



**EFEKTIVITAS CACING TANAH (*Lumbricus rubellus* Hoff.) DALAM  
DEGRADASI KARBON ORGANIK TERHADAP SAMPAH BUAH  
PASAR TANJUNG JEMBER**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**EMIL INDRIYANTI**  
**NIM 110210103011**

**Dosen Pembimbing I : Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.**  
**Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si.**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**EFEKTIVITAS CACING TANAH (*Lumbricus rubellus* Hoff.) DALAM  
DEGRADASI KARBON ORGANIK TERHADAP SAMPAH BUAH  
PASAR TANJUNG JEMBER**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S1)  
pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh  
**EMIL INDRIYANTI**  
**NIM 110210103011**

**Dosen Pembimbing I : Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.**  
**Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si.**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas berkah nikmat yang diberikanNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Sutani dan almarhum Ayahanda Abd. Hadi, terima kasih atas kasih sayang, jerih payah, dan lantunan doa yang selalu mengiriku dalam meraih cita-cita, dorongan, dan nasehatmu yang tetap membuatku tegar berdiri sampai saat ini;
2. Kakakku Eli Sudiarti dan Ahmad Rafik, terima kasih atas segala doa, semangat, dan perhatiannya;
3. Bu de Nur dan almarhum Pak de Aino, terima kasih atas kasih sayang, perhatian, dukungan moral maupun materil yang selama ini diberikan dalam menyelesaikan studi ini;
4. Guru dan dosenku yang telah memberikan ilmu, nasehat, bimbingan, dan motivasi, terima kasih atas segalanya;
5. Calon pendampingku Robin Mitra Pahingga, terima kasih atas nasehat, bimbingan, motivasi, kasih sayang, kesabaran, dan pengertian selama ini;
6. Rekan penelitianku Umi Fadilah yang selalu setia menemani menyelesaikan penelitian dalam suka dan duka;
7. Group E-four, Widi Cahya Adi, Rifatul Adabiyah, dan Umi Fadilah, terima kasih atas bantuan kalian dan bersedia menjadi tempat curhat yang selalu ada saat dibutuhkan;
8. Teman-teman Bionic Angkatan 2011 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama ini;
9. Almamater yang kubanggakan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Biologi.

## MOTTO

Dan Tuhanmu telah memutuskan (mewajibkan) untuk tidak menyembah segala sesuatu selain kepada-Nya, dan berbuat baik kepada orang tua, jika keduanya sampai pada usia lanjut bersamamu, ataupun salah satu di antara keduanya. Maka janganlah berkata “Ah” dan janganlah menghardik keduanya, dan berkatalah kepada keduanya dengan perkataan yang mulia.

(terjemahan Surat Al Isra' ayat 23)<sup>\*)</sup>

Tuntutlah ilmu, sesungguhnya menuntut ilmu adalah pendekatan diri kepada Allah dan mengajarkannya kepada orang yang tidak mengetahuinya adalah sodaqoh. Sesungguhnya ilmu pengetahuan menempatkan orangnya dalam kedudukan terhormat dan mulia (tinggi). Ilmu pengetahuan adalah keindahan bagi ahlinya di dunia dan di akhirat.

(HR. Ar-rabii')<sup>\*\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 1978. Al Qur'an dan Terjemahannya. Jakarta: Pelita II

<sup>\*\*)</sup> Almath, MF. 1991. 1100 Hadist Terpilih Sinar Ajaran Muhammad. Jakarta: Gema Insani Press

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Emil Indriyanti

NIM : 110210103011

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Efektivitas Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus* Hoff.) dalam Degradasi Karbon Organik terhadap Sampah Buah Pasar Tanjung Jember” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, April 2016

Yang menyatakan,

Emil Indriyanti

NIM 110210103011

**SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS CACING TANAH (*Lumbricus rubellus* Hoff.) DALAM  
DEGRADASI KARBON ORGANIK TERHADAP SAMPAH BUAH  
PASAR TANJUNG JEMBER**

Oleh

Emil Indriyanti  
NIM 110210103011

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.  
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si.

## RINGKASAN

**Efektivitas Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus* Hoff.) dalam Degradasi Karbon Organik terhadap Sampah Buah Pasar Tanjung Jember;** Emil Indriyanti, 110210103011; 2016: 75 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Salah satu dampak kepadatan penduduk di Indonesia pada sektor lingkungan yaitu dapat mengancam kesehatan umum yang diakibatkan oleh pengotoran lingkungan berupa sampah. Sumber sampah terbanyak berasal dari pasar tradisional dan pemukiman. Tingginya aktivitas jual beli di Pasar Tanjung Jember berdampak pada jumlah sampah yang dihasilkan sudah membusuk, sehingga menimbulkan bau tidak sedap. Pengelolaan sampah harus didasarkan pada konsep berwawasan lingkungan. Teknologi vermikompos merupakan pengomposan dengan teknik kultur cacing tanah yang bersifat efektif, sederhana, dan hemat energi. Cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. mampu menurunkan volume sampah dengan cepat, berperan penting dalam mengefisienkan penggunaan C organik tanah, dan mencegah senyawa karbon organik yang terkandung pada sampah terlepas ke atmosfer.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas kemampuan cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam mendegradasi karbon organik sampah buah, mengetahui penyimpanan karbon organik oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam bentuk biomassa cacing dari hasil degradasi sampah buah, dan mengidentifikasi pengaruh perbedaan pemberian biomassa sampah buah terhadap keefektifan degradasi karbon organik yang dilakukan oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua perlakuan dan setiap perlakuan terdiri dari tiga kali ulangan. Penelitian ini

dilaksanakan di dua tempat. Tempat pertama dilaksanakan di Laboratorium Ekologi yaitu berupa proses fermentasi sampah kulit nanas selama 14 hari dan pemeliharaan cacing tanah. Pengamatan faktor lingkungan dilakukan setiap hari dan pengamatan biomassa sampah dilakukan setiap minggu. Tempat kedua dilaksanakan di Laboratorium Tanah yaitu uji karbon organik sampah, cacing tanah, tanah di awal dan di akhir penelitian serta uji karbon kascing di akhir penelitian.

Data penelitian yang sudah didapatkan dianalisis menggunakan uji Anova menggunakan SPSS 17.0. Hasil penelitian yaitu efektivitas degradasi karbon organik sampah kulit buah nanas oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dengan perlakuan sampah 140 g/minggu sebesar 15,97% dan perlakuan sampah 280 g/minggu memiliki efektivitas 39,15%. Pemberian biomassa sampah yang lebih banyak setiap minggunya berdampak pada terbentuknya iklim mikro di media cacing tanah yang cocok untuk aktivitas kehidupannya. Besar penyimpanan biomassa basah sampah yang tersimpan dalam cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dengan perlakuan sampah 140 g/minggu sebesar 3,92% dan perlakuan sampah 280 g/minggu sebesar 2,48% dari total biomassa basah sampah buah yang dikonsumsi cacing tanah. Bobot optimum cacing dapat diperoleh salah satunya karena faktor kelembaban media. Perbedaan pemberian biomassa sampah buah perlakuan 140 g/minggu dan 280 g/minggu berpengaruh sangat signifikan ( $F=126,989$ ;  $db=1$ ;  $p=0,000$ ) terhadap efektivitas degradasi karbon organik pada sampah kulit buah nanas oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. Semakin banyak biomassa sampah yang diberikan maka semakin banyak cacing tanah mengkonsumsinya akibatnya proses degradasi karbon organik sampah juga semakin besar.



**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Efektivitas Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus* Hoff.) dalam Degradasi Karbon Organik terhadap Sampah Buah Pasar Tanjung Jember” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : 27 April 2016

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D.  
NIP. 19630813 199302 1 001

Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si.  
NIP. 19640322 198903 1 001

Anggota 1,

Anggota 2,

Prof. Dr. Joko Waluyo, M.Si, Drs.  
NIP. 19571028 198503 1 001

Dr. Ir. Tri Candra Setiawati, M.Si.  
NIP. 19650523 199302 2 002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.  
NIP. 19540501 198303 1 005

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan izin dan kekuatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Efektivitas Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus* Hoff.) dalam Degradasi Karbon Organik pada Sampah Buah Pasar Tanjung Jember“. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Drs. Wachju Subchan, M.S., Ph.D. dan Dr. Ir. Sugeng Winarso, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis sehingga terwujudnya skripsi ini;
3. Prof. Drs. Suratno, M.Si. selaku ketua program Studi pendidikan Biologi yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Segenap Ibu dan Bapak dosen di Pendidikan Biologi Universitas Jember yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis;
5. Segenap mahasiswa pendidikan Biologi yang telah memberikan motivasi dan semangat kepada penulis;

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini.

Jember, April 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah .....	7
1.4 Tujuan Penelitian .....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	8
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1 Sampah .....	9
2.2 Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	11
2.2.1 Klasifikasi Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff.....	11
2.2.2 Morfologi dan Anatomi Cacing Tanah <i>Lumbricus</i>	

<i>rubellus</i> Hoff. ....	11
2.2.3 Ekologi Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	16
2.2.4 Pemeliharaan Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	18
2.2.5 Peranan Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	20
2.2.6 Manfaat Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	22
2.3 Biodegradasi Karbon Organik .....	24
2.4 Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Degradasi Karbon Organik .....	26
2.5 Biologi Tanah .....	29
2.6 Hipotesis .....	32
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	34
3.1 Jenis Penelitian .....	34
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.3 Variabel Penelitian.....	34
3.3.1 Variabel Bebas.....	34
3.3.2 Variabel Terikat.....	34
3.3.3 Variabel Kontrol .....	35
3.4 Alat dan Bahan .....	35
3.4.1 Alat Penelitian .....	35
3.4.2 Bahan Penelitian .....	35
3.5 Definisi Operasional .....	35
3.6 Desain Penelitian .....	36
3.7 Populasi dan Sampel.....	38
3.7.1 Populasi .....	38
3.7.2 Sampel .....	38
3.8 Prosedur Penelitian .....	38
3.8.1 Identifikasi dan Aklimatisasi Cacing Tanah.....	38

3.8.2 Pemilihan Sampah Buah .....	39
3.8.3 Penyiapan Bak Cacing Tanah dan Media .....	39
3.8.4 Inokulasi Cacing Tanah pada Media Penelitian .....	40
3.8.5 Pemberian Pakan .....	40
3.8.6 Pemeliharaan Cacing Tanah .....	41
3.8.7 Teknik Persiapan Aliquot .....	41
3.8.8 Penghitungan Total Karbon Organik .....	44
3.9 Parameter Pengamatan .....	45
3.10 Analisis Data .....	48
3.10.1 Analisis Efektivitas Kemampuan <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. dalam Mendegradasi Karbon Organik .....	48
3.10.2 Analisis Mencari Besar Penyimpanan Karbon Organik <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. pada Sampah Buah .....	48
3.10.3 Analisis Perbedaan Pemberian Biomassa Sampah Buah terhadap Keefektifan Degradasi C Organik pada Sampah Buah .....	49
3.11 Alur Penelitian .....	50
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	51
4.2 Pembahasan .....	67
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>84</b>
5.1 Kesimpulan .....	84
5.2 Saran .....	84
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>93</b>

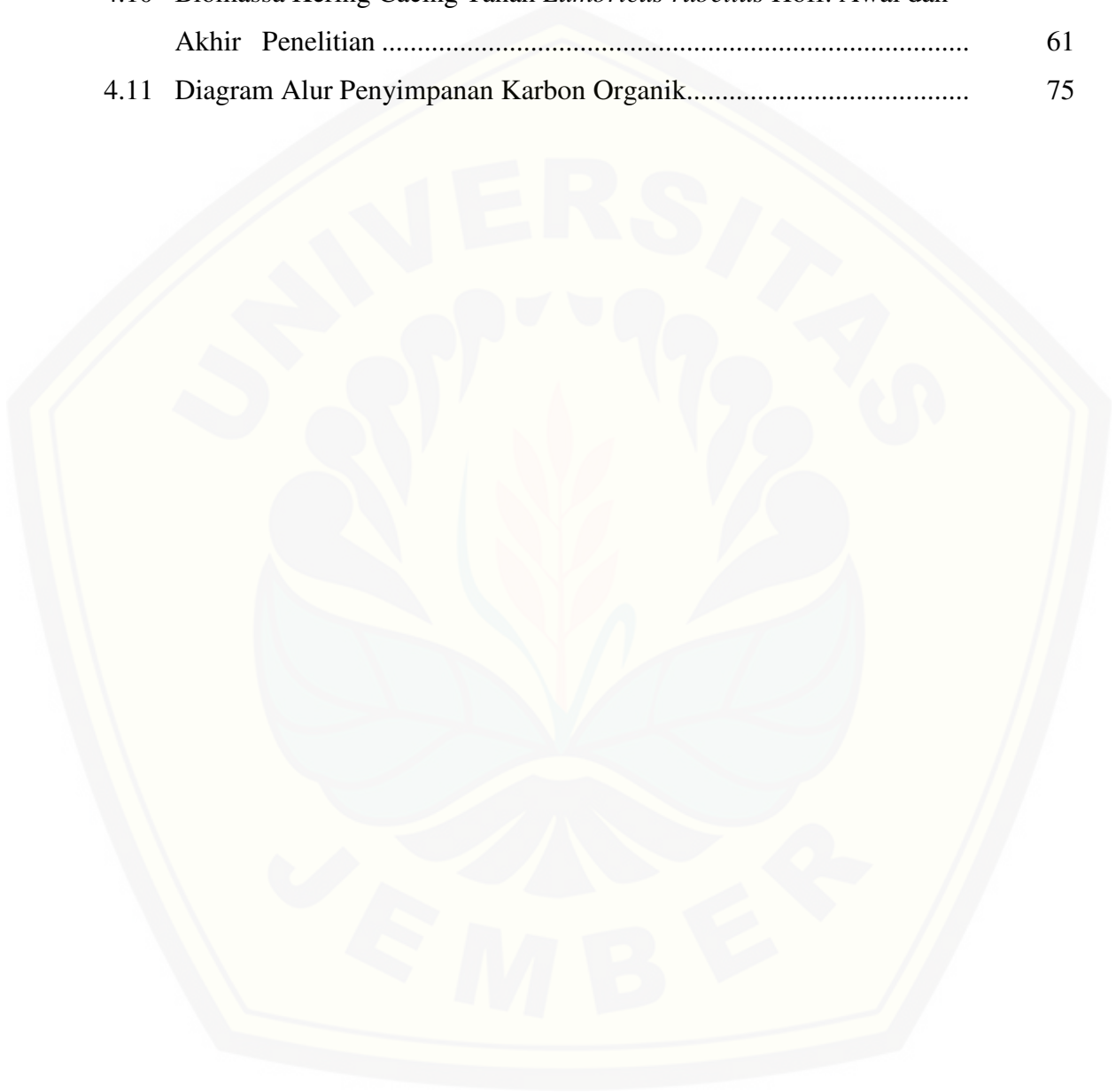
DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1 Kandungan asam amino <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	22
3.1 Rancangan Penelitian. ....	36
3.2 Rancangan Aliquot Biomassa Sampah .....	37
3.3 Rancangan Aliquot Evaporasi Sampah.....	37
3.4 Parameter Pengamatan. ....	45
4.1 Efektivitas (%) Cacing Tanah dalam Degradasi Biomassa Sampah.....	59
4.2 Efektivitas (%)Cacing Tanah dalam Degradasi Karbon Organik Sampah.....	60
4.3 Penyimpanan Biomassa Sampah yang Tersimpan dalam Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff.....	62
4.4 Hasil Uji Beda Nyata (LSD) Penyimpanan Biomassa Basah Sampah yang Tersimpan dalam Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	62
4.5 Hasil Uji Beda Nyata (LSD) Penyimpanan Biomassa Kering Sampah yang Tersimpan dalam Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	63
4.6 Hasil Uji Beda Nyata (LSD) Biomassa Basah Tanah.....	64
4.7 Hasil Uji Beda Nyata (LSD) Biomassa Kering Tanah.....	64
4.8 Hasil Uji Beda Nyata (LSD) Biomassa Basah Kascing.....	66
4.9 Hasil Uji Beda Nyata (LSD) Biomassa Kering Kascing .....	66
4.10 Total Karbon Organik Sampah Kulit Buah Nanas, Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff., Tanah dan Kascing. ....	66
4.11 Hasil Uji Anova Pengaruh Perbedaan Pemberian Biomassa Sampah Buah terhadap Keefektifan Degradasi Karbon Organik pada Sampah Buah oleh Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	67

DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1 Morfologi Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	12
2.2 Penampang depan ( <i>ventral</i> ) <i>Genital Tumescence</i> (GT), <i>Tubercula Pubertatis</i> (TP) dan <i>klitellum</i> cacing tanah .....	13
2.3 Struktur Internal <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	14
2.4 Kopulasi <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff.dan pembentukan kokon .....	16
2.5 Kerangka Teoritis.....	32
3.1 Desain Wadah Penelitian .....	42
3.2 Desain Penempatan Perlakuan .....	42
3.3 Desain Penempatan Evaporasi Sampah .....	43
3.4 Desain Penempatan Unit Perlakuan, Unit Aliquot Sampah, dan Unit Evaporasi Sampah.....	43
3.5 Alur Penelitian .....	50
4.1 Mulut dan anus cacing tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	51
4.2 Bagian klitelum dan segmen tubuh cacing tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	52
4.3 Biomassa (gram) Sisa Sampah Kulit Nanas Setiap Minggu Selama Satu Bulan.....	53
4.4 Temperatur Ruang (°C) dan Temperatur Media Tanah (°C)).....	54
4.5 Kelembapan Tanah.....	55
4.6 Derajat Keasaman (pH) Media Tanah .....	56
4.7 Evaporasi Sampah Setiap Minggu .....	57
4.8 Biomassa (gram) Sampah Kulit Nanas yang Termakan Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. ....	58

4.9	Biomassa Basah Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. Awal dan Akhir Penelitian .....	61
4.10	Biomassa Kering Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. Awal dan Akhir Penelitian .....	61
4.11	Diagram Alur Penyimpanan Karbon Organik.....	75

