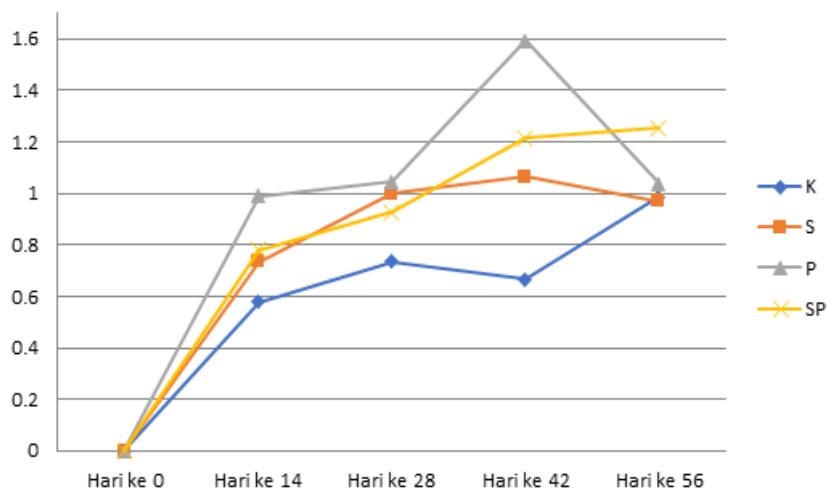
Tabel 5. Panjang badan cacing tanah *Lumbricus rubellus*

Pengamatan Hari ke-	Perlakuan (g)			
	K	S ₄₀₀	P ₄₀₀	S ₂₀₀ P ₂₀₀
0	4.830 ± 0.496	4.787 ± 0.497	4.703 ± 0.463	4.807 ± 0.526
14	5.407 ± 0.492	5.520 ± 0.414	5.693 ± 0.389	5.587 ± 0.319
28	6.140 ± 0.472d	6.520 ± 0.448ab	6.737 ± 0.477a	6.513 ± 0.362bc
42	6.807 ± 0.545d	7.583 ± 0.461bc	8.330 ± 0.728a	7.727 ± 0.555b
56	7.793 ± 0.331d	8.553 ± 0.405c	9.367 ± 0.446a	8.980 ± 0.368b

K= Tanpa perlakuan pakan; S₄₀₀= Perlakuan pakan 400 g limbah sawi; P₄₀₀= Perlakuan pakan 400 g limbah pepaya; S₂₀₀P₂₀₀= Perlakuan pakan 200 g limbah sawi + 200 g limbah pepaya. Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan).

cacing tanah dalam fase pertumbuhan yang progresif. Yulipriyanto *et al.* (1995) menyebutkan bahwa cacing tanah memperoleh sumber makanan yang cukup dari pakan tersebut yang dapat mendukung pembentukan jaringan tubuh cacing tanah. Sofyan (2007) menyatakan bahwa bahan-bahan organik akan memberikan pengaruh terhadap pertambahan panjang cacing tanah *L. rubellus*. Perlakuan pakan limbah pepaya (P_{400}) menghasilkan pertambahan panjang badan cacing yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian pakan yang lain.

Peningkatan bobot badan sejalan dengan peningkatan panjang badan cacing tanah karena kandungan nutrisi yang terdapat dalam limbah buah pepaya juga mampu memberikan pertumbuhan segmen baru pada bagian posterior dari cacing tanah. Pertambahan panjang cacing tanah *L. rubellus* dapat diamati pada bagian posterior dari cacing tanah yaitu adanya ruas yang berwarna lebih cerah dengan segmen yang lebih pendek dari segmen yang lainnya (Rusad *et al.* 2016). Perlakuan pakan dan lama pemeliharaan cacing tanah berpengaruh terhadap produksi kascing. Pakan dengan kandungan nitrogen yang tinggi dapat mempercepat terbentuknya kascing. Hal ini sesuai dengan pendapat Setyaningsih *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa bahan organik (seresah) yang berkualitas tinggi cepat terdekomposisi dan melepaskan N yang diperlukan cacing tanah. Nitrogen digunakan oleh cacing tanah untuk membentuk jaringan tubuh (Lee 1985). Grafik pertambahan panjang badan cacing disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik pertambahan panjang badan cacing, K= Tanpa perlakuan pakan; S_{400} = Perlakuan pakan 400 g limbah sawi; P_{400} = Perlakuan pakan 400 g limbah pepaya; $S_{200}P_{200}$ = Perlakuan pakan 200 g limbah sawi + 200 g limbah pepaya.