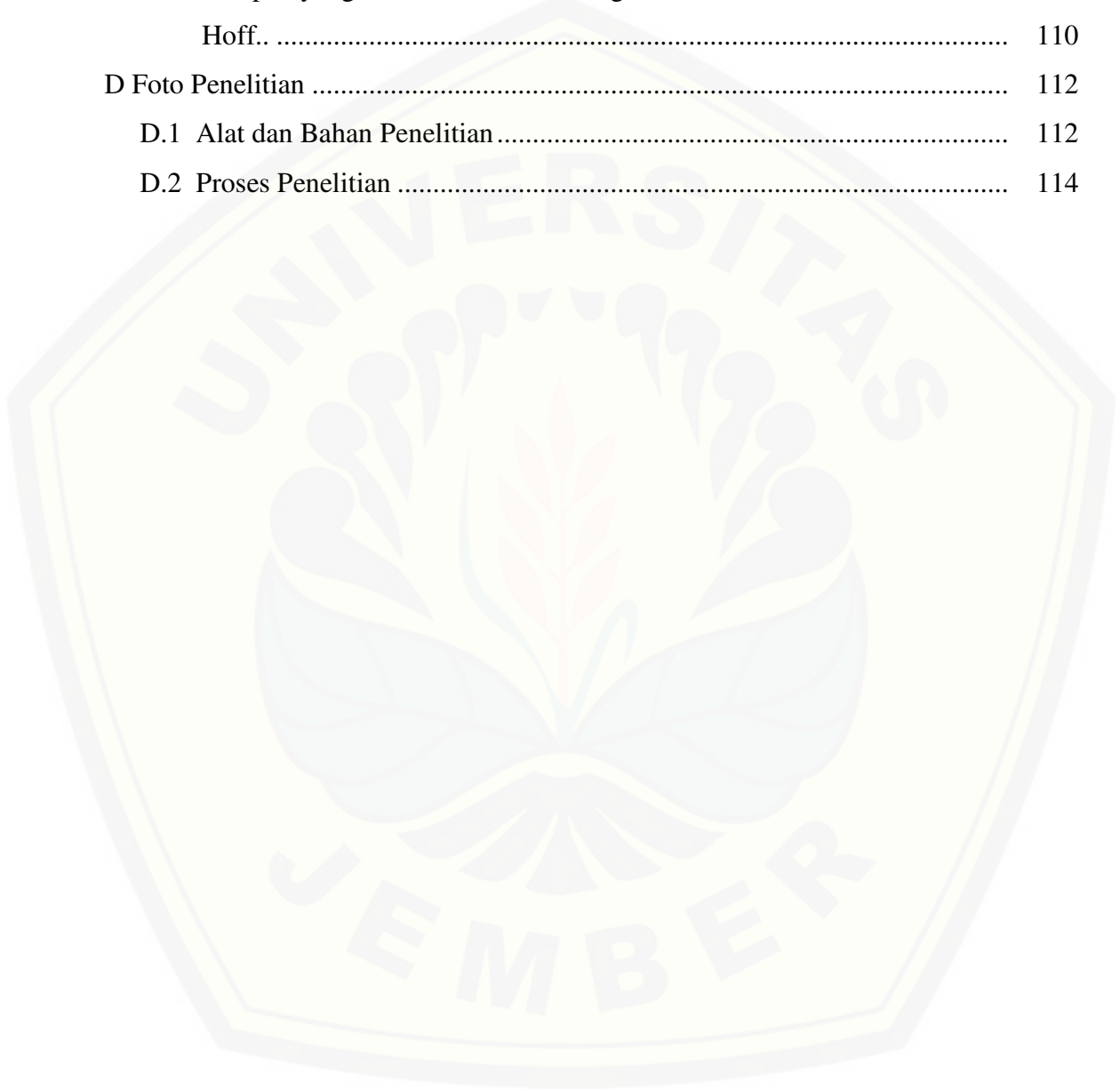




DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
A Matrik Penelitian.....	93
B Data Hasil Penelitian.....	95
B.1 Biomassa Sisa Sampah Kulit Buah Nanas Setiap Minggu Selama Satu Bulan.....	95
B.2 Biomassa Basah dan Biomassa Kering Cacing Tanah <i>Lumbricus         rubellus</i> Hoff.....	95
B.3 Penyimpanan Biomassa Basah dan Biomassa Kering Cacing Tanah .....	96
B.4 Biomassa Basah dan Biomassa Kering Tanah.....	97
B.5 Biomassa Basah dan Biomassa Kering Kascing.....	97
B.6 Temperatur Tanah (°C), Kelembaban Tanah (%), pH Tanah, dan Temperatur Ruang (°C),.....	98
B.7 Biomassa Sampah Kulit Nanas yang Termakan Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff.....	100
B.8 Evaporasi Sampah Kulit Buah Nanas Setiap Minggu .....	101
B.9 Efektivitas Degradasi Sampah Kulit Buah Nanas.....	101
B.10 Efektivitas Degradasi C Organik Sampah .....	102
B.11 Tabel Hasil Pengamatan C Organik Sampah, Cacing Tanah, Tanah, Dan Kascing Penelitian.....	103
B.12 Perhitungan Kadar Air dan Kadar Abu Sampah Kulit Buah Nanas, Cacing Tanah, Tanah, dan Kascing.....	104
B.13 Kokon Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. di Akhir Penelitian.....	105
C Analisis SPSS.....	106
C.1 Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (LSD) .....	106

C.2 Hasil Uji Anova Pengaruh Perbedaan Pemberian Biomassa Sampah Kulit Buah Nanas terhadap Keefektifan Degradasi Karbon Organik Sampah yang Dilakukan oleh Cacing Tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff.. .....	110
D Foto Penelitian .....	112
D.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	112
D.2 Proses Penelitian .....	114



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki jumlah penduduk terbesar keempat setelah Amerika Serikat (Kemenkopmk, 2015). Jumlah penduduk Indonesia dari hasil Sensus 2010 mencapai angka 237.641.326 (BPS, 2014). Di samping jumlah penduduknya yang besar, tingkat pertumbuhan penduduk Indonesia masih tinggi. Menurut hasil proyeksi menunjukkan bahwa jumlah penduduk Indonesia selama dua puluh lima tahun mendatang terus meningkat yaitu 238,5 juta pada tahun 2010 menjadi 305,6 juta pada tahun 2035 (BPS, 2013:23). Walaupun demikian, pertumbuhan rata-rata per tahun penduduk Indonesia selama periode 2010-2035 menunjukkan kecenderungan terus menurun. Dalam periode 2010-2015 dan 2030-2035 laju pertumbuhan penduduk turun dari 1,38% menjadi 0,62% per tahun (BPS, 2013:23). Pertumbuhan penduduk yang tidak disertai perluasan wilayah akan mengakibatkan kepadatan penduduk semakin meningkat. Kepadatan penduduk yang semakin meningkat akan berdampak pada sektor ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Dampak kepadatan penduduk pada sektor lingkungan yaitu dapat mengancam kesehatan umum yang diakibatkan oleh pengotoran lingkungan berupa limbah cair dan limbah padat (sampah) akibat proses pembangunan (Soedjatmoko, 2010:91). Di Indonesia permasalahan sampah menjadi *issue* yang perlu mendapatkan perhatian dari semua kalangan masyarakat, khususnya masyarakat di perkotaan. Menurut Rasio Ridho Sani selaku Deputy IV Bidang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun bahwa berat sampah di Indonesia secara nasional pada tahun 2014 mencapai 200 ribu ton per hari atau setara dengan 73 juta ton per tahun dengan asumsi sampah yang dihasilkan per individu setiap harinya sebesar 0,8 kg (Liputan 6, 2014).

Sampah adalah bahan buangan dari aktivitas manusia (Nurhidayat dan Purwendro, 2006:5). Berdasarkan sifatnya sampah dibagi menjadi sampah organik dan anorganik. Sampah organik yakni sampah yang mengandung senyawa organik

dan tersusun oleh unsur karbon, hidrogen, oksigen. Sampah ini mudah terurai secara alami (*degradable*) oleh mikroba. Sampah anorganik yakni sampah yang tidak tersusun dari senyawa organik dan tidak dapat didegradasi (*undegradable*) oleh mikroba sehingga sulit untuk diuraikan (Sejati, 2009:14). Di Indonesia, sekitar 60-75% dari total volume sampah yang dihasilkan merupakan sampah organik (Purwendro dan Nurhidayat, 2006:9). Sumber sampah terbanyak berasal dari pasar tradisional dan pemukiman. Sampah pasar tradisional terdiri hampir 95% sampah organik (Sudrajat, 2006:7).

Penanggulangan sampah bukan hanya urusan pemerintah tetapi membutuhkan partisipasi masyarakat luas. Dalam hal penanganan sampah dapat diasumsikan bahwa laju produksi sampah tidak sebanding dengan proses penanggulangannya. Sehingga memacu pemerintah daerah untuk lebih awal memikirkan bagaimana strategi yang efisien dalam menaggulangi masalah persampahan. Jika masalah persampahan tidak ditangani sebagaimana mestinya, maka dapat menimbulkan berbagai masalah, sampai pada resiko bagi kesehatan manusia serta makhluk lainnya (Rizal, 2011:156). Paradigma pengelolaan sampah harus didasarkan pada konsep pengelolaan sampah yang mendukung prinsip-prinsip pembangunan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan (Surjandari, *et al.*, 2009:135).

Masalah yang paling besar dalam penanganan sampah organik adalah adanya bau busuk sampah yang menyengat serta kemungkinan bibit penyakit di dalamnya. Bau busuk terjadi karena adanya proses dekomposisi sampah organik yang tidak terkendali yaitu berlangsung secara anaerobik. Produk akhir metabolisme anaerobik adalah metana, karbon dioksida, dan senyawa intermediet seperti asam-asam organik dengan berat molekul rendah (Haug, 1980 dalam Widyapratami, 2011:7). Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang ramah lingkungan untuk mengatasi sampah organik.

Jenis-jenis teknologi penanganan sampah cukup banyak. Beberapa teknologi penanganan sampah yang dipakai antara lain *sanitary landfill*, *incinerator*, dan pengomposan. *Incinerator* adalah tungku pembakaran untuk mengolah limbah padat

yang mengonversi sampah menjadi gas dan abu. Teknologi ini membutuhkan biaya investasi, operasi, dan pemeliharaan yang cukup tinggi. Di beberapa negara maju teknologi *incinerator* diterapkan dengan kapasitas besar, namun dianggap bermasalah dalam pencemaran merkuri, kadmium, arsen, dan kromium di udara (Latief, 2010:20). *Sanitary landfill* merupakan metode pemusnahan sampah dengan cara menimbun sampah dengan tanah yang dilakukan selapis demi selapis sehingga tidak menimbulkan bau (Chandra, 2006:116). Metode ini memerlukan biaya operasional dan pemeliharaan yang mahal, standar operasional, dan prosedur harian yang ketat untuk menghindari terjadinya penimbunan terbuka. Penimbunan terbuka pada lahan *sanitary landfill* berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan seperti perkembangan vektor penyakit, polusi udara akibat gas yang dihasilkan sampah, polusi air akibat cairan sampah, dan estetika lingkungan yang buruk (Yasa, *et al.*, 2013:31). Pengomposan merupakan suatu teknik pengolahan limbah padat yang mengandung bahan organik *biodegradable* (dapat diuraikan mikroorganisme) (Subandriyo, *et al.*, 2012:71). Teknologi pengomposan merupakan cara yang mudah, murah, dan ramah lingkungan.

Melihat paparan di atas, bahwa penanganan sampah organik yang ramah lingkungan adalah dengan pengomposan. Teknologi alternatif ramah lingkungan dalam pengomposan yang telah dipraktekkan di Indonesia yaitu pengomposan dengan teknik kultur cacing tanah (*vermicomposting*). Teknik ini bersifat efektif, sederhana, dan hemat energi (Sutanto, 2002:53). Vermikompos merupakan produk nontermofilik hasil biodegradasi dari limbah organik melalui interaksi antara cacing tanah dan mikroorganisme. Sebagian besar proses penguraian dilakukan mikroorganisme, tetapi kehadiran cacing tanah dapat membantu proses tersebut karena bahan-bahan yang akan diurai oleh mikroorganisme telah diurai lebih dahulu oleh cacing tanah. Sehingga kerja mikroorganisme lebih efektif dan lebih cepat (Warsana, 2009 dalam Yuniar, 2013:6). Vermikompos adalah pupuk organik yang mengandung sekresi cacing, humus, cacing hidup, dan mikroorganisme lainnya. Populasi cacing tanah akan meningkat apabila biomassa kaya nutrisi, misalnya limbah organik. Metode

*vermicomposting* selain menghasilkan vermikompos yang kaya hara, juga dihasilkan biomassa cacing sebagai sumber protein hewani (Sutanto, 2002:53). Dari analisis kimia diperoleh kandungan protein seekor cacing tanah berkisar 64-76%, sedangkan tepung ikan hanya 58% (Palungkun, 2010b:7). Hal ini memperlihatkan tepung cacing tanah lebih baik dibanding tepung ikan sebagai alternatif pakan ikan. Sehingga dengan teknik ini mendapatkan beberapa keuntungan yaitu sampah dapat terdegradasi secara efisien, kotoran cacing tanah (kascing) dapat dijadikan pupuk, dan menghasilkan biomassa cacing tanah yang kaya akan protein (Palungkun, 2010b:3).

Cacing tanah dikenal sebagai binatang pengurai bahan organik (Palungkun, 2010b:52). Beberapa jenis cacing tanah terspesialisasi untuk hidup di materi organik yang membusuk dan dapat mendegradasi menjadi materi yang halus (Edwards dan Bohlen, 1996:194). Menurut penelitian Anwar (2009:157), jenis cacing tanah yang paling efektif dalam mendekomposisi bahan organik berturut turut yaitu *Lumbricus sp.*, *Eudrellus sp.*, dan *Pheretima hupiensis*. *Lumbricus rubellus* Hoff. menunjukkan pengaruh yang paling signifikan dalam memproduksi vermikompos (Suparno, *et al.*, 2013b:1510). Sampah kota dapat efektif terdegradasi oleh cacing tanah dan menghasilkan produksi pupuk organik vermikompos (Hemalatha, 2013 dalam Suparno, *et al.*, 2013a:78). *Lumbricus rubellus* Hoff. efektif untuk pembuatan vermikompos karena bersifat “*litter feeder*” (pemakan serasah) yang berasal dari Eropa dan sekarang paling banyak dibudidayakan di Indonesia untuk mendekomposisi sampah (Listyawan, *et al.*, 1998 dalam Answar, 2009:150). Menurut penelitian Rief (2012:4-5) menunjukkan bahwa cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. tidak memiliki preferensi makanan tertentu terhadap spesies tanaman meskipun kandungan kimia setiap tanaman berbeda, sehingga cacing tanah ini mampu mencerna berbagai sumber makanan. Cacing tanah dengan cepat menurunkan volume biomassa sampah organik (Sutanto, 2002:53). Selain itu, cacing tanah berperan penting dalam mengefisienkan penggunaan C organik tanah, sehingga cacing tanah berperan dalam siklus biogeokimia (Anwar, 2009:149). Siklus biogeokimia adalah siklus unsur-unsur atau senyawa kimia yang mengalir dari

komponen abiotik ke komponen biotik dan kembali lagi ke komponen abiotik. Salah satu siklus biogeokimia yang terjadi di alam berupa karbon. Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran atau perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi (Sutaryo, 2009:2).

Pemanasan global adalah salah satu *issue* lingkungan saat ini yang menjadi perhatian banyak pihak yang salah satunya disebabkan oleh gas rumah kaca, seperti gas karbon dioksida. Adanya pembakaran sampah menambah lebih banyak lagi karbon dioksida ke atmosfer. Akibatnya jumlah Karbon Dioksida atmosfer meningkat (Campbell, *et al.*, 2004:398), sehingga pengelolaan sampah dengan bantuan cacing tanah tidak hanya sebatas mengurangi jumlah sampah saja, tetapi hal yang paling urgen yaitu mencegah senyawa karbon organik yang terkandung pada sampah terlepas ke atmosfer.

Pasar Tanjung adalah pasar induk yang terletak di pusat Kota Jember. Pasar ini terdiri dari 1.251 pedagang toko tertutup, 858 pedagang toko terbuka, dan 556 pedagang lesehan (Dinas Pasar Pemkab Jember, 2014). Tingginya aktivitas jual beli di pasar ini juga berdampak pada jumlah sampah yang dihasilkan terutama sampah sayuran dan buah-buahan yang sudah membusuk, sehingga menimbulkan bau tidak sedap. Menurut hasil observasi pada Februari 2015, Pasar Tanjung menghasilkan volume limbah organik berupa sayuran dan buah-buahan sebanyak satu bak truk setiap harinya. Tempat pembuangan limbah tersebut di wilayah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Pakusari. Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Jember, Jawa Timur, mencatat volume sampah di wilayah Jember pada tahun 2014 mencapai 1.300 m<sup>3</sup> per hari. Dari 1.300 meter kubik sampah itu, sebanyak 750 m<sup>3</sup> diantaranya dibuang petugas ke tempat pembuangan akhir (TPA) Pakusari, sedangkan 550 m<sup>3</sup> sampah sisanya dikelola sendiri oleh masyarakat dan dihancurkan secara swadaya (Surya Online, 2014). Jumlah populasi penduduk yang semakin meningkat menyebabkan jumlah sampah juga akan meningkat, sehingga diprediksi dalam dua tahun ke depan TPA Pakusari tidak akan mampu menampung sampah warga Jember (Antara News Jawa Timur, 2014). Volume sampah yang terus

meningkat dan kurangnya lahan TPA sampah merupakan masalah utama yang harus dipecahkan (Sejati, 2009:16).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait pengolahan sampah dengan metode vermikompos diantaranya adalah “*Application of vermicomposting for the biodegradation of msw and crop improvement* (Hemalatha, 2013a); *Vermicultur for organik waste* (Hemalatha, 2013b); *The study of vermicomposting optimazation of organic waste* (Suparno, *et al.*, 2013b); Efektivitas cacing tanah *Pheretima hupiensis*, *Edrellus* sp. dan *Lumbricus* sp. dalam proses dekomposisi bahan organik (Anwar, 2009);”. Semua penelitian tersebut pada dasarnya hanya sebatas membandingkan jenis sampah yang mudah didekomposisi oleh cacing, tingkat pertumbuhan tanaman dari tanah hasil vermikompos, dan hilangnya senyawa toksik pada sampah setelah dikeluarkan oleh cacing berupa kascing. Namun, belum ada penelitian yang menghitung kemampuan cacing tanah dalam mendegradasi materi organik khususnya C organik pada sampah. Berdasarkan latar belakang tersebut maka judul penelitian yang akan dilakukan adalah “Efektivitas Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus* Hoff.) dalam Degradasi Karbon Organik terhadap Sampah Buah Pasar Tanjung Jember”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan judul penelitian di atas, maka dapat dikemukakan beberapa permasalahan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Berapa besar efektivitas kemampuan cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam mendegradasi karbon organik sampah buah?
- b. Berapa besar penyimpanan karbon organik oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam bentuk biomassa cacing dari hasil degradasi sampah buah?
- c. Adakah pengaruh perbedaan pemberian biomassa sampah buah terhadap keefektifan degradasi karbon organik yang dilakukan oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.?



### 1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pemahaman dan mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah yang terkandung di dalam penelitian ini, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut.

- a. Cacing tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. berusia 8-9 minggu (dewasa) yang dibeli dari perternak cacing di Jalan Manggar XI, Kelurahan Gebang, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember.
- b. Biomassa cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. yang digunakan untuk penelitian ini adalah cacing tanah dengan rentangan 0,5-0,65 g per individu yang ditimbang sebanyak 20 g setiap unit percobaan.
- c. Biomasa sampah organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah 140 g/minggu dan 280 g/minggu.
- d. Pakan atau nutrisi yang diberikan pada cacing tanah berasal dari sampah buah kulit nanas di Pasar Tanjung Jember yang telah difermentasi selama empat belas hari.
- e. Media hidup cacing tanah yang digunakan adalah tanah gembur bekas pertanian di Univeritas Jember.
- f. Penelitian dilakukan di Laboratorium Zoologi Prodi Biologi FKIP Universitas Jember dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Mengetahui besar efektivitas kemampuan cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam mendegradasi karbon organik sampah buah.
- b. Mengetahui besar penyimpanan karbon organik oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam bentuk biomassa cacing dari hasil degradasi sampah buah.
- c. Mengidentifikasi ada atau tidak ada pengaruh perbedaan pemberian biomassa sampah buah terhadap keefektifan degradasi karbon organik yang dilakukan oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. Bagi peneliti penelitian ini merupakan pengalaman berharga dalam mengembangkan ilmu pengetahuan tentang lingkungan;
- b. Bagi lembaga pengelola TPA sampah di Kabupaten Jember merupakan sumber informasi penting terkait cara penanganan sampah organik yang sehat, efektif, efisien, dan produktif;
- c. Sebagai informasi bagi masyarakat tentang penanganan sampah organik dengan pemanfaatan cacing tanah sebagai agen pendegradasi karbon organik yang dapat membantu proses penyuburan tanah;
- d. Bagi pengusaha pakan ternak di Kabupaten Jember merupakan sumber informasi yang menguntungkan terkait keberadaan cacing tanah yang dapat digunakan sebagai alternatif pakan ternak dengan kualitas protein dan kadar antibiotik yang tinggi.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sampah

Sampah adalah bahan tidak ternilai yang merupakan sisa dari aktivitas manusia dan proses alam (Suparno, *et al.*, 2013b:1506). Sampah adalah semua jenis benda atau barang bangunan/kotoran manusia, hewan, atau tumbuh-tumbuhan atau yang berasal dari aktivitas kehidupan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang dapat menimbulkan dan atau mengakibatkan pengotoran terhadap air, tanah, dan udara sehingga dapat menimbulkan pengrusakan lingkungan hidup manusia (Rizal, 2011:157). Menurut sumbernya, sampah dibedakan menjadi: 1) sampah domestik, yaitu sampah yang berasal dari lingkungan permukiman atau perumahan; 2) sampah komersil, yaitu sampah yang dihasilkan dari lingkungan kegiatan perdagangan seperti toko, restoran, rumah makan, warung, pasar, dan swalayan; 3) sampah industri, yaitu sampah hasil samping kegiatan industri; 4) sampah alami, dapat berupa dedaunan, sisa bencana alam, dan sebagainya (Rizal, 2011:158).

Dari kandungan materinya, sampah dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu sampah organik (sampah yang berasal dari bagian hewan, tumbuhan, dan manusia) dan sampah anorganik (sampah yang berasal dari bahan mineral seperti logam, kaca, dan plastik). Sampah organik mengandung berbagai macam zat seperti karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin, dan sebagainya. Secara alami, zat-zat tersebut mudah terdekomposisi oleh pengaruh fisik, kimia, enzim yang dikandung oleh sampah itu sendiri dan enzim yang dikeluarkan oleh organisme yang hidup di dalam sampah (Wahyono, 2001:113). Sampah organik sendiri dibagi menjadi sampah organik basah dan sampah organik kering. Sampah organik basah adalah sampah yang mengandung air cukup tinggi, seperti sampah kulit buah dan sayuran. Sampah organik kering adalah sampah yang mengandung air yang rendah, seperti ranting kering dan dedaunan kering (Sinaga, 2009:13). Bahan organik pada sampah terdiri dari organisme hidup dan organisme mati. Adapun organisme hidup yaitu bakteri,

jamur, dan sebagainya. Organisme mati terdiri dari sisa makanan, limbah dari tanaman hidup dan hewan, dan tumbuhan dan hewan yang mati (Aulenbach dan Clesceri, 2009:50).

Pasar Tanjung adalah pasar induk yang terletak di pusat Kota Jember. Pasar ini terdiri dari 1.251 pedagang toko tertutup, 858 pedagang toko terbuka, dan 556 pedagang lesehan (Dinas Pasar Pemkab Jember, 2014). Tingginya aktivitas jual beli di pasar ini juga berdampak pada jumlah sampah yang dihasilkan terutama sampah organik yang sudah membusuk, sehingga menimbulkan bau tidak sedap. Salah satu cara untuk melihat potensi limbah yang dihasilkan adalah produksi pertaniannya. Jember merupakan salah satu kota sentra produksi nanas di Jawa Timur (Sunarjono, 2006:148). Semakin banyaknya produksi nanas, maka semakin banyak pula limbah yang dihasilkan. Bagian yang dapat dikonsumsi pada nanas sekitar 60%, sisanya berupa limbah kulit nanas. Karakteristik limbah nanas diantaranya mudah mengalami pembusukan dan mencemari lingkungan (Warisno dan Dahana, 2009:4). Oleh karena limbah nanas yang tergolong banyak, maka perlu dimanfaatkan lebih lanjut agar tidak terbuang begitu saja (Haryani, 2011:49). Komposisi gula dalam limbah buah nanas terdiri dari sukrosa 23,58 g/L, glukosa 39,14 g/L, dan fruktosa 36,86 g/L. Selain itu limbah buah nanas mengandung total karbon organik 53,92 g/L (Andriani, *et al.*, 2013:195).

Nanas merupakan salah satu buah unggulan di Indonesia dan memiliki potensi ekonomi yang tinggi. Nanas berasal dari Amerika tropis, yakni Brasil, Argentina, dan Peru. Di Indonesia, tanaman nanas sangat populer dan banyak ditanam di tegalan dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Tanaman nanas merupakan rumput yang batangnya pendek sekali yang termasuk ke dalam tanaman monokotil dan berifat merumpun (bertunas anakan). Buah nanas merupakan buah majemuk yang disebut sinkarpik atau *coenocarpium*. Di atas buah tumbuh daun-daun pendek yang tersusun seperti pilin yang disebut mahkota (*crown*) (Sunarjono, 2006:142). Ekspor buah terbesar di Indonesia adalah nanas sebagai konsumsi segar. Pada tahun 2011 produksi nanas mencapai 1,5 juta ton atau sekitar 9,36% dari total produksi buah di Indonesia

dan menempati urutan kedua dalam kontribusi terhadap produksi buah nasional (BPS, 2013).

## 2.2 Cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

### 2.2.1 Klasifikasi Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

Dalam sistem taksonomi, cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. memiliki sistematika sebagai berikut (NCBI Taxonomy, 2013) :

Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Bilateria
Phylum	: Annelida
Subphylum	: Clitellata
Class	: Oligochaeta
Ordo	: Lumbriculida
Family	: Lumbricidae
Genus	: <i>Lumbricus</i>
Spesies	: <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff.

### 2.2.2 Morfologi dan Anatomi Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

Cacing tanah jenis *Lumbricus rubellus* Hoff. mempunyai bentuk tubuh agak pipih. Jumlah segmen tubuhnya sekitar 90-195 cm. Cacing tanah mempunyai bentuk tubuh simetri bilateral. Tubuhnya terdapat segmen luar dan segmen dalam, berambut, tidak mempunyai skeleton, tubuh bagian luar dilindungi oleh kutikula, tidak memiliki alat gerak seperti kebanyakan binatang, dan tidak memiliki mata (Edwards dan Bohlen, 1996:1). Di bagian bawah setiap segmen, selain memiliki seta, juga terdapat pori-pori yang berhubungan dengan alat ekskresi (nephredia). Fungsi seta adalah sebagai pencengkeram atau pelekat yang kuat. Gerakan seta ini diatur oleh otot longitudinal dan sirkular. Cacing tanah bergerak dengan gerakan peristaltik. Kontraksi otot sirkular di ujung anterior menyebabkan tubuh cacing memanjang, mendorong ujung anterior ke depan di mana ia berlabuh oleh seta. Kontraksi otot longitudinal kemudian memperpendek tubuh, menarik ujung posterior maju (Hickman, *et al.*, 2001:358). Sedangkan pori-pori berfungsi menjaga kelembapan kulit cacing tanah agar selalu basah. Lendir juga berfungsi memudahkan cacing tanah

bergerak dan melicinkan tubuh (Amri dan Khairuman, 2009:5). Lendir ini dihasilkan oleh kelenjar epidermis (Edwards dan Bohlen, 1996:8).



Gambar 2.1 Morfologi *Lumbricus rubellus* Hoff. (Gregor, 2012)

Mulut terdapat di depan segmen pertama, sedangkan anus berada di bagian belakang segmen terakhir. Mulut dan anus ini bukan merupakan segmen, melainkan bagian dari tubuh tersendiri. Mulut cacing tanah dilengkapi dengan prostomium (bibir mulut), yakni berupa tonjolan daging yang dapat menutup lubang mulut. Prostomium terdiri dari sel-sel sensor berstruktur seperti lensa yang menggantikan fungsi mata. Selain itu prostomium juga mampu membedakan material berbahaya selama proses makan (Amri dan Khairuman, 2009:5). Prostomium mengandung sel reseptor yang dapat mendeteksi sukrosa, glukosa, dan quinin. Oleh karena itu, cacing tanah dapat menemukan bahan organik yang menjadi makanannya walaupun tidak memiliki mata (Edwards dan Bohlen, 1996:2).

Cacing tanah dewasa memiliki klitelum yang merupakan bagian dari kelenjar epidermis yang berhubungan dengan produksi kokon atau dapat dikatakan sebagai alat yang membantu perkembangbiakan. Organ ini biasanya merupakan bagian tubuh

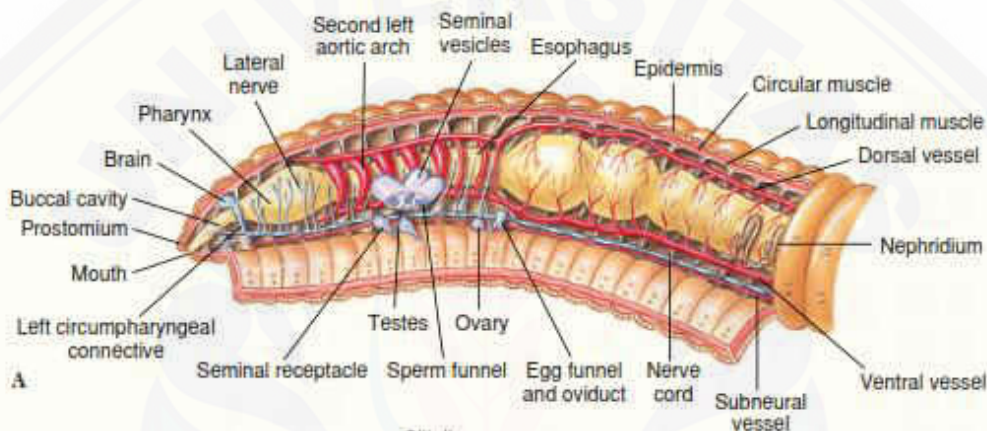
yang menebal dan warnanya lebih terang atau lebih gelap dari warna tubuhnya. Pada cacing yang masih muda, organ ini belum tampak karena hanya terbentuk saat cacing mencapai dewasa, sekitar 2-3 bulan. Posisi klitelum pada setiap jenis cacing tanah berbeda. *Lumbricus rubellus* Hoff. memiliki klitelum pada bagian anterior tubuh, di belakang porus genital, dimulai antara segmen 22 hingga 32 (Edwards dan Bohlen, 1996:6), jika terdapat *Genital Tumescence* (GT) maka klitelum bisa sampai pada segmen ke 34 (James, 2005 dalam Anwar, 2007:250).



Gambar 2.2 Penampang depan (*ventral*) *Genital Tumescence* (GT), *Tubercula Pubertatis* (TP) dan *klitellum* cacing tanah (Sumber: James dalam Anwar, 2007:250).

Alat ekskresi berupa suatu alat yang disebut nephridia terdapat pada tiap-tiap ruas, kecuali ruas 1-3 dan ruas terakhir. Nephridia menempati dua ruas berbatasan. Saluran nephredium yang bersilia yang disebut nephrostome pada ruas sebelah muka, sedang saluran lainnya berbelit-belit pada ruas yang belakang. Silia pada nephrostome menyebabkan adanya cairan yang mengiring cairan di dalam *coelom* dan masuk ke saluran yang membelit yang selanjutnya akan dibuang di muara pada permukaan tubuh (Hickman, *et al.*, 2001:366).

Dalam proses peredaran darah tersebut, terjadi pengangkutan zat makanan dan oksigen ke sel-sel tubuh, serta pelepasan karbon dioksida ke udara (Amri dan Khairuman, 2009:6). Sistem peredaran darah cacing tanah bersifat tertutup, dihubungkan dengan pembuluh darah. Di dalam tubuh cacing tanah terdapat lima pasang organ kontraktile yang berfungsi sebagai jantung serta terdapat pigmen hemoglobin di dalam plasma darahnya (Gaddie dan Douglas dalam Mubarak dan Zalizar, 2003:130).



Gambar 2.3 Struktur internal *Lumbricus rubellus* Hoff. (Hickman, *et al.*, 2001:364)

Makanan cacing tanah berupa bahan organik yang membusuk (yang mengandung nematoda, protozoa, dan prokariota) dikumpulkan pada waktu malam hari di mana hewan tersebut aktif keluar dari persembunyiannya dan menggaruk-garuk tanah dengan ekornya. Komponen-komponen utama dari saluran pencernaan cacing tanah adalah mulut, kerongkongan, *crop*, *gizzard*, usus, dan anus (Konig dan Varma, 2006:70). Tanah bahan organik yang membusuk ditelan masuk ke mulut faring, di sini terdapat sekresi kelenjar faring kemudian terus ke esophagus, kemudian disimpan dalam *crop*. Dalam esophagus makanan mendapat sekresi dari kelenjar Calciferous guna menetralkan makanan yang bersifat asam. *Gizzard* atau *vertriculus* sebagai alat penggiling bekerja menghancurkan bahan-bahan makanan yang bercampur dengan tanah (Hickman, *et al.*, 2001:365). Bahan organik didegradasi oleh

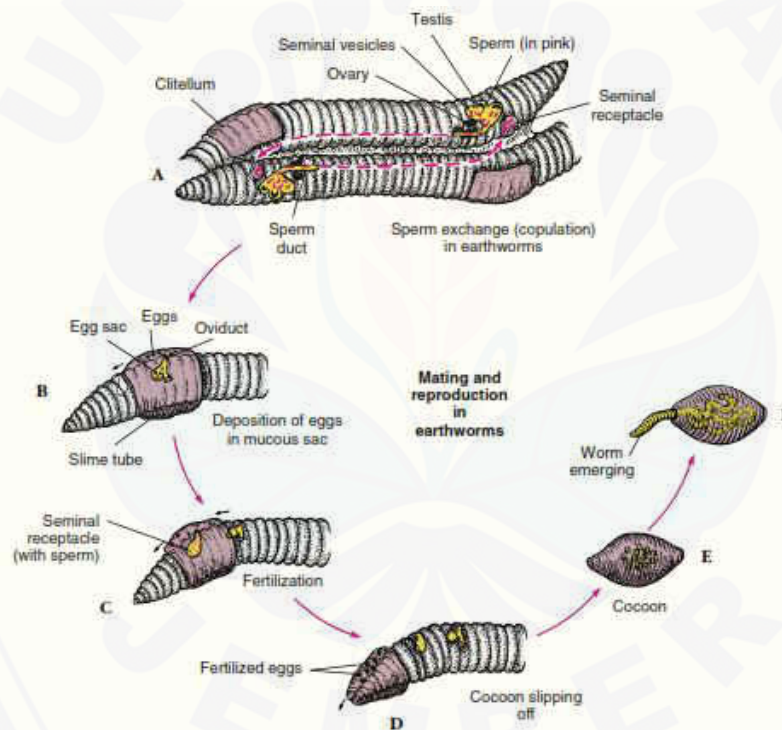


aktivitas kolektif enzim pencernaan (chitinase, xilanase, selulase, protease, amilase, lipase) yang disekresikan oleh cacing maupun dari mikroorganisme yang tertelan pada saat memakan bahan organik seperti sampah (Konig dan Varma, 2006:70). Pada akhirnya zat-zat makanan akan diserap oleh pembuluh darah dan sisa-sisa makanan akan dibuang (Hickman, *et al.*, 2001: 365).

Cacing tanah dan mikroorganisme melakukan simbiosis mutualime di dalam saluran pencernaan cacing tanah. Sistem pencernaan cacing tanah tepatnya di bagian usus merupakan hasil kombinasi proses langsung produksi enzim dari cacing tanah dan proses tidak langsung yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang terdapat di dalam usus cacing tanah. Jenis mikroba yang berada di dalam usus cacing tanah mempengaruhi makanan yang dapat tercerna oleh cacing tanah. Lendir cacing tanah mengandung sejumlah besar karbon organik yang larut dalam air sehingga mudah didegradasi oleh mikroorganisme. Banyak molekul organik yang terkandung di usus tampaknya berasal dari lendir. Oleh karena itu, lingkungan usus cacing tanah secara teoritis sangat menguntungkan untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, selain itu mikroorganisme tersebut berpartisipasi dalam pemecahan bahan organik kompleks dengan mengeluarkan eksoenzim degradatif (Konig dan Varma, 2006:70).

Cacing tanah bersifat hermaphrodit biparental. Artinya, cacing tanah memiliki dua jenis alat reproduksi sekaligus, yakni jantan dan betina. Namun, untuk menghasilkan keturunan, mereka harus melakukan perkawinan dengan cacing dewasa lainnya. Jadi meskipun mempunyai dua alat kelamin, cacing tanah tidak dapat melakukan perkawinan sendiri. Ciri-ciri cacing tanah dewasa dan siap melakukan perkawinan adalah di atas 2,5 bulan dan telah terbentuk klitelum. Proses perkawinan terjadi secara silang (*cross fertilization*) dengan cara saling bertukar spermatozoid. Caranya kedua cacing tanah berpasangan saling melekatkan bagian anterior dengan posisi saling berlawanan yang diperkuat oleh seta. Selanjutnya, klitelum masing-masing cacing tanah akan mengeluarkan lendir yang berfungsi melindungi sel-sel sperma yang dikeluarkan oleh lubang alat kelamin jantan masing-masing. Setelah

beberapa jam berkopulasi dan masing-masing kantong ovarium yang berisi sel-sel telur menerima sel-sel sperma, maka masing-masing kantong ovarium saling berpisah. Tahap selanjutnya akan terjadi pembentukan kokon. Kopulasi dan produksi kokon biasanya dilakukan pada musim kemarau. Anak cacing tanah menetas dari kokon setelah 2-3 minggu inkubasi (Amri dan Khairuman, 2009:7). Setelah menetas, cacing tanah muda akan hidup dan dapat mencapai usia dewasa dalam waktu 2,5 sampai 3 bulan (Rukmana, 1999:22). Saat dewasa cacing tanah akan menghasilkan kokon dari perkawinan yang berlangsung selama 6 sampai 10 hari dan masa produktif berlangsung selama 4-10 bulan (Palungkun, 1999b:12).