Berdasarkan Gambar 2, pertambahan panjang badan cacing mengalami peningkatan pada masing-masing perlakuan dan pada umur cacing 57-72 hari (pemeliharaan ke-42) mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena media pemeliharaan yang tidak pernah diganti selama pemeliharaan sehingga kebutuhan nutrisi cacing belum maksimal. Pertambahan panjang sejalan dengan pertambahan bobot badan yaitu yang paling tinggi didapat dari perlakuan pakan limbah pepaya (P_{400}) karena kandungan protein pada buah pepaya lebih tinggi yaitu

7.38 % dari pada sayur sawi yang hanya 3.61 % sehingga membuat aktivitas makan cacing tanah lebih tinggi dan akan berpengaruh terhadap panjang badan cacing tanah. Rukmana (1999) menyatakan bahwa limbah organik yang kaya akan protein akan direspon lebih cepat oleh cacing tanah. Diketahui bahwa protein yang terkandung dalam pakan digunakan sebagai sumber energi dalam tubuh yang dibutuhkan untuk proses pembentukan protein-protein dalam tubuh yang pada akhirnya dapat menjadi cadangan energi bagi hewan tersebut, sehingga protein merupakan zat makanan yang lebih penting untuk pertumbuhan (Masrurotun *et al.* 2014). Ketersediaan nutrisi membantu cacing tanah dalam melangsungkan regenerasinya (ElNi *et al.* 2016). Selain itu, cacahan pakan limbah pepaya yang lebih halus dapat meningkatkan kemampuan konsumsi cacing tanah karena menurut Sofyan (2007), tekstur media yang berserat dapat menyebabkan cacing tanah mengalami kesulitan dalam mengkonsumsi pakan.

Pertambahan panjang badan cacing pada perlakuan kontrol (K) pada hari ke-56 (umur cacing 71-86 hari) mengalami kenaikan yang dapat disebabkan karena kecepatan dewasa kelaminya terlambat sehingga pertambahan panjang masih terjadi. Hal ini sesuai pendapat Ali & Kashem (2018), cacing tanah menunjukkan pertumbuhan yang tidak menentu dan dapat terus tumbuh setelah mencapai dewasa kelamin meskipun segmen tidak bertambah. Sofyan (2007) menyatakan bahwa bahan-bahan organik akan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan panjang cacing tanah

karena menjadi sumber pakan serta mengandung senyawa dalam pembentukan tubuh cacing tanah *L. rubellus*. Cacing tanah yang diberikan media tumbuh yang mengandung banyak bahan organik maka pertumbuhan dan perkembangannya lebih cepat (Nuaraini *et al.* 2015).

Produksi Vermikompos

Vermikompos merupakan salah satu jenis pupuk organik yang dihasilkan dari proses pencernaan dalam tubuh cacing, yaitu berupa kotoran yang telah

terfermentasi (Hazra *et al.* 2018). Menurut Elfayetti *et al.* (2012), vermikompos atau kascing adalah campuran kotoran cacing tanah dengan sisa media atau pakan dalam budidaya cacing tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah produksi vermikompos yang terdekomposisi oleh cacing tanah selama 56 hari pemeliharaan pada empat perlakuan memiliki hasil yang berbeda. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Berat vermikompos dengan media pakan berbeda

Perlakuan	Rataan berat vermikompos yang dihasilkan		
	Berat Awal Pengomposan (g)	Berat Akhir Pengomposan (g)	Degradasi Limbah (%)
K	3 000	2 111 ± 0.092	29.6d
S ₄₀₀	3 400	2 361 ± 0.112	30.56c
P ₄₀₀	3 400	1 849 ± 0.075	45.62a
S ₂₀₀ P ₂₀₀	3 400	1 929 ± 0.135	43.26b

K= Tanpa perlakuan pakan; S₄₀₀= Perlakuan pakan 400 g limbah sawi; P₄₀₀= Perlakuan pakan 400 g limbah pepaya; S₂₀₀P₄₀₀= Perlakuan pakan 200 g limbah sawi + 200 g limbah pepaya. Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda Duncan).