Gambar 2.4 Kopulasi cacing *Lumbricus rubellus* Hoff. dan pembentukan kokon (Hickman, *et al.*, 2001:368)

### 2.2.3 Ekologi Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

Cacing tanah adalah hewan pemakan substrat atau lebih spesifik sebagai pemakan deposit. Memakan sambil membuat jalannya melalui kotoran (Chambell, 2002:27). Sumber bahan organik sampah pasar merupakan sumber bahan organik

paling mudah terdekomposisi oleh cacing tanah dibandingkan sumber bahan organik jerami maupun tandan kosong kelapa sawit (Anwar, 2009: 157). Cacing tanah dapat mengonsumsi hampir semua jenis sampah organik, menggunakan 5-10% dari makanan yang dikonsumsinya untuk pertumbuhan. Diperkirakan 1.000 bahan organik ton yang dikonversi oleh cacing tanah menjadi 300 ton kompos (Kumar, 2005:56). Kehadiran cacing tanah pada bahan organik segar akan menghasilkan inokulum mikroorganisme yang berbeda dan nutrisi yang berinteraksi dengan komunitas mikroba pada bahan organik segar. Inokulasi substrat cacing tanah menyebabkan peningkatan biomassa mikroba dan aktivitas enzim (glukosidase  $\beta$ , selulase, fosfatase dan protease) (Aira dan Dominguez, 2011) .

Menurut National Institute of Industrial Research (2004:262), beberapa jenis hal yang dapat digunakan sebagai pakan cacing tanah, namun proporsi yang digunakan harus dilakukan pengujian terlebih dahulu adalah sebagai berikut: 1) kotoran sapi minimal yang berumur 7 hari; 2) kotoran sapi + kotoran domba + kotoran kuda yang dicampur dengan proporsi sama; 3) kotoran sapi + limbah sayur dengan rasio 10:3; 4) kotoran sapi + limbah pertanian dengan rasio 10:3; 5) kotoran sapi + limbah dapur dengan rasio 10:3; 6) hanya limbah pertanian atau limbah dapur atau sampah daun atau campuran ketiganya. Berdasarkan tempat hidup, kotoran, warna, dan makanan kesukaanya, *Lumbricus rubellus* Hoff. termasuk ke dalam kelompok epigeasis, yaitu cacing tanah yang aktif di permukaan, warna tubuh gelap, penyamaran efektif, tidak membuat lubang, kotoran tidak nampak jelas, pemakan serasah (sampah organik yang membusuk) di permukaan tanah, tidak mencerna tanah (Amri dan Khairuman, 2009:3).

Cacing tanah menyukai tempat yang lembab, tanah yang gembur, dan biasanya mengeksplorasi makanannya pada waktu malam hari (Hickman, *et al.*, 2001:364). Kelembapan ini penting untuk mempertahankan cadangan air di dalam tubuhnya. Sebanyak 85% dari berat tubuh cacing tanah berupa air (Amri dan Khairuman, 2009:8). Kekeringan yang berkepanjangan memaksa cacing tanah untuk bermigrasi ke media yang lebih cocok (Amri dan Khairuman, 2009:8). Kelembapan yang

dikehendaki sekitar 60-90%. Jika kondisi lingkungan kering maka tubuh cacing tanah akan mengeluarkan *mucus* untuk menjaga kelembapan tubuhnya (Subowo, 2008:149). Cacing bernafas melalui kulit yang basah dengan mengeluarkan lendir melalui pori-pori pada kulit luar (kutikula). Penurunan kelembapan mengakibatkan kelembapan kulit cacing menurun sehingga cacing tidak dapat bergerak dan bernafas yang dapat mengakibatkan penurunan produktivitas bahkan sampai kematian (Tomy, *et al.*, 2015:4). Selain tempat yang lembab, kondisi tanah juga mempengaruhi kehidupan cacing seperti pH tanah, temperatur, aerasi, CO<sub>2</sub>, bahan organik, jenis tanah, dan suplai makanan. Diantara ketujuh faktor tersebut, pH, dan bahan organik merupakan dua faktor yang sangat penting (Amri dan Khairuman, 2009:8). Bertambahnya kepadatan cacing tanah mengakibatkan kandungan karbon organik dalam tanah semakin rendah karena adanya aktivitas mikroorganisme yang mengubah karbon organik menjadi karbondioksida yang dilepas ke udara (Adianto, *et al.*, 2004:179).

#### 2.2.4 Pemeliharaan Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh bibit cacing tanah, yaitu dari alam dan dari peternak. Namun, bibit dari alam sangat sulit dijumpai di Indonesia. Hal ini disebabkan jenis cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. bukan jenis lokal, melainkan berasal dari Eropa. Sehingga sebaiknya bibit cacing tanah berasal dari peternak. Keuntungan menggunakan bibit cacing tanah dari peternak adalah jenis yang diinginkan lebih terjamin, umur yang dikehendaki lebih seragam, dan jumlah yang dibutuhkan dapat terpenuhi (Palungkun, 2010a:40).

Wadah yang harus dipersiapkan untuk membeli cacing tanah dari peternak berupa karung terigu atau wadah yang akan digunakan sebagai tempat pemeliharaan cacing tanah. Jumlah bibit yang dibutuhkan sangat tergantung pada jumlah atau luasnya wadah pemeliharaan. Sebagai patokan, wadah pemeliharaan berupa kotak plastik berukuran panjang 43 cm, lebar 35 cm, dan tinggi 16 cm bisa untuk memelihara 0,25 kg bibit cacing tanah (Palungkun, 2010a:40). Bagian dasar dari

wadah cacing diberi pecahan batu bata dan pasir kasar sekitar 6-7 cm untuk *drainase*. Setelah itu diberi lapisan tanah setinggi 15 cm, dan diikuti cacing tanah serta makanan cacing. Perlu dilakukan penyemprotan air untuk menjaga kelembapan apabila kondisi media terlalu kering. Pada bagian atas dapat menutupnya dengan lembaran daun untuk mencegah serangan burung. Tidak disarankan menutup bagian atas menggunakan plastik karena tidak ada oksigen yang masuk serta plastik tersebut merupakan perangkap panas dan gas (NPCS Board, Tanpa Tahun:90).

Menurut Palungun (2010a:41), cacing tanah akan bergerak ketika dilakukan penimbangan yang akan menyebabkan angka tidak konstan. Hal ini akan berdampak pada data berat cacing tidak valid. Untuk mengatasi hal itu maka dalam penimbangan harus memperhatikan tahap-tahap berikut: 1) siapkan wadah untuk menampung bibit cacing tanah; 2) masukkan sedikit media ke dalam tanah, media ini sebaiknya adalah media yang akan digunakan; 3) timbang wadah dan media, catat beratnya 4) masukkan cacing tanah ke atas media dalam wadah sambil memperhatikan angka timbangan, angka timbangan harus menunjukkan berat wadah, media, dan cacing tanah.

Ketika cacing tanah sudah dimasukkan ke dalam media, perlu dilakukan pengamatan setiap tiga jam sekali. Hal ini penting dilakukan karena tahap tersebut merupakan tahap penyesuaian sehingga belum sepenuhnya menjamin media tersebut disukai. Biasanya bila tidak sesuai atau tidak disukai, cacing tanah menggerombol menjadi satu gumpalan atau berusaha meninggalkan media. Bila dalam waktu dua belas jam cacing tanah menyebar ke seluruh bagian media atau berusaha tidak meninggalkan media maka media tersebut sudah cocok (Palungun, 2010a:55).

Bahan organik yang ditambahkan pada lapisan atas cacing tanah tingginya berkisar 5-10 cm. Jika melebihi 10 cm maka akan menghasilkan panas sehingga cacing tanah keluar dari media atau bahkan mati (National Institute of Industrial Research, 2004:87). *Lumbricus rubellus* Hoff. membutuhkan oksigen untuk melakukan respirasi. Jika jumlah nutrisi di dalam medium terlalu padat menyebabkan kurang aerasi dan cacing tanah akan mati. Proses aerasi dilakukan dengan

membalikkan media agar meningkatkan jumlah oksigen (Sumardiono dan Murwono, 2011:11).

#### 2.2.5 Peranan Cacing Tanah

Dalam setiap ekosistem selalu ada sampah yang terdiri dari tumbuhan yang sudah mati atau kotoran hewan. Kumpulan benda-benda ini disebut detritus. Hewan-hewan yang mampu mengolah bahan-bahan ini secara langsung disebut detritivor. Cacing tanah di dalam ekosistem berperan sebagai detritivor. Organisme ini mampu mencerna potongan-potongan besar detritus dan mengubahnya menjadi kotoran yang dikeluarkan di dalam tubuhnya. Proses ini menyebabkan bahan-bahan tersebut mudah dicerna oleh pengurai yang lebih kecil seperti fungi dan bakteri yang menguraikannya menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana (Pollock, 1997:14).

Cacing tanah merupakan peran kunci dalam biologi tanah yaitu sebagai bioreaktor secara efektif yang memanfaatkan mikroflora tanah untuk menghancurkan patogen tanah, sehingga mengubah sampah organik menjadi pupuk dengan biopestisida, vitamin, enzim, antibiotik, hormon pertumbuhan, dan kaya protein dari massa cacing. Cacing tanah membantu pertumbuhan bakteri menguntungkan dan Actinomycetes dengan menyediakan kondisi optimum baik suhu, kelembapan, aerasi, dan fosfat. Cacing tanah juga memproduksi beberapa enzim yang merombak polimer kompleks pada sampah menjadi molekul sederhana yang kemudian dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanah. Selain itu, dapat mengendalikan nematoda parasit dan meningkatkan hasil panen. Lubang-lubang pada tanah yang terbentuk oleh aktivitas dorongan cacing dapat meningkatkan jumlah pori makro dalam tanah. Sehingga selain membantu membawa oksigen ke dalam tanah, memungkinkan juga air hujan yang membawa nutrisi organik dan anorganik masuk dalam tanah menuju akar tumbuhan (Kumar, 2005:52).

Cacing tanah mampu menguraikan sampah organik 2-5 kali lebih cepat dari mikroorganisme pembusuk. Limbah bahan organik yang diuraikan dapat mengalami penyusutan 40-60%. (Fahriani dalam Fatahillah, 2014:7). *Lumbricus* sp.

relatif lebih efektif daripada *Pheretima hupiensis* maupun *Eudrellus* sp. dalam mendekomposisi bahan organik (Anwar, 2009:157). *Lumbricus rubellus* Hoff. adalah pemakan sampah besar. *Lumbricus rubellus* Hoff. digunakan di seluruh dunia untuk mendegradasi sampah dan berhasil untuk manajemen ekologi pada sampah organik di kota (Edwards, 1996:176). Cacing tanah mempunyai peranan penting dalam mengatur proses dekomposisi bahan organik, sehingga kehilangan hara akibat dekomposisi yang tidak terkendali di dalam tanah dapat diminimalkan sehingga penggunaan C organik tanah oleh mikroba tanah lebih efisien dan kelestarian fungsi bahan organik dalam tanah dapat terjaga. Sehingga, cacing tanah bersama-sama mikroba tanah lainnya ikut berperan dalam siklus biogeokimia (Anwar, 2009:149).

Sampah padat kota sangat efektif didegradasi oleh cacing tanah dengan metode vermikomposting dan pupuk yang dihasilkan bebas dari patogen (Hemalatha, 2013a:29). *Lumbricus rubellus* Hoff. menunjukkan pengaruh yang paling signifikan dalam memproduksi vermikompos (Suparno, *et al.*, 2013b:1510). Degradasi sampah dan pengomposan dengan cacing tanah ini membuktikan menjadi teknologi ekonomi & lingkungan lebih disukai daripada teknologi pengomposan konvensional karena cepat dan hampir tidak berbau proses, mengurangi waktu pengomposan lebih dari setengah dan produk akhir adalah baik didesinfeksi, detoksifikasi, dan bernutrisi tinggi (Rani dan Shukla, 2014:619). Pembuatan vermikompos dari sampah kota selama 30 hari terbukti bahwa sampah kota yang didekomposisi selama 30 hari tanpa cacing tanah kandungan C organik yaitu 22,2%, sedangkan sampah kota yang didekomposisi selama 30 hari dengan ditambahkan cacing tanah kandungan C organiknya < 6,1%. Hal ini menunjukkan bahwa cacing tanah dapat mempercepat degradasi C organik pada sampah kota (Suparno, *et al.*, 2013b:1507). Cacing tanah mencerna hampir seluruh sampah organik dan lebih menyukai sampah organik yang telah melalui tahap pengomposan dahulu. Cacing tanah sangat menyukai jenis sampah organik seperti sampah dapur, sampah kebun, kertas, potongan tumbuhan, dan kotoran ternak (Cochran dalam Fatahillah, 2014:17).

### 2.2.6 Manfaat cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

Beberapa manfaat cacing tanah diantaranya adalah:

#### a. Bergizi tinggi dan rendah lemak

Kadar protein cacing tanah mencapai 58-78% dari bobot kering, dihitung dari jumlah nitrogen yang terkandung di dalamnya. Presentase ini lebih tinggi daripada protein yang terdapat dalam daging ternak ruminansia yang hanya sebesar 65%, atau telur, ikan, dan kacang kedelai yang hanya 45% (Amri dan Khairuman, 2009:9).

#### b. Analisis asam amino dengan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) menunjukkan bahwa cacing tanah dan tepung cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. memiliki kandungan asam amino esensial dan non esensial sebagai berikut.

Tabel 2.1 Kandungan asam amino *Lumbricus rubellus*

Asam amino (berat kering %)	Cacing tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. (%)	Tepung cacing tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. (%)
<u>Esensial</u>		
Phenylalanin	0,45	1,03
Valin	0,52	1,3
Methionin	0,35	1,72
Isoleusin	0,47	1,98
Threonin	0,45	1,03
Histidin	0,63	1,91
Arginin	0,56	1,24
Lysin	0,51	1,43
Leusin	0,54	1,16
Cystein	0,31	0,39
Tyrosin	0,43	0,82
<u>Non Esensial</u>		
Asam Aspartik	0,98	2,38
Asam Glutamat	1,52	3,6
Serin	0,54	0,7
Glysin	0,35	0,55
Alanin	0,32	0,99
Proline	0,54	0,71

(Istiqomah, *et al.*, 2009:255).



Asam amino esensial tertinggi yang terkandung pada *Lumbricus rubellus* Hoff. yaitu histidin 0,63% dari berat kering dan tepung cacing tanah yaitu didominasi oleh isoleusin sebesar 1,98% dari berat kering. Histidin sangat penting untuk sintesis protein, terlibat dalam karnitin dan sintesis hemoglobin, sehingga sangat efektif pada penyakit alergi dan ketegangan dari sistem saraf otonom. Isoleusin terlibat dalam sintesis protein, produksi energi, dan membangun otot. Asam glutamat terlibat dalam sintesis protein dan sebagai sumber energi bagi sel-sel yang melapisi usus, memfasilitasi fungsi kekebalan tubuh dan meningkatkan efek anti inflamasi, membantu dalam mencegah dan penyembuhan ulkus peptikum dan kolitis ulserativa (Istiqomah, *et al.*, 2009:256-256).

- c. Cacing tanah bermanfaat untuk melancarkan peredaran darah. Ekstrak cacing tanah mengandung enzim lumbrokinase yang dapat mengobati gangguan peredaran darah, seperti tekanan darah tinggi maupun darah rendah (Palungkun, 2010a:20).
- d. Cacing tanah sebagai bahan baku kosmetik. Enzim dan asam amino esensial yang terkandung di dalam cacing tanah berguna dalam proses pergantian sel tubuh yang rusak, terutama dalam menghaluskan dan melembutkan kulit. Hal ini telah dilakukan di Jepang, Prancis, Italia, dan Australia. Kualitas kosmetika yang menggunakan ekstrak cacing tanah sangat baik (Palungkun, 2010a:20).
- e. Cacing tanah bisa dimanfaatkan sebagai antipiretik (penurun demam). Pemanfaatan cacing tanah untuk antipiretik lebih aman karena komponen kimia cacing tanah tidak menimbulkan efek toksik bagi manusia. Dari pengujian kimia diketahui senyawa aktif sebagai antipiretik dari ekstrak cacing tanah adalah golongan senyawa alkaloid yang mengandung atom nitrogen dan bersifat basa (Amri dan Khairuman, 2009:11). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak cacing tanah mengandung senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan, sehingga mampu dimanfaatkan sebagai obat antipiretik. Ekstrak *Lumbricus rubellus* Hoff. mengandung senyawa fenolik sebesar 228,6 mg/L (Aldarraji, 2013:35).

### 2.3 Biodegradasi Karbon Organik

Unsur karbon biasa disimbolkan dengan huruf C. Karbon di alam terdapat dalam bentuk unsur karbon, senyawa karbon organik, dan senyawa karbon anorganik. Unsur karbon terdapat dalam tiga bentuk yaitu bentuk amorf, grafit, dan intan. Senyawa karbon organik merupakan penyusun makromolekul seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Makromolekul ini merupakan komponen penting dalam tubuh makhluk hidup. Senyawa karbon anorganik terdiri dari karbon dioksida dan garam karbonat. Senyawa karbon dioksida merupakan komponen penyusun udara yang dihasilkan dari pembakaran senyawa karbon dan proses respirasi makhluk hidup (Campbell, *et al.*, 2002).

Organisme yang hidup dan sel-sel yang membentuk organisme terdiri dari air dan senyawa karbon. Makhluk hidup memerlukan senyawa karbon untuk tumbuh. Kandungan karbon organik diperlukan cacing dalam pertumbuhannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan cacing tanah berbanding lurus dengan kandungan karbon organik, khususnya lemak dalam tubuh cacing tanah (Erlindas, *et al.*, 2015:4). Jika makhluk hidup mati, maka karbon yang dimilikinya kembali didaur ulang ke bumi (Pollock, 1997:19). C-organik yang terdapat dalam bahan organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme. Dalam proses pencernaan oleh mikroorganisme terjadi reaksi pembakaran antara unsur karbon dan oksigen menjadi kalori dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Karbon dioksida ini dilepas menjadi gas, kemudian unsur nitrogen terurai ditangkap mikroorganisme untuk membangun tubuhnya. Pada waktu mikroorganisme ini mati, unsur nitrogen akan tinggal bersama kompos dan menjadi sumber nutrisi bagi tanaman (Badan Litbang Pertanian, 2011:3).

Dinamika karbon di alam dapat dijelaskan secara sederhana dengan siklus karbon. Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran / perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Siklus karbon sesungguhnya merupakan suatu proses yang rumit dan setiap proses saling mempengaruhi proses lainnya (Sutaryo, 2009:2). Karbon dioksida di udara

bergabung dengan air membentuk karbohidrat dalam tumbuh-tumbuhan melalui proses fotosintesis. Banyak binatang memakan tumbuhan (herbivora) untuk mendapatkan karbon yang dibutuhkannya. Binatang herbivora dimakan oleh binatang karnivora sehingga memberikan karbon ke makanan secara berantai. Jika binatang-binatang ini mati, karbonnya akan didaur ulang melalui pembusukan. Tumbuhan yang busuk beserta materi binatang memberi makanan ke fungi dan bakteri sehingga menghasilkan karbon dioksida. Tumbuh-tumbuhan dapat juga ditanam dan dikonversi di bawah tekanan menjadi batu bara dan minyak sisa-sisa pembakaran. Jika sisa-sisa pembakaran ini dibakar, ia kembali ke udara sebagai karbon dioksida. Binatang-binatang juga mengembalikan karbon ke udara melalui pernafasannya yang mengeluarkan karbon dioksida (Newmark, 1997:50).

Biomassa adalah total berat atau volume organisme dalam suatu area atau volume tertentu (*a glossary by the IPCC* dalam Sutaryo, 2009:1). Mengukur jumlah karbon yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomassa) dapat menggambarkan banyaknya karbon dioksida di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Sedangkan pengukuran karbon yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromassa) secara tidak langsung menggambarkan karbon dioksida yang tidak dilepaskan ke udara lewat pembakaran (Hariah, *et al.*, dalam Monde, 2009:111).

Biodegradasi adalah penguraian fisik pada substrat oleh aktivitas mikroorganisme dengan menghasilkan produk yang bermanfaat untuk manusia. Salah satu contoh penguraian terjadi pada bahan-bahan yang merupakan limbah suatu proses yang kemudian difermentasi oleh mikroorganisme menjadi produk yang bermanfaat seperti pembuatan kompos (Gandjar, 2006:116). Menurut Paramita, *et al.*, (2012:23), biodegradasi didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi senyawa organik oleh mikroorganisme, baik di tanah, perairan, atau pada instalasi pengolahan air limbah. Biodegradasi terjadi karena bakteri dapat melakukan metabolisme zat organik melalui sistem enzim untuk menghasilkan karbon dioksida, air, dan energi. Energi digunakan untuk sintesis, motilitas, dan respirasi.

#### 2.4 Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Degradasi Karbon Organik

Alam memiliki dekomposer (terutama bakteri dan jamur) dalam tanah, udara dan air. Seandainya tidak ada organisme dekomposer maka bumi akan penuh dengan sampah. Proses biodegradasi di alam dapat dipercepat dengan penambahan cacing tanah atau bahkan biomassa bakteri pada sampah (Daven dan Klein, 2008:27). Pertambahan berat pada cacing tanah disebabkan oleh faktor makanan, kecocokan media, dan tidak ada kompetitornya (Dwiastuti dan Sunoro, 2011:100).

Hasil penelitian Rief (2012:4-5) menunjukkan bahwa cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. tidak memiliki preferensi makanan tertentu terhadap spesies tanaman meskipun kandungan kimia setiap tanaman berbeda, namun sumber makanan yang telah mengalami pelapukan lebih disukainya. Sehingga cacing tanah ini mampu mencerna berbagai sumber makanan. Jenis enzim yang berada di usus *Lumbricus rubellus* Hoff. lebih beragam termasuk enzim selulase di dalamnya. Cacing ini mencerna bakteri hidup yang berada dari sampah yang dimakannya (Lavelle dan Spain, 2005:469). Mikrobiota yang terdapat di usus *Lumbricus rubellus* Hoff. terbukti secara substansial dipengaruhi oleh sumber makanan yang diamankan (Knapp, *et al.*, 2009:2306).

Dalam waktu 24 jam cacing tanah dapat menghabiskan makanannya sebanyak bobot tubuhnya (Palungkun, 2010a:57). Hal ini diperkuat lagi oleh Sumardiono dan Murwono (2011:11) bahwa semakin banyak *Lumbricus rubellus* Hoff. pada media pupuk kandang tanpa tambahan makanan maka tingkat pertumbuhannya semakin lambat karena *Lumbricus rubellus* Hoff. mengonsumsi bahan organik seberat tubuhnya dalam sehari (1:1). Namun, pada media berupa pupuk kandang dengan penambahan sampah pasar, *Lumbricus rubellus* Hoff. hanya mengonsumsi sampah pasar dalam sehari sebanyak 0,5 dari berat tubuhnya. Hal ini karena sampah pasar lebih banyak mengandung kadar air dan tidak dilakukan proses fermentasi terlebih dahulu, sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk mengonsumsi sampah pasar yang mengandung selulosa. Kondisi pertumbuhan yang tidak cocok akan

menurunkan tingkat konsumsi. Bobot optimum cacing tanah yang berusia 45-60 hari rata-rata 0,3 g/ekor atau sekitar 3.300-3.400 ekor/kg (Palungkun, 2010b:86).

Jenis mikroorganisme yang terdapat pada sampah dan susunan kimiawi pada sampah (terutama struktur karbon sebagai sumber energi) mempengaruhi sampah tersebut mudah atau sukar untuk didegradasi. Karbon pada gula, lemak, dan protein lebih mudah terdegradasi dibandingkan dengan karbon pada lignin. Sedangkan karbon pada plastik tidak dapat didegradasi (Daven dan Klein, 2008:27). Komponen utama dari tumbuhan adalah lignin (Insam, *et al.*, 2010:2). Semakin rendah kandungan lignin maka semakin cepat tingkat biodegradasi bahan organik (Daven dan Klein, 2008:27).

Produksi kokon, pertumbuhan, dan perkembangan cacing tanah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Cacing tanah epigeik relatif toleran terhadap kondisi lingkungan dari sampah organik, sehingga lebih mudah menyediakan media untuk proses degradasi sampah organik. Sampah organik lebih efisien didegradasi oleh cacing tanah pada kondisi lingkungan yang optimal bagi cacing tanah. Jika kondisi lingkungan berada di luar toleransinya, maka cacing tanah cenderung untuk keluar dari media, proses degradasi sampah organik lambat, atau mengalami kematian (Edwards, *et al.*, 2011:37).

Suhu berpengaruh besar pada kegiatan fisiologis organisme. Setiap fungsi fisiologis memiliki batas suhu optimum untuk kegiatan fisiologisnya. Namun, organisme mempunyai rentang toleransi untuk aktivitas fisiologisnya pada suhu maksimum hingga minimumnya. Suhu minimum di mana organisme berada di titik terendah dan suhu maksimum merupakan batas suhu tertinggi yang dapat ditoleransi oleh organisme (Dash, 2009:187). Suhu merupakan faktor terpenting terhadap produktivitas cacing tanah. Proses biologi seperti pernafasan, perkembangbiakan, dan metabolisme sangat dipengaruhi oleh suhu media (Dwiastuti dan Suntoro, 2011:99). Suhu terbaik untuk cacing tanah ada pada kisaran 20-25°C, suhu terlalu tinggi cacing tanah akan berhenti makan untuk mengurangi pengeluaran air tubuh (Catalan, 1981 dalam Dwiastuti dan Suntoro, 2011:99). Kisaran suhu yang paling cocok untuk

*Lumbricus rubellus* Hoff. yaitu 13-22°C. Aktivitas cacing sangat dipengaruhi oleh suhu. Suhu di bawah 10°C menyebabkan makanan yang dimakan menurun dan sedikit kurang aktif. Pada suhu 4-5°C cacing dewasa akan berhenti memproduksi kokon dan pada cacing muda tingkat pertumbuhannya akan berkurang (National Institute of Industrial Research, 2004:115). Suhu media cacing tanah yang rendah dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangbiakan secara maksimal, hal ini terbukti dengan pertambahan berat badan, pertambahan populasi, dan produksi kokon yang semakin meningkat. Cacing tanah dapat hidup dan berkembangbiak secara optimal pada media yang sesuai dengan kebutuhannya (Tomy, *et al.*, 2015:5).

Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi suhu media yaitu suhu lingkungan luar media dan terdapatnya banyak makhluk hidup di dalam media atau tingkat kepadatan suatu media. Kepadatan (*density*) adalah hubungan antara jumlah individu dan ruang yang ditempati, sedangkan kepadatan populasi adalah jumlah individu makhluk hidup sejenis per satuan luas tempat yang dihuni pada waktu tertentu. Pada suatu tempat tertentu jika tingkat kepadatan populasinya tinggi maka suhu lingkungan yang ditempati akan ikut naik (Tomy, *et al.*, 2015:6).

Konsentrasi ion hidrogen diukur pada skala pH (0-14) dari bersifat asam, netral, dan basa. Derajat keasaman (pH) 7 dianggap netral (air suling), lebih dari 7 hingga 14 termasuk basa, dan kurang dari 7 hingga 0 termasuk asam (Dash, 2009:192). Umumnya cacing tanah hidup pada derajat keasaman (pH) 4,5-6,5, tetapi bila kandungan bahan organik tanah tinggi, cacing tanah mampu berkembang pada pH 3 (Subowo, 200:148). Menurut Palungkun (2010b:49), derajat keasaman (pH) media yang dibutuhkan adalah 6-7,2, sehingga bakteri dalam tubuh cacing tanah dapat bekerja optimal untuk mengadakan pembusukan.

Beberapa komponen yang menyusun tumbuhan diantaranya yaitu selulosa dan hemiselulosa. Selulosa adalah senyawa organik alami yang sangat berlimpah pada setiap jenis sampah organik. Selulosa kaya C tetapi tidak mengandung N atau unsur-unsur penting lainnya, struktur miselium jamur memberikan keunggulan kompetitif dalam degradasi selulosa. Bakteri *Cytophaga*, *Polyangium*, dan *Pseudomonas*

berperan penting dalam degradasi selulosa. Senyawa hemiselulose adalah xilan, pektin, dan pati. Xilan ditemukan dalam jerami, ampas tebu (hingga 30%), dan kayu (2-25%). Xilan terdiri dari pentosa (xilosa, arabinosa) atau heksosa (glukosa, mannososa, galaktosa). Enzim yang mendegradasi xilan adalah xilanase dan diproduksi oleh bakteri dan jamur. Pektin terdiri rantai bercabang asam polygalakturonik yang terdegradasi oleh pektinase. Pektinase diproduksi oleh jamur dan bakteri, biasanya merupakan patogen pada tanaman. Pati terdiri dari 20% amilosa, rantai bercabang D-glukosa, dan amilopektin yang bercabang pada 1,6 posisi dan mengandung gugus fosfat dan ion Ca serta Mg. Tiga kelompok enzim mendegradasi pati yaitu phosphorylase, amylo-1,6-glukosidase, dan  $\alpha$ -amilase (Insam, *et al.*, 2010:3-4).

Seresah dianggap sebagai makanan yang paling baik bagi cacing tanah karena karbohidratnya relatif tinggi dan rendah kandungan lignoselulosenya. Cacing tanah tidak mampu makan seresah segar, namun membutuhkan waktu beberapa hari agar seresah lapuk (Sugiyarto, *et al.*, 2007:98). Cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. mempunyai kemampuan mencerna bahan organik yang mengandung selulosa dan lignin karena cacing tanah mampu menghasilkan enzim lignoselulose (Yelianti, *et al.*, 2009:3).

## 2.5 Biologi Tanah

Biologi tanah adalah ilmu mempelajari organisme dalam tanah yang dilihat dari aktivitas dan peranan dalam aliran energi serta siklus unsur hara bagi tegakan. Organisme tanah yang disebut sebagai biota tanah dibagi menjadi dua, yaitu organisme mikro dan organisme makro. Organisme mikro terdiri dari nematoda, protozoa, dan rotifera. Sedangkan organisme makro terdiri atas mamalia kecil, serangga, kutu kayu, tungau, keong, bekicot, dan cacing tanah. Peranan organisme tanah di dalam ekosistem adalah sebagai perombak bahan organik, mensintesis, dan melepaskan kembali dalam bentuk bahan anorganik yang tersedia bagi tegakan. Di dalam tanah terdiri atas beberapa penyusun seperti akar, mikrobial, dan makrobial. Biota ini mampu menghasilkan enzim intraselular yang berperan dalam siklus

biokimia tanah. Setiap komponen biota tanah memiliki ketergantungan yang berbeda terhadap lingkungan tanah dalam hal penyediaan energi dan unsur hara sebagai pertumbuhan dan perkembangannya. Bahan penyusun tanah yang menjadi sumber energi dan biota tanah adalah mineral, bahan organik, dan biomassa hidup (Arief, 2001:120).

Bahan organik tanah (BOT) adalah semua bahan di dalam tanah baik hidup atau mati, campuran yang sederhana atau kompleks yang meliputi akar-akar tanaman, residu fauna hasil dekomposisi, humus, mikrobial, dan campuran organik lainnya. BOT adalah bahan penting untuk menunjang kesuburan tanah, baik secara fisik, kimia, maupun biologi tanah. Bahan organik dapat berfungsi bila telah mengalami penguraian dan proses penguraian tersebut akan terjadi bila terdapat jasad tanah (Arief, 2001:120).

Salah satu organisme penghuni tanah yang berperan sangat besar dalam perbaikan kesuburan tanah adalah fauna tanah. Fauna tanah adalah salah satu kelompok heterotof utama di dalam tanah. Proses dekomposisi dalam tanah tidak akan mampu berjalan cepat bila tidak ditunjang oleh kegiatan makrofauna tanah. Berdasarkan panjang tubuhnya, mikrofauna mempunyai panjang tubuh 0,02-0,17 mm, mesofauna 0,18-10,4 mm, dan makrofauna > 10,4 mm. Berdasarkan ketebalan tubuhnya, maka mikrofauna 100 um, mesofauna 100-200 um, dan makrofauna 2-20 mm. Contoh mikrofauna yaitu protozoa dan nematoda, mesofauna yaitu *Acari* dan *Termites*, makrofauna yaitu *Molusca* dan Cacing Tanah (Arief, 2001:122).

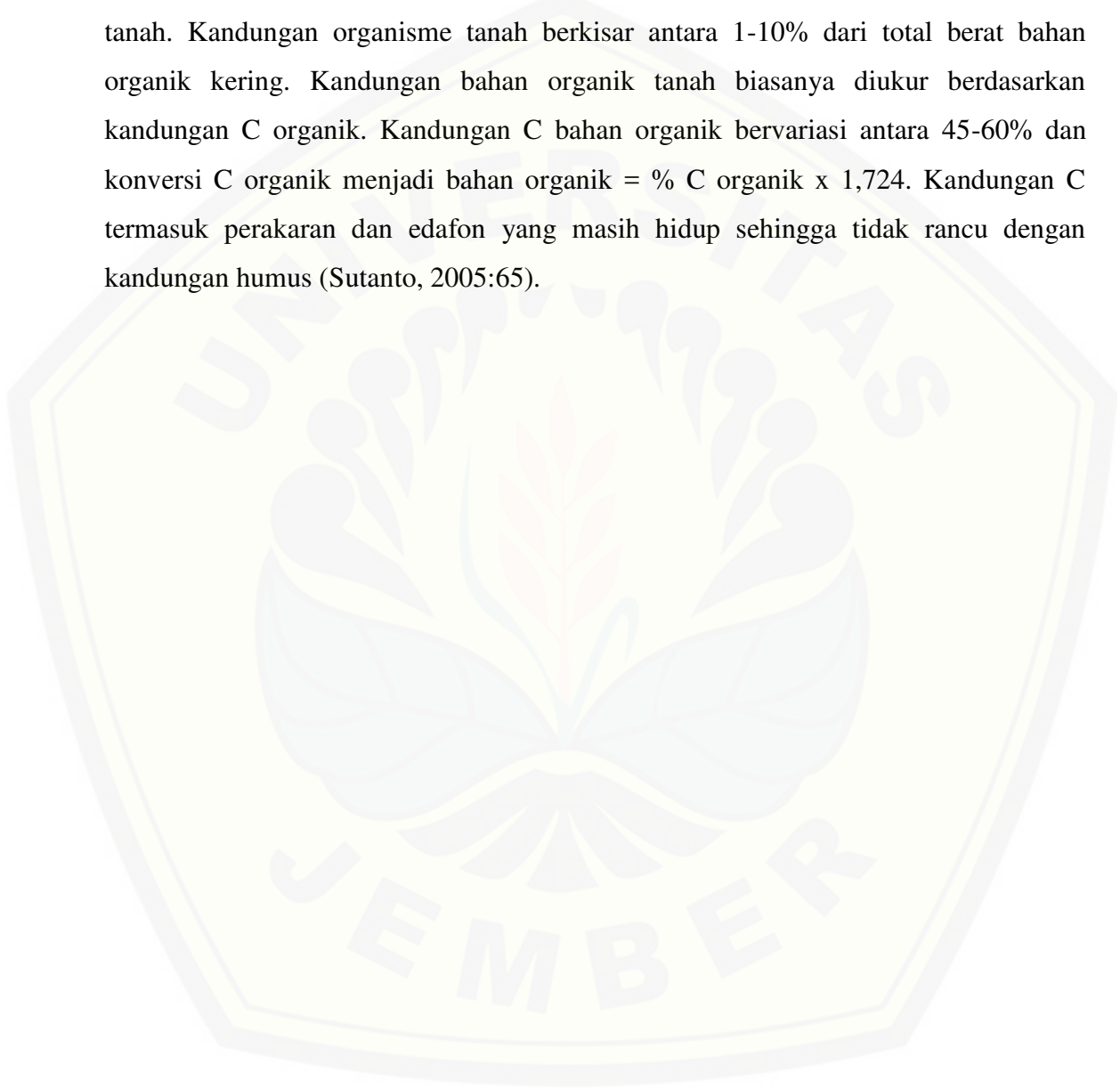
Makrofauna tanah berperan penting dalam dekomposisi bahan organik tanah dalam menyediakan unsur hara. Makrofauna akan meremah-remah substansi nabati yang mati, kemudian bahan tersebut dikeluarkan dalam bentuk kotoran. Butiran kotoran tersebut akan dikeluarkan dalam bentuk kotoran pula, sebab kotoran organisme perombak ini juga akan ditumbuhi bakteri, untuk diuraikan lebih lanjut dengan bantuan enzim spesifik sehingga terjadi proses mineralisasi (Arief, 2001:122).