Berdasarkan pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa hasil analisis degradasi limbah memiliki hasil yang berbeda nyata ($P>0.05$) pada setiap perlakuannya. Perlakuan limbah pepaya (P₄₀₀) memiliki degradasi limbah yang paling tinggi yaitu 46.52 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan limbah pepaya, cacing tanah dapat melakukan proses dekomposisi lebih maksimal karena limbah buah pepaya memiliki kadar air 80-85 % sehingga cacing tanah mudah dalam mencerna pakannya. Perlakuan kontrol (K) memiliki degradasi limbah yang paling sedikit yaitu 29.6 % karena kandungan serat kasar pada kotoran sapi cukup tinggi yaitu sebesar 15.14 %. Serat kasar yang cukup tinggi dalam bahan pakan sulit untuk didegradasi karena semakin banyak senyawa lignin membungkus komponen selulosa dan hemiselulosa (Yuliarti 2009). Media kotoran sapi dan limbah pasar ini belum terdegradasi secara keseluruhan oleh cacing tanah, hal ini disebabkan karena lama pemeliharaan pada penelitian ini hanya dua bulan sehingga berat akhir pengomposan yang dihasilkan masih terdiri dari sisa media, pakan, dan kotoran cacing tanah. Pemeliharaan cacing tanah lebih lama lagi diperlukan agar media dan limbah dapat terdegradasi secara keseluruhan.

Cacing tanah lebih menyukai makanan dari bahan organik baru, tetapi sudah agak terdekomposisi dengan ukuran $>50 \mu\text{m}$. Menurut Yuliarti (2009), ukuran bahan pakan yang lebih halus dapat meningkatkan kemampuan makan cacing tanah, sedangkan bahan pakan yang berserat dapat menyebabkan cacing kesulitan dalam mengonsumsi pakan. Ukuran partikel media yang lebih halus dapat meningkatkan kemampuan konsumsi cacing tanah (Sofyan 2007). Hal ini disebabkan karena cacing tanah *L. rubellus* tidak memiliki gigi untuk mengonsumsinya sehingga pakan yang diberikan sebaiknya dalam bentuk bubur guna meningkatkan daya cerna cacing (Hermawan 2014). Pakan yang dikonsumsi tersebut digunakan cacing tanah untuk

meningkatkan bobot badannya sehingga sisa metabolisme (kascing) yang dihasilkan pun menjadi lebih rendah dibandingkan jumlah yang dikonsumsi. Hal ini sesuai dengan pendapat Catalan (1981), bahwa bahan organik yang dimakan oleh cacing tanah mengalami perombakan dalam alat pencernaannya sehingga menjadi halus dan setelah dicerna sisanya akan disekresikan menjadi kotoran atau kascing. Penyusutan pada berat awal media kotoran sapi ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dan cacing tanah. Banyaknya mikroorganisme dalam proses ini tidak diketahui jumlahnya. Hal ini dikarenakan terjadi proses dekomposisi oleh cacing sendiri yang menjadi mikroorganisme pendekomposer limbah dengan cara memakan bahan organik yang tersedia (Rukmana 1999).

Analisis Nilai Ekonomi Budidaya Cacing Tanah

Nilai ekonomi didefinisikan sebagai pengukuran jumlah maksimum seseorang ingin mengorbankan barang dan jasa untuk memperoleh barang dan jasa lainnya. Biaya Tetap merupakan biaya yang tidak berpengaruh oleh perubahan aktivitas tetapi bersifat konstan selama periode tertentu (Alma 2000). Biaya tetap (*fixed cost*) merupakan biaya yang tidak habis digunakan dalam satu periode produksi (Hernanto 1993). Biaya tetap terdiri dari biaya penyusutan alat dan biaya tenaga kerja. Biaya penyusutan diasumsikan 10 % per tahun yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Biaya penyusutan alat

No	Peralatan	Biaya Awal (Rp)	Biaya Penyusutan / tahun (Rp)
1	Kotak Media ukuran 34x28x12 cm	250 000.00	25 000.00
2	Timbangan digital	30 000.00	3 000.00
3	pH meter	70 000.00	7 000.00
4	Termohigro	45 000.00	4 500.00
5	Ember @3 buah	105 000.00	10 500.00
Jumlah			50 000.00