Makrofauna yang disebut sapropagus diantaranya adalah cacing tanah, semut, dan milipede. Makrofauna ini tidak hanya berperan melapukkan bahan organik untuk



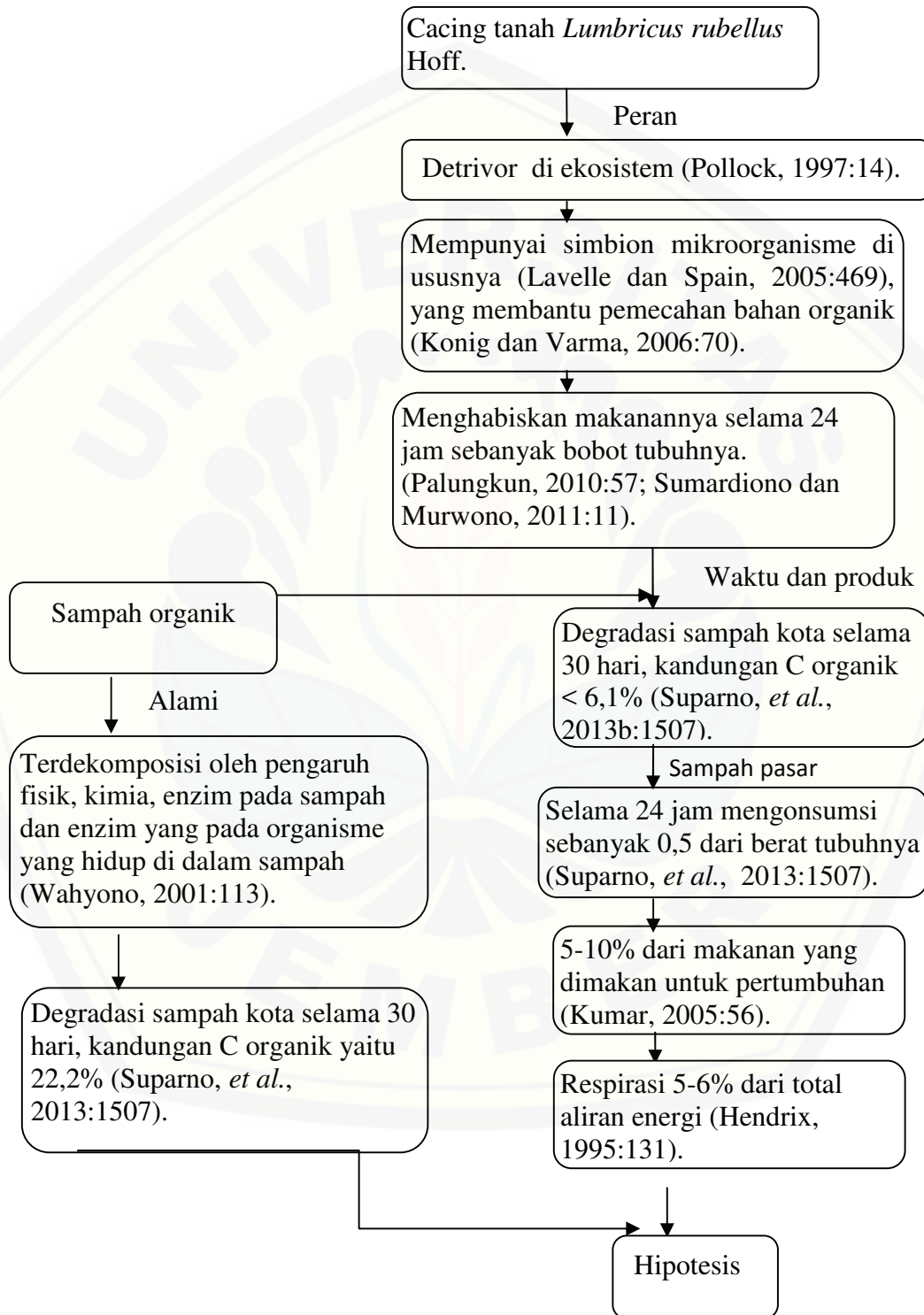
dirinya sendiri, tetapi juga melapuk untuk merangsang serangan mikrobia hasil remahan makroorganisme tersebut (Arief, 2001:123).

Edafon yaitu organisme yang hidup di dalam tanah, terdiri dari flora dan fauna tanah. Kandungan organisme tanah berkisar antara 1-10% dari total berat bahan organik kering. Kandungan bahan organik tanah biasanya diukur berdasarkan kandungan C organik. Kandungan C bahan organik bervariasi antara 45-60% dan konversi C organik menjadi bahan organik = % C organik x 1,724. Kandungan C termasuk perakaran dan edafon yang masih hidup sehingga tidak rancu dengan kandungan humus (Sutanto, 2005:65).



### 2.6 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini dirumuskan berdasarkan kerangka teoritis berikut.



Gambar 2.5 Kerangka teoritis

Berdasarkan kajian referensi, maka dapat dirumuskan hipotesis penelitian ini adalah:

- a. Besar efektivitas cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam mendegradasi karbon organik sampah buah-buahan dari Pasar Tanjung Jember sebesar 40-60%.
- b. Besar penyimpanan karbon organik oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam bentuk biomassa cacing terhadap sampah buah di Pasar Tanjung Jember sebesar 5% dari biomassa sampah yang dimakan.
- c. Terdapat pengaruh perbedaan pemberian biomassa sampah buah-buahan terhadap keefektifan degradasi karbon organik yang dilakukan oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif karena dari hasil penelitian didapatkan data berupa angka. Berdasarkan ada tidaknya perlakuan, jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang didesain mengikuti Rancangan Acak Lengkap (RAL). Berdasarkan atas tempat atau lokasi, jenis penelitian ini adalah penelitian laboratorium.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dua tempat di Universitas Jember mulai tanggal 3 September 2015 sampai dengan 1 Oktober 2015. Proses fermentasi sampah kulit nanas dan pemeliharaan cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dilaksanakan di Laboratorium Ekologi Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Uji total karbon organik dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

### 3.3 Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah sampah buah nanas dari Pasar Tanjung.

#### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah besar efektivitas cacing tanah dalam degradasi karbon organik sampah buah

### 3.3.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah cacing tanah uji yaitu cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. yang didapatkan dari daerah Jember dan telah diaklimatisasi selama tiga hari. Biomassa cacing tanah yang diujikan 20 g/uji dengan berat setiap cacing tanah 0,5-0,65 g yang berumur 8-9 minggu (dewasa). Ukuran bak pengujian, media yang digunakan berupa tanah gembur, pH 6-7,2, suhu 25-26°C, cahaya redup hingga gelap, kelembapan 30-60%, dan waktu pengamatan.

## 3.4 Alat dan Bahan

### 3.4.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan antara lain: cangkul, ayakan tanah ukuran 10 mesh, pisau, telanan, timbangan analitik, bak plastik persegi panjang, toples besar, kamera digital, soil tester, termometer suhu tanah, sarung tangan plastik, karung gangsing, sprayer, gelas ukur, oven, tanur, dan desikator.

### 3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian ini terdiri atas: cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. sampah kulit buah nanas, media (tanah gembur), dan air.

## 3.5 Definisi Operasional

Agar tidak menimbulkan pengertian ganda, maka peneliti memberikan pengertian untuk menjelaskan operasional penelitian sebagai berikut:

- a. Efektivitas merupakan seberapa banyak (dalam %) total karbon organik pada sampah buah yang diberikan ke cacing tanah dapat terdegradasi.
- b. Degradasi karbon merupakan penurunan rasio karbon organik yang terkandung pada sampah buah karena dicerna oleh cacing tanah dan disimpan sebagai cadangan karbon pada tubuh cacing tanah.

- c. Cacing *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam penelitian ini merupakan cacing golongan *epigeik* yang berumur 8-9 minggu (dewasa) yang ditandai dengan adanya klitelum, massa tubuh 0,5-0,65 g.
- d. Sampah organik buah yang digunakan untuk penelitian ini merupakan sampah buah yang berasal dari Pasar Tanjung Jember berupa kulit buah nanas. Kulit buah nanas yang digunakan setelah melalui proses fermentasi selama empat belas hari. Nanas merupakan salah satu buah yang menghasilkan limbah kulit nanas dalam jumlah banyak dan kandungannya berupa 81,72% air, 20,87% serat kasar, 17,53% karbohidrat, 4,41% protein, dan 13,65% gula reduksi yang dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak (Wijana, *et al.*, 1991 dalam Muharliem, *et al.*, 2011:16 ).
- e. Tanah gembur merupakan tanah bekas pertanian yang jika digali terdapat cacing tanah. Persentase tanah yaitu debu lebih banyak daripada pasir. Ciri tanah gembur adalah warna tanah hitam, tekstur lunak, tidak terlalu kasar banyak ditumbuhi oleh tanaman, susunan partikel tanah tidak padat tetapi masih terdapat aerasi.
- f. Evaporasi merupakan penguapan air yang terjadi pada sampah kulit buah nanas.

### 3.6 Desain Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan dan setiap perlakuan terdiri dari tiga kali ulangan. Jenis perlakuan dalam penelitian ini yaitu perbedaan biomassa sampah buah sebagai pakan cacing tanah.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Perlakuan (P)	Pengulangan (U)		
	1	2	3
P1	P1.U1	P1.U2	P1.U3
P2	P2.U1	P2.U2	P2.U2

Keterangan:

P1 = pemberian biomassa sampah buah 140 g/minggu

P2 = pemberian biomassa sampah buah 280 g/minggu

Perlakuan pertama pemberian biomassa sampah sebanyak 140 g/minggu dan perlakuan kedua pemberian biomassa sampah sebanyak 280 g/minggu. Rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1

Penelitian ini membutuhkan rancangan aliquot untuk menunjang pengambilan data biomassa sampah setiap minggu dan tingkat evaporasi sampah setiap minggunya. Adapun rancangan aliquot biomassa sampah dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan rancangan aliquot evaporasi sampah dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Rancangan Aliquot Biomassa Sampah

Parameter	Minggu ke	Perlakuan (P)	Pengulangan (U)		
			U1	U2	U3
Pengamatan Biomassa Sampah	0 (Q0)	P1	Q0.P1.U1	Q0.P1.U2	Q0.P1.U3
		P2	Q0.P2.U1	Q0.P2.U2	Q0.P2.U3
	1 (Q1)	P1	Q1.P1.U1	Q1.P1.U2	Q1.P1.U3
		P2	Q1.P2.U1	Q1.P2.U2	Q1.P2.U3
	2 (Q2)	P1	Q2.P1.U1	Q2.P1.U2	Q2.P1.U3
		P2	Q2.P2.U1	Q2.P2.U2	Q2.P2.U3
	3 (Q3)	P1	Q3.P1.U1	Q3.P1.U2	Q3.P1.U3
		P2	Q3.P2.U1	Q3.P2.U2	Q3.P2.U3

Keterangan :

P1 = pemberian biomassa sampah buah 140 g/minggu

P2 = pemberian biomassa sampah buah 280 g/minggu

Q0 = pengambilan data sampah minggu ke 0

Q1 = pengambilan data sampah minggu ke 1

Q2 = pengambilan data sampah minggu ke 2

Q3 = pengambilan data sampah minggu ke 3

Tabel 3.3 Rancangan Aliquot Evaporasi Sampah

Perlakuan	Pengamatan Evaporasi Sampah Minggu ke			
	1 (Qe1)	2 (Qe2)	3 (Qe3)	4 (Qe4)
P1	Qe1.P1	Qe2.P1	Qe3.P1	Qe4.P1
P2	Qe1.P2	Qe2.P2	Qe3.P2	Qe4.P2

Keterangan :

- P1 = pemberian biomassa sampah buah 140 g/minggu
- P2 = pemberian biomassa sampah buah 280 g/minggu
- Qe1 = pengambilan data evaporasi sampah minggu ke 1
- Qe2 = pengambilan data evaporasi sampah minggu ke 2
- Qe3 = pengambilan data evaporasi sampah minggu ke 3
- Qe4 = pengambilan data evaporasi sampah minggu ke 4

### 3.7 Populasi dan Sampel

#### 3.7.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. yang ditenakkan di peternakan cacing tanah di jalan Manggar XI Desa Gebang Kecamatan Patrang Kabupaten Jember.

#### 3.7.2 Sampel

Sampel yang digunakan adalah cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. yang berumur 8-9 minggu (dewasa) dengan massa setiap cacing tanah 0,5-0,65 g.

### 3.8 Prosedur Penelitian

#### 3.8.1 Aklimatisasi dan Identifikasi Cacing Tanah

Sampel cacing tanah diambil dari peternakan cacing tanah daerah Jember. Beberapa cacing yang diperoleh disimpan dalam bak plastik yang berisi media untuk hidup cacing dengan kondisi yang telah disesuaikan dengan kebutuhan cacing. Selanjutnya cacing tanah diidentifikasi di Laboratorium Zoologi Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember. Karakter yang diamati meliputi ciri morfologi cacing *Lumbricus rubellus* Hoff. yaitu bentuk tubuh agak pipih, panjang tubuh antara 80-140 mm, jumlah segmen tubuh 90-195 cm, memiliki klitelum pada bagian anterior tubuh, di belakang porus genital, dimulai antara segmen segmen 22 hingga 32 (Edwards dan Bohlen, 1996:6), jika terdapat *Genital Tumescence* (GT) maka klitelum bisa sampai pada segmen ke 34. Warna klitelum yaitu merah gelap atau merah ungu (James, 2005 dalam Anwar, 2007:250). Cacing yang sudah



teridentifikasi, lalu diaklimatisasi. Wadah tersebut selanjutnya disimpan di ruangan gelap dengan kelembapan 30-60%. Penyesuaian kondisi cacing tanah dengan lingkungan baru dilakukan selama tiga hari dimaksudkan untuk memberikan kesempatan adaptasi terhadap lingkungan. Selanjutnya cacing tanah lalu disortir dengan massa cacing setiap individu sebesar 0,5-0,65 g. Selanjutnya, dilakukan penimbangan cacing tanah dengan bobot 20 g setiap unit percobaan.

### 3.8.2 Pemilihan Sampah Buah

Sampah buah didapatkan dari limbah pasar Tanjung Jember. Teknik pengambilan yaitu mengambil sampah buah dari pedagang buah di pasar Tanjung Jember untuk dibawa ke Laboratorium Zoologi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember. Sampah buah yang digunakan yaitu sampah kulit nanas dan tidak tercampur dengan sampah yang berair seperti kuah atau nasi basi karena resiko terdapat belatung yang dapat mengganggu kehidupan cacing tanah. Sampah nanas juga harus disortir dari daun nanas, jadi yang digunakan hanya sampah kulit nanas. Kemudian kulit nanas dipotong-potong 0,5 x 0,5 cm. Selanjutnya untuk 1 kg kulit nanas dimasukkan ke dalam baskom tertutup yang berisi 300 ml air dan dilakukan fermentasi. Proses fermentasi ini dilakukan selama empat belas hari hingga sampah membusuk karena *Lumbricus rubellus* Hoff. lebih suka sumber nutrisi yang sudah membusuk. Kriteria sampah sudah membusuk yaitu teksturnya lunak. Setelah pembusukan, sampah buah ditimbang. Massa sampah buah yang digunakan yaitu massa sampah buah yang sudah difermentasi. Masing-masing ditimbang 140 g dan 280 g.

### 3.8.3 Penyiapan Bak Cacing Tanah dan Media

Bak cacing tanah adalah wadah yang digunakan untuk memelihara cacing tanah selama proses pengamatan. Bak cacing tanah terbuat dari karung gangsing yang dijahit dengan ukuran 40 x 30 cm. Karung gangsing ini mempunyai celah-celah lubang baik di sisi kanan kiri sebagai keluar masuknya udara. Karung gangsing

dirancang dengan menyediakan sedikit aerasi yaitu dengan pemberian pecahan batu bata di dasar karung.

Media hidup cacing tanah yang digunakan adalah jenis tanah subur. Indikator pemilihan tanah subur adalah memiliki kelembapan yang sesuai dan ketika digali di dalamnya terdapat cacing tanah. Bobot tanah yang digunakan sebesar 1500 g setiap unit percobaan. Tanah yang digunakan adalah tanah bekas pertanian di Universitas Jember. Media yang digunakan harus sesuai dengan kehidupan cacing tanah *Lumbricus rubellus*. Hoff. Derajat keasaman (pH) media diatur agar 6-7,2 sehingga bakteri dalam tubuh cacing tanah dapat bekerja optimal untuk mengadakan pembusukan (Palungun, 2010:49). Suhu media yang baik untuk pertumbuhan cacing tanah adalah 15-25°C (Amri dan Khairuman, 2009:8). Kelembapan media *Lumbricus rubellus* Hoff. sekitar 60-90% (Subowo, 2008:149). Jika media terlalu kering, maka diberi semprotan air pada permukaan media agar kelembapan tetap terjaga.

#### 3.8.4 Inokulasi Cacing Tanah pada Media Penelitian

Bak dan media tanah ditimbang terlebih dahulu. Selanjutnya cacing tanah dimasukkan ke dalam bak tersebut dengan memperhatikan bobot cacing tanah yang dimasukkan pada bak adalah 20 g. Kondisi cacing tanah ditempatkan bercampur dengan media tanah dengan posisi cacing tanah tertimbun. Posisi ini memiliki tujuan agar cacing mendapatkan posisi dengan kelembapan yang sesuai, semakin menjauhi permukaan maka kelembapan akan semakin tinggi. Untuk menjaga kelembapan maka perlu dilakukan penambahan air pada media pertumbuhan cacing dengan teknik berupa semprotan air sebanyak 100 ml/hari.

#### 3.8.5 Pemberian Pakan

Pakan pada penelitian ini bertindak sebagai faktor tunggal yang dijadikan perlakuan dalam penelitian. Pakan berupa sampah buah Pasar Tanjung Jember. Pemberian pakan dilakukan dengan meletakkan pakan di permukaan media cacing

tanah. Pemberian pakan dilakukan setiap 7 hari sekali dengan mengakumulasikan biomassa pakan setiap perlakuan. Perhitungan biomassa basah dan kering pakan dilakukan setiap 7 hari selama 28 hari dengan pengembalian pakan ke media cacing.

#### 3.8.6 Pemeliharaan Cacing Tanah

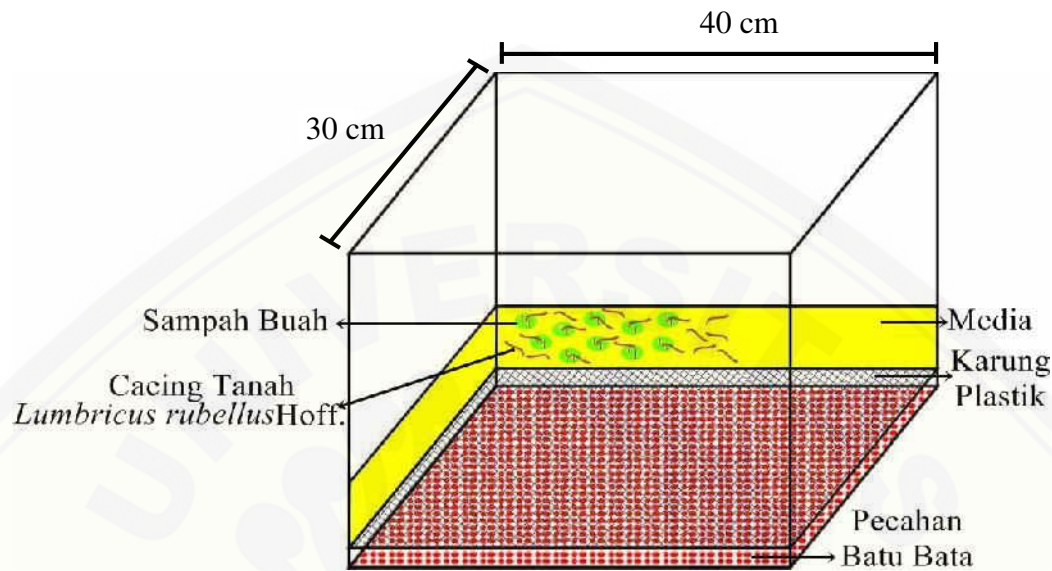
Pemeliharaan meliputi menjaga kebersihan tempat penelitian, pengkondisian suhu, pH, dan kelembapan. Pemberian pakan pada cacing dilakukan setiap minggu. Penimbangan bobot total sampah yang terdegradasi setiap minggu. Pemeliharaan dilakukan selama 28 hari.