Tenaga kerja yang ada sejumlah satu orang. Biaya tenaga kerja selama empat bulan pemeliharaan cacing tanah disajikan pada Tabel 8. Biaya Variabel merupakan biaya yang tergantung pada tinggi rendahnya produksi yang dihasilkan. Biaya variabel produksi dalam pemeliharaan cacing tanah selama empat bulan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 8. Biaya tenaga kerja

Tenaga Kerja	Hari Orang Kerja (HOK)	Biaya (Rp/bulan)	Biaya (Rp/ 4 bulan)
1 orang (perempuan)	0.8 pria	57 142.85	228 571.4

Biaya total adalah keseluruhan biaya yang terjadi pada produksi jangka pendek. Penjumlahan biaya tetap dengan biaya variabel disebut sebagai biaya total (*total cost*) (Harryono 2011). Total biaya tetap lebih tinggi dibandingkan dengan biaya variabel dikarenakan total

Tabel 9. Biaya variabel produksi dalam pemeliharaan cacing tanah

Bahan	Jumlah	Biaya (Rp)
Bibit <i>L. rubellus</i>	1 kg	80 000.00
Kotoran sapi	3 karung	20 000.00
EM4	1/5 liter	15 000.00
Gula pasir	1 kg	12 000.00
Jumlah		127 000.00

biaya tetap yang dibagi menjadi biaya penyusutan dan upah tenaga kerja yaitu sebesar Rp 278.571,40 Biaya total selama empat bulan pemeliharaan cacing tanah disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Biaya total selama pemeliharaan

Jenis Biaya	Biaya (Rp)
Biaya Variabel	127 000.00
Biaya Upah Tenaga Kerja	228 571.40
Biaya Penyusutan	50 000.00
Biaya Total	405 571.40

Budidaya cacing tanah menghasilkan output berupa cacing tanah dewasa dan vermikompos dari setiap proses produksinya. Selama empat bulan, budidaya pemeliharaan cacing tanah ini menghasilkan cacing tanah dewasa dan vermikompos serta penerimaan seperti tersaji dalam Tabel 11.

Penerimaan dari output vermikompos lebih tinggi dibandingkan dengan output cacing dewasa. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh oleh perbedaan harga jual output serta jumlah produksi yang dihasilkan. Jumlah produksi vermikompos lebih tinggi dibandingkan produksi cacing tanah dewasa sehingga mempengaruhi tingginya penerimaan yang diperoleh. Lama pemeliharaan pada penelitian ini berlangsung selama dua bulan. Berdasarkan Tabel 11, maka diperlukan pemeliharaan cacing tanah lebih lama lagi yaitu minimal empat bulan pemeliharaan untuk dapat melihat parameter kokon dan dapat menghasilkan pendapatan yang maksimal.

Tabel 11. Penerimaan output yang dijual

Jenis Output	Jumlah (kg/ 4 bulan)	Harga Jual (Rp/kg)	Penerimaan (Rp/ 4 bulan)
Cacing dewasa	4	80 000.00 a)	320 000.00
Vermikompos	60	10 000.00 b)	600 000.00
Jumlah			920 000.00

Sumber: a) Bukalapak.com (Aquastic) b) Shopee.com (Bunga-kita.bandung)

Nilai ekonomi budidaya diperoleh dari harga penerimaan output dikurangi *total cost*. Berikut disajikan hasil perhitungan nilai ekonomi pada budidaya cacing tanah pada Tabel 12. Berdasarkan perhitungan Tabel 12, dapat diketahui bahwa Nilai Ekonomi Total (NET) dengan

Tabel 12. Nilai ekonomi budidaya dari output yang dihasilkan

Jenis Output	Penerimaan (Rp/ 4 bulan)	Total Cost (Rp)	Nilai Ekonomi (Rp/ 4 bulan)
Cacing dewasa	320 000.00	141 068.31	178 931.69
Vermikompos	600 000.00	264 503.09	335 496.91
Jumlah	920 000.00	405 571.40	514 428.60

skala pemeliharaan cacing tanah 1 kg adalah sebesar Rp 514.428,60/ 4 bulan. Output yang menjadi sumber nilai terbesar adalah vermikompos dengan penerimaannya sebesar Rp 600.000 dalam 4 bulan. Vermikompos menjadi sumber nilai tertinggi karena kuantitas output yang dihasilkan cukup tinggi yaitu sebesar 60 kg. Pengelolaan limbah peternakan seperti kotoran sapi dan limbah pasar seperti limbah buah pepaya dan sayur sawi mampu memberikan manfaat dan nilai ekonomi melalui budidaya cacing tanah.