#### 3.8.7 Teknik Persiapan Aliquot

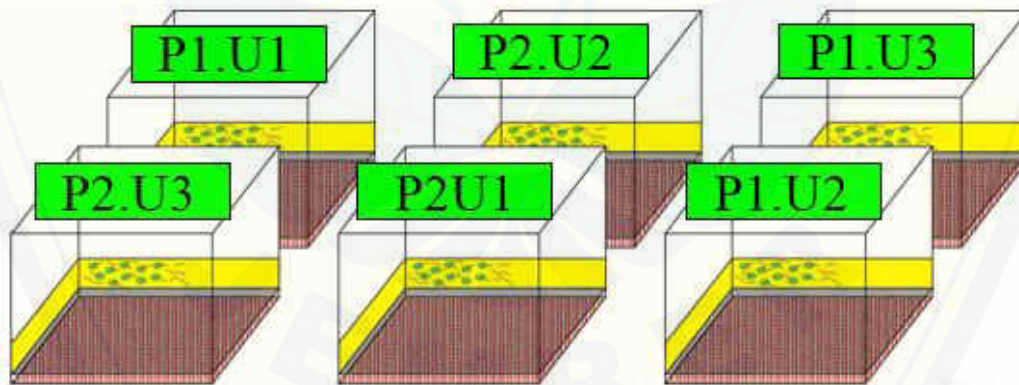
Penelitian ini membutuhkan metode aliquot karena penelitian ini menggunakan unit-unit distrogen yang menyebabkan tidak diperolehnya suatu data berlanjut disebabkan ketika proses pengamatan terjadi kerusakan. Sehingga pada penelitian ini tidak memungkinkan untuk mengambil data setiap minggu. Hal ini dapat diantisipasi dengan menggunakan aliquot untuk beberapa parameter pengamatan. Parameter pengamatan tersebut yakni 1) biomassa sampah basah dan biomassa sampah kering pada pengamatan minggu ke 0, minggu pertama, minggu kedua, dan minggu ketiga; 2) biomassa sampah basah, biomassa sampah kering, dan biomassa sampah basah dan kering untuk evaporasi; 3) kandungan C-organik sampah, kandungan C-organik cacing tanah, kandungan dan kandungan C-organik tanah pada pengamatan hari ke 0.

Rancangan penelitian ini menggunakan dua jenis perlakuan (biomassa pakan 140g dan 280 g)/minggu dengan 3 kali ulangan dan untuk kontrol evaporasi (masing-masing perlakuan 1), sehingga total unit percobaan berjumlah 8 unit percobaan. Selain itu disiapkan aliquot evaporasi, dan aliquot sampah. Aliquot sampah digunakan untuk pengambilan data percobaan yang terdiri 4 kelompok aliquot (sama dengan desain percobaan). Kelompok aliquot 0 digunakan untuk pengambilan data pada minggu ke 0, kelompok aliquot 1 digunakan untuk pengambilan data pada minggu pertama, kelompok aliquot 2 digunakan untuk pengambilan data pada

minggu kedua, dan kelompok aliquot 3 digunakan untuk pengambilan data pada minggu ketiga.



Gambar 3.1 Desain Wadah Penelitian



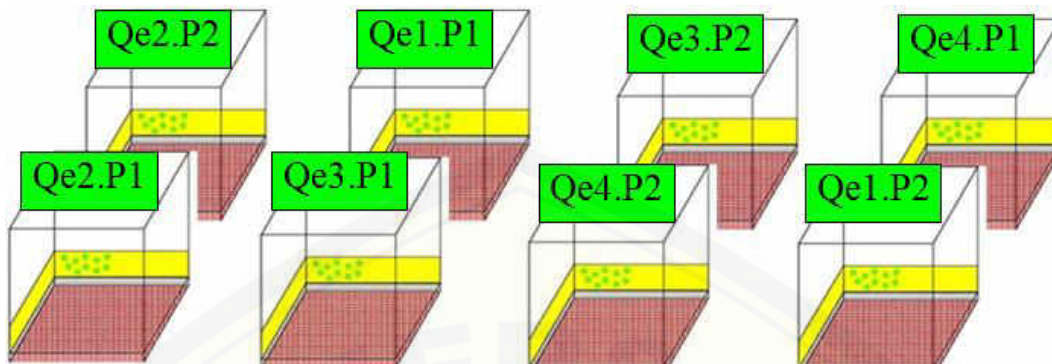
Gambar 3.2 Desain Penempatan Perlakuan

Keterangan:

P1 = pemberian biomassa sampah kulit nanas 140 g/minggu

P2 = pemberian biomassa sampah kulit nanas 280 g/minggu

U = ulangan



Gambar 3.3 Desain Penempatan Evaporasi Sampah

Keterangan:

P1 = pemberian biomassa sampah kulit nanas 140 g/minggu

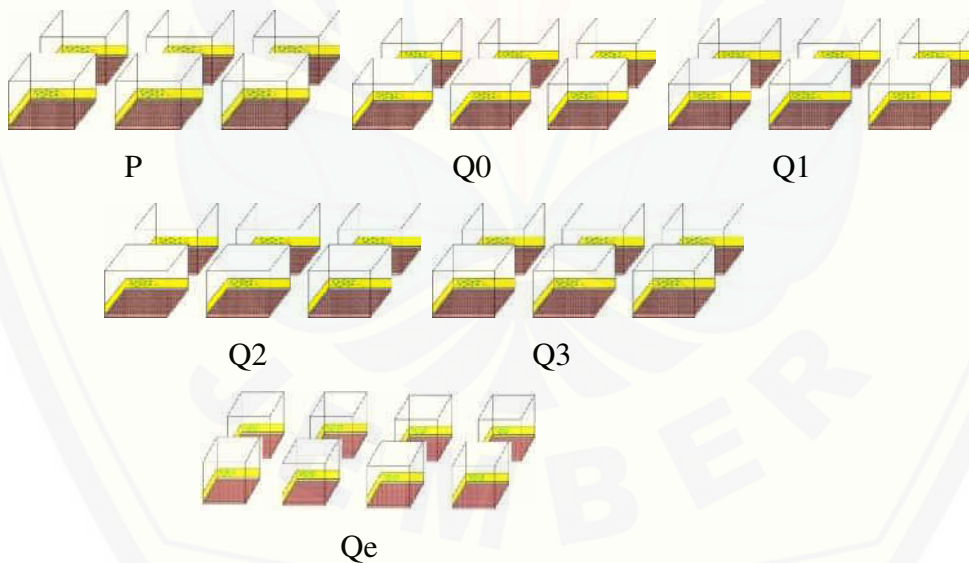
P2 = pemberian biomassa sampah kulit nanas 280 g/minggu

Qe1 = pengambilan data evaporasi sampah minggu ke 1

Qe2 = pengambilan data evaporasi sampah minggu ke 2

Qe3 = pengambilan data evaporasi sampah minggu ke 3

Qe4 = pengambilan data evaporasi sampah minggu ke 4



Gambar 3.4 Desain Penempatan Unit Perlakuan, Unit Aliquot Sampah, dan Unit Evaporasi Sampah

Keterangan :

Q0 = pengambilan data sampah minggu ke 0

Q1 = pengambilan data sisa sampah minggu ke 1

Q2 = pengambilan data sisa sampah minggu ke 2

- Q3 = pengambilan data sisa sampah minggu ke 3  
P = pengambilan data sisa sampah minggu ke 4  
Qe = pengambilan data evaporasi sampah setiap minggu

Hasil yang diperoleh dari kelompok aliquot sampah dapat digunakan sebagai alat konversi pada data sisa sampah setiap minggunya.

$$S = S.Q + (QK-QA)$$

Keterangan :

- S = Sisa biomassa sampah  
S.Q = Sisa pada aliquot perlakuan  
QK = Aliquot sampah akhir  
QA = Aliquot sampah awal

#### 3.8.8 Penghitungan Total C Organik

Total C organik merupakan faktor penting dalam penelitian ini, karena efektivitas cacing dilihat salah satunya dari total C organik yang berhasil terdegradasi. Perhitungan total C organik dilakukan pada empat objek yaitu sampah kulit nenas, cacing tanah, kascing, dan tanah. Cara perhitungan total C organik dilakukan dengan menggunakan metode Gravimetri atau pengabuan kering. Pada analisis dengan metode pengabuan kering, semua bahan organik yang ada dalam tanah, sampah kulit nenas, kascing, dan cacing tanah dibakar pada suhu 550°C selama enam jam. Bahan organik yang terbakar akan menguap dan bahan yang tertinggal adalah bahan anorganik. Metode ini merupakan metode semi kuantitatif karena kehilangan berat selama proses pengabuan hanya menggambarkan kadar bahan organik. Faktor konversi 1/1,724 merupakan angka umum hubungan antara bahan organik dengan karbon. Perhitungan C organik dilakukan pada sampah kulit nenas, cacing tanah, dan tanah pada hari ke 0 dan hari ke 28. Penghitungan C organik kascing dilakukan pada hari ke 28. Perubahan jumlah kandungan C organik dari awal sampai akhir mendeskripsikan nilai degradasi C organik selama proses penelitian. Penghitungan C organik sampah, cacing tanah, dan tanah dilakukan dengan cara

menguji tiap-tiap sampel. Metode untuk menghitung C organik menggunakan metode Gravimetri atau pengabuan kering.

### 3. 9 Parameter Pengamatan

Pengamatan dan pengukuran dilakukan pada setiap perlakuan. Parameter yang diamati dan dihitung dalam penelitian ditampilkan dalam tabel 3.2.

Tabel 3.4 Parameter Pengamatan

Variabel	Sub Variabel	Parameter	Instrumen Pengukuran
(1)	(2)	(3)	(4)
<i>1. Variabel bebas</i>			
a. Sampah kulit buah	-	Variasi massa sampah buah (140 g dan 280 g)	Alat: neraca analitik. Ditimbang masing-masing massa sampah buah setiap perlakuan
<i>2. Variabel terikat</i>			
a. Efektivitas degradasi C organik	-Biomassa basah sampah buah yang dikonsumsi cacing tanah	Perubahan biomassa basah sampah buah (g)	Alat: neraca analitik. Dihitung biomassa basah sampah buah yang dikonsumsi cacing tanah = biomassa sampah awal - biomassa basah sampah akhir
	-Biomassa kering sampah buah yang dikonsumsi cacing tanah	Perubahan biomassa kering sampah buah (g)	Alat: oven, neraca analitik. Pengeringan dilakukan di dalam oven pada suhu 105° C sampai dicapai berat kering yang konstan. Dihitung biomassa kering sampah buah yang dikonsumsi cacing tanah = biomassa kering sampah awal - biomassa kering sampah akhir

(1)	(2)	(3)	(4)
	-Kandungan C organik pada sampah buah	Perubahan kandungan C organik pada sampah (%)	<p>Metode: Gravimetri            Alat : tanur, oven, desikator, neraca analitik            Rumus kadar C organik:</p> $\left( \frac{1 - \frac{\text{biomassa abu}}{\text{biomassa kering}}}{1,724} \right) \times 100$ <p>Dihitung perubahan C organik sampah buah = (C organik sampah buah awal - C organik sampah buah akhir) / C organik sampah buah awal x 100%</p>
	-Biomassa basah cacing tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff.	Perubahan biomassa basah cacing tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. (g)	<p>Alat: neraca analitik.            Dihitung perubahan biomassa basah cacing tanah = biomassa basah cacing awal - biomassa basah cacing akhir</p>
	-Biomassa kering cacing tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff.	Perubahan biomassa kering cacing tanah <i>Lumbricus rubellus</i> Hoff. (g)	<p>Alat: oven, neraca analitik.            Pengerinan dilakukan di dalam oven pada suhu 105° C sampai dicapai berat kering yang konstan.            Dihitung perubahan biomassa kering cacing tanah= biomassa kering cacing awal - biomassa kering cacing akhir.</p>
	-Kandungan C organik tanah	Perubahan kandungan C organik tanah (%)	<p>Metode: gravimetri            Alat : tanur, oven, desikator, neraca analitik            Rumus kadar C organik:</p> $\left( \frac{1 - \frac{\text{biomassa abu}}{\text{biomassa kering}}}{1,724} \right) \times 100$ <p>Dihitung perubahan C-organik tanah = (C organik tanah akhir - C organik tanah awal) / C organik tanah awal x 100%</p>



(1)	(2)	(3)	(4)
	-Biomassa basah kascing	Biomassa basah kascing (g)	Alat: neraca analitik. Dihitung biomassa basah kascing
	-Biomassa kering kascing	Biomassa kering kascing (g)	Alat: oven, neraca analitik. Pengeringan dilakukan di dalam oven pada suhu 105° C sampai dicapai berat kering yang konstan. Dihitung biomassa kering kascing
	-Kandungan C organik kascing	C organik C organik kascing (%)	Metode: Gravimetri Alat : tanur, oven, desikator, neraca analitik Rumus kadar C organik: $\left(1 - \frac{\text{biomassa abu}}{\text{biomassa kering}}\right) \times 100$ 1,724 Dihitung jumlah total C organik kascing
	-Biomassa basah tanah	Biomassa basah tanah (g)	Alat: neraca analitik. Dihitung biomassa basah tanah
	-Biomassa kering tanah	Biomassa kering tanah (g)	Alat: oven, neraca analitik. Pengeringan dilakukan di dalam oven pada suhu 105° C sampai dicapai berat kering yang konstan. Dihitung biomassa kering Tanah
	-Kandungan C organik tanah	C organik tanah (%)	Metode: Gravimetri Alat : tanur, oven, desikator, neraca analitik Rumus kadar C organik: $\left(1 - \frac{\text{biomassa abu}}{\text{biomassa kering}}\right) \times 100$ 1,724 Dihitung jumlah total C organik tanah

### 3.10 Analisis Data

#### 3.10.1 Analisis Efektivitas Kemampuan *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam Mendegradasi C Organik

Besarnya efektivitas degradasi sampah dapat dicari dengan mengetahui massa sampah awal dan massa sampah akhir, kemudian masing-masing dicari kandungan C organik dengan metode gravimetri sehingga diperoleh kandungan C organik awal dan C organik akhir. Sehingga besarnya efektivitas degradasi C organik dapat dicari dengan rumus:

$$\text{Nilai Efektivitas \%} = \frac{\text{C organik awal} - \text{C organik akhir}}{\text{C organik awal}} \times 100$$

#### 3.10.2 Analisis Mencari Besar Penyimpanan C Organik *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam bentuk biomassa cacing

Besar penyimpanan penyimpanan C-organik cacing tanah dapat dicari dengan mengetahui biomassa awal dan biomassa akhir cacing tanah.

$$\Delta M_{\text{cacing}} = M_{\text{cacing akhir}} - M_{\text{cacing awal}}$$

$$\text{Penyimpanan } M_{\text{basah cacing}} (\%) = \frac{\Delta M_{\text{basah cacing}} (\text{g})}{\sum M_{\text{basah sampah yang dimakan}} (\text{g})} \times 100$$

$$\text{Penyimpanan } M_{\text{kering cacing}} (\%) = \frac{\Delta M_{\text{kering cacing}} (\text{g})}{\sum M_{\text{kering sampah yang dimakan}} (\text{g})} \times 100$$

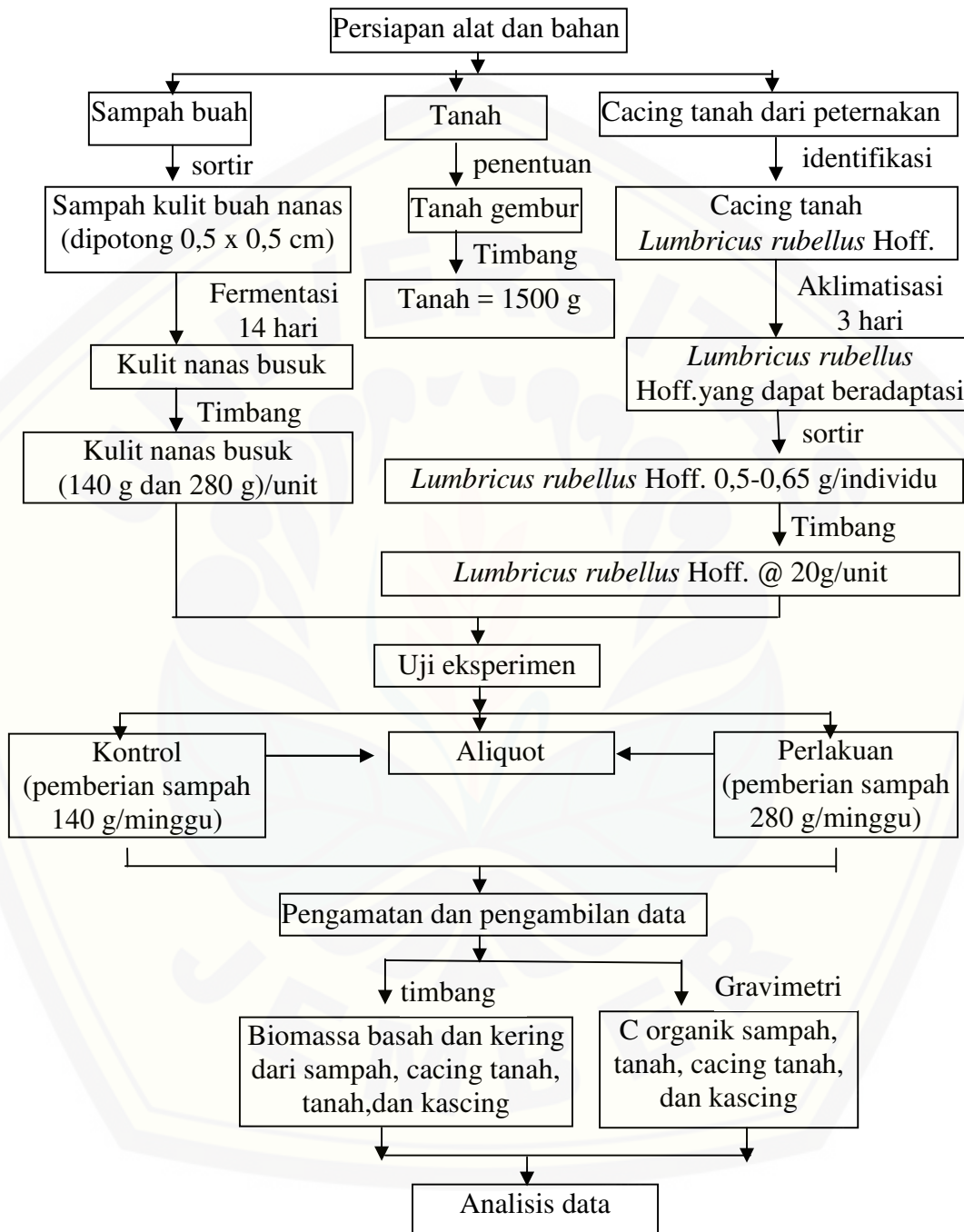
Data penunjang untuk mengetahui perbedaan perlakuan pemberian biomassa sampah terhadap biomassa cacing tanah, tanah, dan kascing dianalisis menggunakan analisis beda nyata dengan *software* SPSS 17.0.

### 3.10.3 Analisis Perbedaan Pemberian Biomassa Sampah Buah terhadap Keefektifan Degradasi C Organik pada Sampah Buah

Data yang diperoleh dari penelitian kemudian dianalisis menggunakan analisis Anova untuk mengetahui pengaruh perbedaan pemberian sampah buah. Proses analisis statistik dilaksanakan dengan *software* SPSS 17.0.