KESIMPULAN

Produktivitas cacing tanah *L. rubellus* dapat ditingkatkan dengan penambahan pakan berupa limbah sayur sawi dan buah pepaya. Pemberian pakan limbah buah pepaya memiliki pengaruh yang paling tinggi terhadap pertambahan bobot badan, panjang badan cacing tanah dan dapat mendegradasi limbah lebih banyak dibandingkan perlakuan pakan yang lain. Budidaya cacing tanah mampu memberikan manfaat dan nilai ekonomi budidaya sebesar Rp 514.428,60/4 bulan berupa output cacing tanah dewasa dan vermikompos.

DAFTAR PUSTAKA

- Adejumo, A. & O. A. Sola.** 2016. Proximate composition and mineral profile of yellow and brown mustard seeds from nigeria. *World Rural Observ.* 8(4):71-75.
- Ali, S. & M. A. Kashem.** Life cycle of vermicomposting earthworms *Eisenia Fetida* and *Eudrilus Eugeniae* under laboratory controlled condition. *J. Scientific and Technical Research.* 10(5):8110-8113.
- Alma.** 2000. Manajemen Pemasaran Dasar, Konsep, dan Strategi. PT Raya Grafindo Persada, Jakarta
- Anamayi, S. E., O. N. Oladele, R. A. Suleiman, E. Oloyede, & U. Yahaya.** 2016. Effect of cow dung and N, P, K Fertilizer at different levels on the growth performance ad nutrient composition of *Moringa oleifera*. *J Annals of Experimental Biology.* 4(1):35-39.
- Anas, I.** 1990. Metode Penelitian Cacing Tanah dan Nematoda. Institut Pertanian Bogor (IPB)-Press, Bogor.
- Arsyad, S.** 2000. Konservasi Tanah dan Air. Institut Pertanian Bogor (IPB)-Press, Bogor.
- BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Bandung.** 2020. Produksi Buah-Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman di Kabupaten 2018-2020. BPS Kabupaten Bandung, Bandung.
- Brata, B.** 2009. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangbiakan Cacing Tanah. Institut Pertanian Bogor (IPB)-Press, Bogor.

- Catalan, G. I.** 1981. Earthworms A New Resource of Protein. Philipines Earthworm Center, Philipines.
- Chandra, B.** 2012. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI.** 2011. Komposisi Kimia Sawi Hijau. Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Depkes RI), Jakarta.
- Edwards, C., & P. J. Bohlen.** 1996. Biology and Ecology of Earthworms. 3d Edition. Chapman and Hall Publication. London.
- Elfayetti, M. Sintong, K. Pinem, & L. Primawati.** 2012. Analisis kadar hara pupuk organik kascing dari limbah kangkung dan bayam. *J Geografi.* 9(1):1-10.
- Elni, R. R., S. Santosa, & Z. Hasyim.** 2016. Pemanfaatan limbah sayur kubis *Brassica oleracea* dan buah pepaya *Carica papaya* sebagai pakan cacing tanah *Lumbricus rubellus*. *J Biologi Makassar.* 1(1):8-15.
- Febrianti, D. & Zakia.** 2019. Analisis durasi dan perhitungan biaya penyusutan (depresiasi) alat berat excavator. *J Teknik Sipil.* 8(1):10-19.
- Febrita, E., Darmadi, & E. Siswanto.** 2015. Pertumbuhan cacing tanah *Lumbricus rubellus* dengan pemberian pakan buatan untuk mendukung proses pembelajaran pada konsep pertumbuhan dan perkembangan invertebrata. *J Biogenesis.* 11(2):169-176.
- Hanafiah, K. A., A. Napoleon, & N. Ghoffar.** 2010. Biologi Tanah: Ekologi dan Makrobiologi Tanah. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Harryono, S.** 2011. Analisis biaya untuk pengambilan keputusan bisnis. *Balance Economics, Bussiness, Management and Accounting Journal.* 14(7).
- Hazra, F., N. Dianisa, & R Widyastuti.** 2018. Kualitas dan produksi vermikompos menggunakan cacing *African Night Crawler (Eudrilus eugeniae)*. *J Ilmu Tanah dan Lingkungan.* 20(2):77-81.
- Hermawan.** 2014. Usaha Budidaya Cacing Tanah *Lumbricus rubellus*. Pustaka Baru, Yogyakarta.
- Hernanto, F.** 1993. Ilmu Usahatani. Institut Pertanian Bogor (IPB)-Press, Bogor.
- Inal, F. A., H. Hasyim, & S. A. Fajar.** 2014. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penggunaan tenaga kerja luar keluarga pada usaha tani sawah. *J Agriculture and Agribusiness Socioeconomics.* 2(7):1-12.
- Juliana, R. M., Yusfiati, & D. R. Indriyani.** 2014. Pertumbuhan cacing tanah (*Perionyx* sp) pada dua media. *JOM FMIPA.* 1(2):291-302.
- Kale, R. D. & N. Karmegam.** 2010. The role of earthworms in tropics with emphasis on Indian ecosystems. *Applies and Environmental Soil Science.* doi:10.1155/2010/414356
- Lee, K. E.** 1985. Earthworms, Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. Academic Press, London.
- Maisarah, A. M., R. Asmah, & O. Fauziah.** 2014. Proximate analysis, antioxidant, and antiproliferative activities of different parts of *Carica papaya*. *J of Nutrition and Food Science.* 4(2).
- Masrurotun, Suminto, & J. Hutabarat.** 2014. Pengaruh penambahan kotoran ayam, silase ikan rucah dan tepung tapiokan dalam media kultur terhadap biomassa, populasi, dan kandungan nutrisi cacing sutera (*Tubifex* sp.). *J of Aquaculture Management and Technology.* 3(4):151-157.
- Muliana & Wahyu.** 2009. Bercocok Tanam Pepaya. Aneka Ilmu, Semarang.
- Mulyono.** 2014. Membuat MOL dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Rukmana, H. R.** 1999. Budi Daya Cacing Tanah. Kanisius, Yogyakarta.
- Rusad, R. E., S. Santosa, & Z. Hasyim.** 2016. Pemanfaatan limbah sayur kubis *Brassica oleracea* dan buah pepaya *Carica papaya* sebagai pakan cacing tanah *Lumbricus rubellus*. *J Biologi Makassar.* 1(1):8-15.
- Setyaningsih, H., K. Hairiah, & W. D. Sih.** 2014. Respon cacing penggali tanah *Ponhoscoclex corethrurus* terhadap berbagai kualitas seresah. *J Tanah dan Sumberdaya Lahan.* 1(2):63-72.
- Sihombing, D. T. H.** 2000. Teknik pengelolaan limbah kegiatan/ usaha peternakan. Institut Pertanian Bogor (IPB)-Press, Bogor.
- Sihombing, D. T. H.** 2002. Pemanfaatan limbah ruminansia untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Makalah. Institut Pertanian Bogor (IPB)-Press, Bogor.
- Sofyan, S.** 2007. Karakter dan pertumbuhan cacing tanah lokal pada media mengandung limbah tanaman pisang serta jerami padi. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Universitas Brawijaya, Malang.
- Soma, S.** 2000. Dekomposisi sampah bahan organik rumah tangga menggunakan cacing tanah *Eisenia fetida* dan *Lumbricus rubellus*. *J Purifikasi.* 11(2):129.
- Sunyoto, D.** 2013. Metodologi Penelitian Akuntansi. PT Refika Aditama Anggota Ikapi, Bandung.
- Sutrisno, J.** 2010. Pembuatan Biogas dari Bahan sampah sayuran (Kubis, Kangkung dan Bayam). *J Teknik Lingkungan.* 8(1):108.
- Tapiador, D. O.** 1981. Vermiculture and Its Potential in Thailand and Other Asian Countries. Insalt Lecture Hall, UPLB Collage, Laguna.
- Utama, C. S. & A. Mulyanto.** 2009. Potensi limbah pasar sayur menjadi starter fermentasi. *J. Kesehatan.* 2(1):6-13.
- Yulipriyanto, Suhandoyo, & Sukirman.** 1995. Identifikasi Kemampuan Cacing Tanah Spesies Epigeik dalam Merombak Limbah Organik. Lembaga Penelitian IKIP Yogyakarta, Yogyakarta.