3.11 Alur Penelitian



Gambar 3.5 Alur penelitian

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Efektivitas degradasi karbon organik sampah kulit buah nanas oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dengan perlakuan sampah 140 g/minggu sebesar 15,97% dan perlakuan sampah 280 g/minggu memiliki efektivitas 39,15%.
- b. Besar penyimpanan karbon organik cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. dalam bentuk biomassa basah cacing dengan perlakuan sampah 140 g/minggu sebesar 3,92% dan perlakuan sampah 280 g/minggu sebesar 2,48% dari total biomassa basah sampah buah yang dikonsumsi cacing tanah.
- c. Perbedaan pemberian biomassa sampah buah perlakuan 140 g/minggu dan 280 g/minggu berpengaruh sangat signifikan ( $F=126,989$ ;  $db=1$ ;  $p=0,000$ ) terhadap efektivitas degradasi karbon organik pada sampah kulit buah nanas oleh cacing tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan hasil penelitian yang telah dilakukan maka saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut.

- a. Teknik penanganan sampah dengan bantuan cacing tanah sangat ramah lingkungan. Hendaknya dilakukan penelitian dengan berbagai variasi komposisi sampah.
- b. Dilakukan analisis kadar Nitrogen untuk sampah, cacing tanah, tanah, dan kascing untuk mengetahui perubahan rasio C/N.
- c. Dilakukan analisis karbon organik menggunakan metode Walkley-Black untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adianto., Safitri, D.U., dan Yuli, N. 2004. Pengaruh Inokulasi Cacing Tanah (*Pentoscote corethurus* Fr Mull) terhadap Sifat Fisika Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L. Wilczek) Varietas Walet. *Jurnal Matematika dan Sains*. Vol. 9 (1): 175-182.
- Aira, M dan J. Dominguez. 2011. Earthworm Effects without Earthworms Inoculation of Raw Organic Matter with Worm Worked Substrates Alters Microbial Community Functioning. *PLoS ONE*. Vol. 6 (1): 253-257.
- Aldarraji, Q.M., Halimoon, N., dan Majid, N.M. 2013. Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Earthworm Paste of *Lumbricus rubellus* (Red Worm) and *Eudrilus eugenia* (African Night Crawler). *Journal of Entomology and Nematology*. Vol. 5 (3): 33-37.
- Alimin., Narsito., Santosa, S.J., dan Noegrohati. Frakasinasi Asam Humat dan Pengaruhnya pada Kelarutan Ion Logam Seng (II) dan Kadmium (II). *Jurnal Ilmu Dasar*. Vol. 6 (1): 1-6.
- Amri dan Khairuman, K. 2009. *Mengeruk Untung dari Beternak Cacing*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Andriani, D.R., Akeprathumchai, S., Laoteng, K., Poomputsa, K., dan Mekvichitsaeng, P. 2013. Pemanfaatan Limbah Buah Nanas sebagai Media Pertumbuhan *Xanthophyllomyces dendrorhous* untuk Produksi Lipid. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 14 (3): 193-200.
- Anjangsari, E., Nurhidayati, T., dan Warsito, A. 2010. “Komposisi Nutrien (NPK) Hasil Vermikomposting Campuran Feses Gajah (*Elephans maximus sumatrensis*) dan Seresah Menggunakan Cacing Tanah (*Lumbricus terrestris*)”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: ITS.
- Anwar, E.K. 2009. Efektivitas Cacing Tanah *Pheretima hupiensis*, *Edrellus* sp. dan *Lumbricus* sp. dalam Proses Dekomposisi Bahan Organik. *Jurnal Tanah Trop*. Vol.14 (2) : 151.
- Arief, A. 2001. *Hutan dan Kehutanan*. Yogyakarta: Kanisus.

- Ariyanto, DP. 2006. "Ikatan antara Asam Organik Tanah dengan Logam". Makalah. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Aulenbach, D.B dan Clesceri, N.L. 2009. *Biological Treatment Processes Volume 8*. USA: Humana Press.
- Antara News Jawa Timur. 2014. Volume Sampah di Jember Capai 1300 Meter Kubik. [Http://www.antarajatim.com/lihat/berita/147441/volume\\_sampah - di-Jember](http://www.antarajatim.com/lihat/berita/147441/volume_sampah_di-Jember) [20 Desember 2014].
- Anwar, E.K. 2007. *Metode Analisa Biologi Tanah*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan dan Pertanian.
- . 2009. Efektivitas Cacing Tanah *Pheretima hupiensis*, *Edrellus* sp. dan *Lumbricus* sp. dalam Proses Dekomposisi Bahan Organik. *Jurnal Tanah Trop*. Vol. 14 (2): 149-158.
- Badan Litbang Pertanian. 2011. *Ragam Inovasi Pendukung Pertanian Daerah*. Jakarta: Agro Inovasi.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2014. Data Penduduk Indonesia. [Http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?kat=1&tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=12&notab=1](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=1&tabel=1&daftar=1&id_subyek=12&notab=1) [20 Desember 2014].
- Brata, B. 2006. Pertumbuhan Tiga Spesies Cacing Tanah Akibat Penyiraman Air dan Pengapuran yang Berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol. 8 (1): 69-75.
- Campbell, N.A., Jane B. Reece., and Lawrence G. Mitchell. 2002. *Biologi Edisi 5 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- . 2004. *Biologi Edisi 5 Jilid 3*. Jakarta: Erlangga.
- Chandra, B. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Dash, M.C dan Dash S.P. 2009. *Fundamental of Ecology Third Edition*. New Delhi: Mc Graw Hill.
- Daven, J.I dan Klein, R.N. 2008. *Progress in Waste Management Research*. New York: Nova Science Publishers.

- Dewi, N.I.S dan Hadmoko, D.S. 2012. “Redistribusi Karbon Organik Tanah (C Organik) Melalui Mekanisme Longsor Lahan di DAS Kayangan Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta”. Skripsi. Yogyakarta. UGM.
- Dinas Pasar Pemkab Jember. 2014. Pasar Tanjung. <http://dinaspasar.jemberkab.go.id/index.php/prigram-kerja> [19 Pebruari 2015].
- Dwiastuti, S dan Suntoro. 2011: Eksistensi Cacing Tanah pada Lingkungan Berbagai Sistem Budidaya Tanaman di Lahan Berkapur. Seminar Nasional Pendidikan VIII Biologi Universitas Sebelas Maret. 97-101.
- Edwards, C.A., Arancon, N.Q., dan Sherman, R.L. 2011. *Vermiculture Technology*. Francis: CRC Press.
- Edwards, C.A. and Bohlen, P.J. 1996. *The Biology And Ecology of Earthworms (3<sup>rd</sup> Edition)*. London: Chapman & Hall.
- Erlinda., Junus, M., dan Cholis, N. 2014. “Pengaruh Penggunaan Kompos Limbah Organik Unit Gas Bio dan Jerami Padi sebagai Media Cacing terhadap Kecepatan Pertumbuhan dan Kandungan Nutrisi Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Fatahillah. 2014. “Pengaruh Vermikompos terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah Besar *Capsicum annuum* L. di Kelurahan Mangalli Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa.” Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.
- Gandjar, I., Sjamsuridzal, W., dan Oetari, A. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gregor. 2012. Story Earthworms [Http://www.teara.govt.nz/en/photograph/15499/Lumbricus-rubellus](http://www.teara.govt.nz/en/photograph/15499/Lumbricus-rubellus). [5 Januari 2015].
- Haryani, K. 2011. Studi Kinetika Pertumbuhan *Aspergillus niger* pada Fermentasi Asam Sitrat dari Kulit Nanas dalam Reaktor Air Lift External Loop. *Momentum*. Vol.7 (1): 48-52.



- Hemalatha. 2013a. Application of Vermicomposting for the Biodegradation of MSW and Crop Improvement. *International Journal of Advanced Engineering Technology*. Vol 4 (1): 27-30.
- . 2013b. Vermicultur for Organik Waste. *International Journal of Advanced Engineering Technology*. Vol 4 (1): 46-47.
- Hickman, Jr., Roberts, L., dan Larson, A. 2001. *Integrated Principles of Zoology Eleventh Edition*. New York: Mcgraw-Hill.
- Insam, H., Whittle, I.F., dan Goberna, M. 2010. *Microbes at Work from Wastes to Resources*. New York: Springer.
- Istiqomah, A., Sofyan, A., Damayanti, E., dan Julendra, H. 2009. Amino Acid Profile of Erthworm and Eathworm Meal (*Lumbricus rubellus*) for Animal Feedstuff. *Journal Indonesian Tropical Animal Agriculture*. Vol. 34 (4): 253-257.
- Kasno, AD., Setyorini, dan Nurjaya. 2003. Status C Organik Lahan Sawah di Indonesia. Prosiding Kongres Naional VII Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. Padang: Halaman 41-483.
- Kementrian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan. 2015. Jumlah Penduduk Indonesia Terbesar Keempat Dunia setelah China, India, dan Amerika. <http://www.kemenkopmk.go.id>. [15 September 2015].
- Knapp, B.A., Podmirseg, S.M., Seeber, J., Meyer, E., dan Insam, H. Diet Related Composition of the Gut Microbiota of *Lumbricus rubellus* as Revealed by A Molecular Fingerprinting Technique and Cloning. *Soil Biology and Biochemistry*: 2299-2307.
- Konig, H dan Varma, A. 2006. *Intestinal Microorganism of Termites and Other Invertebrates*. Germany: Springer.
- Kumar, A. 2005. *Verms and Vermitechnology*. New Delhi: Nangia.
- Laksana, W dan Chaerul, M. 2009. *Penyisihan Senyawa Organik pada Biowaste Fase Sampah Padat Menggunakan Bioreactor Batch Anaerob*. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan Institut Bandung.
- Latief, S. 2010. Manfaat dan Dampak Penggunaan Insenerator terhadap Lingkungan. *Teknis*. Vol. 5 (1): 20-24.

- Lavelle, P dan Spain, A.V. 2005. *Soil Ecology*. Netherlands: Springer
- Liputan6. 2014. Sampah di Indonesia Paling Banyak Berasal dari Rumah Tangga. <http://www.liputan6.com/health> [15 Mei 2015].
- Monde, A. 2009. Degradasi Stok Karbon (C) Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Kakao di Das Nopu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Agroland*. Vol 16 (2): 110-117.
- Mubarok, A Dan Zalizar, L. 2003. Budidaya Cacing Tanah Sebagai Usaha Alternatif di Masa Krisis Ekonomi. *Jurnal Dedikasi*. Vol. 1 (1): 129-135.
- Muhtadi., Djumadi., dan Da'i, M. 2007. Pemanfaatan Cacing *Lumbricus rubellus* dalam Pengolahan Sampah Organik di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). *MIPA*. Vol. 17 (1): 33-38.
- National Institute of Industrial Research. 2004. *The Complete Technology Book on Vermiculture and Vermicompost*. Delhi: Ajay Kr. Gupta.
- NCBI Taxonomy. 2013. Encyclopedia of Life. <http://eol.org/pages/21582628/hierarchyentries/51292774/overview>. [20 Desember 2014].
- Newmark. 1997. *Jendela Iptek Kimia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- NPCS Board. Tanpa Tahun. *The Complete Book on Vermiculture and Vermicompost*. Delhi: Asia Pasific Business Press.
- Nurhidayat dan Purwendro, S. 2006. *Mengolah Sampah untuk Pupuk Pestisida Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Palungkun, R. 2010a. *Sukses Beternak Cacing Tanah Lumbricus rubellus*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- . 2010b. *Usaha Ternak Cacing Tanah Lumbricus rubellus*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Paramita., Sovitri, M., dan Kuswytasari, N.D. 2012. Biodegradasi Limbah.
- Pattnaik, S dan Reddy. 2010. Nutrient Status of Vermicompost of Urban Green Waste Processed by Three Earthworm Species *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae*, and *Peryonix axcavates*. *Applied and Enviromental Soil Science*. Vol. 1 (1): 1-13.

- Pollock, S. 1997. *Jendela Iptek Ekologi*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Rani, S dan Shukla, V. 2014. Potential of Earthworms in Various Fields of Life. *Journal of International Academic Research for Multidisciplinary*. Vol. 2 (4): 616-621.
- Rief, A., Knap, B.A., dan Seeber, J. 2012. Palatability of Selected Alpine Plant Litters for the Decomposer *Lumbricus rubellus*. *PLoS ONE*. Vol. 7 (9) : 1-7.
- Rizal, Mohamad. 2011. Analisis Pengelolaan Persampahan Perkotaan (Studi Kasus pada Kelurahan Boya Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala). *Jurnal Smartek*. Vol. 9 (2): 155-172.
- Rukmana, R. 1999. *Budi Daya Cacing Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sejati, K. 2009. *Pengolahan Sampah Terpadu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Setyaningsih, H., Hairiah, K., dan Dewi, W.K. 2014. Respon Cacing Penggali Tanah *Ponhoscoclex corethurus*. *Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan*. Vol. 1 (2): 58-69.
- Sinaga, D. 2009. "Pembuatan Pupuk Cair dari Sampah Organik dengan Menggunakan Boisca sebagai Starter. Departemen Teknologi Pertanian." Tidak Diterbitkan. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Soedjatmoko. 2010. *Menjadi Bangsa Terdidik Menurut Soedjatmoko*. Jakarta: Kompas Media Nusantara.
- Subandriyo., Anggoro, DD., dan Hadiyanto. 2012. Optimasi Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Kombinasi Aktivator EM4 dan Mol terhadap Rasio C/N. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol. 10 (2): 70-75.
- Subowo. 2008. Prospek Cacing Tanah untuk Pengembangan Teknologi Resapan Biologi di Lahan Kering. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol. 27 (4): 146-150.
- . 2010. Strategi Penggunaan Bahan Organik untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. Vol. 4 (1): 13-25.
- Sugiyarto., Efendi, M., Mahajoeno, E., Sugito, Y., Handayanto, E., dan Agustina, L. 2007. Preferensi Berbagai Jenis Makrofauna Tanah terhadap Sisa Bahan Organik Tanaman pada Intensitas Cahaya Berbeda. *Biodeversitas*. Vol. 7 (4): 96-100.

- Sumardiono, S dan Murwono, D. 2011. Organik Fertilizer Production from Cattle Waste Vermicomposting Assisted by *Lumbricus rubellus*. *Journal of Science and English*. Vol. 2 (1): 9-12.
- Sunarjono. 2006. *Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah*. Depok: Penebar Swadaya
- Suparno., Prasetya, B., Talkah, A., dan Soemarno. 2013a. Aplikasi Vermikompos dalam Usaha Tani Sawi Organik di Kediri, Indonesia. *Indonesia Green Technology Journal*. Vol. (2): 78-83.
- . 2013b. The Study of Vermicomposting Optimazation of Organic Waste. *International Journal of Advances in Engineering and Technology* . Vol.6 (4): 1505-1511.
- Surjandari, I., Hadiyatno, A., dan Supriatna, A. 2009. Model Dinamis Pengelolaan Sampah untuk Mengurangi Beban Penumpukan. *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 11 (2): 134-147.
- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutanto, R. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah Konsep dan Kenyataan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutaryo, D. 2009. *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. Bogor: Wetlands International Indonesia Programme.
- Tomy., Junus, M., dan Setyowati, E. 2015. “Pengaruh Penambahan Air pada Media Kering terhadap Populasi dan Bobot Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*).” Tidak Diterbitkan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Wahyono, S. 2001. Pengolahan Sampah Organik dan Aspek Sanitasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 2 (2): 113-118.
- Warisno dan Dahana, K. 2009. *Inspirasi Usaha Membuat Aneka Nata*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Widyapratami, Hermawati. 2011. “Pemanfaatan Enzim Selulase dalam Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit.” Tidak Diterbitkan. Skripsi. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan Depok Universitas Indonesia.

- Yasa, W., Dharma, S., dan Sudipta, K. 2013. Manajemen Resiko Operasional dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Regional Bangli di Kabupaten Bangli. *Jurnal Spektran*. Vol. 1 (2): 30-38.
- Yelianti, U., Kasli., Kasim, M., dan Husin, E.F. 2009. Kualitas Pupuk Organik Hasil Dekomposisi Beberapa Bahan Organik dengan Dekomposernya. *Jurnal Akta Agrosia*. Vol. 12 (1): 1-7.
- Yuniar, Widya. 2013. “Skrining dan Identifikasi Kapang Selulolitik pada Vermikomposting Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).” Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jember Universitas Jember

**LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN**

Judul : Efektivitas Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus* Hoff.) dalam Degradasi Karbon Organik pada Sampah Buah Pasar Tanjung Jember

Latar Belakang	Rumusan Masalah	Batasan Masalah	Variabel	Sumber Data	Metode Penelitian	Hipotesis
<p>Kepadatan penduduk di Indonesia berdampak pada kesehatan karena sampah. Sampah di Indonesia tahun 2014 yaitu 200 ribu ton/hari yang bersumber dari pasar tradisional yaitu 95% sampah organik, menyebabkan bau busuk dan bibit penyakit. Teknologi vermikultur bersifat efektif, sederhana, dan hemat energi karena</p>	<p>d. Berapa besar efektivitas kemampuan cacing tanah <i>L. rubellus</i> Hoff. dalam mendegradasi karbon organik sampah buah?</p> <p>e. Berapa besar penyimpanan karbon organik oleh cacing tanah <i>L. rubellus</i> Hoff. dalam bentuk biomassa cacing dari hasil</p>	<p>a. Cacing tanah pada penelitian ini adalah <i>L. rubellus</i> Hoff. yang berusia 8-9 minggu.</p> <p>b. Biomassa <i>L. rubellus</i> Hoff. yang digunakan untuk penelitian ini adalah cacing tanah dengan rentangan 0,5-0,65 g per individu.</p> <p>c. Biomasa sampah organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah 140 g/minggu dan 280 g/minggu. Pakan yang diberikan</p>	<p>Variabel bebas (X): Biomassa pakan cacing tanah berupa sampah kulit buah nanas 140 g/minggu dan 280 g/minggu.</p> <p>Variabel Terikat (Y): Besar efektivitas degradasi karbon organik pada sampah buah yang dilakukan oleh cacing</p>	<p>a. Data kuantitatif berupa: biomassa basah dan biomassa kering sampah, cacing tanah, dan kascing; kadar karbon organik sampah, cacing tanah, dan kascing</p>	<p>Jenis Penelitian: Penelitian eksperimental laboratorium dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL).</p> <p>Tempat dan Waktu Penelitian: Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Zoologi P.Biologi FKIP UNEJ sejak 3 September- 1 Oktober 2015. Uji total C organik di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian UNEJ</p> <p>Prosedur :</p> <p>d. Pemeliharaan cacing tanah</p> <p>e. Pemilihan sampah buah</p> <p>f. Penyiapan bak dan</p>	<p>a. Besar efektivitas cacing tanah <i>L. rubellus</i> Hoff. dalam mendegradasi sampah buah-buahan di Pasar Tanjung Jember sebesar 40-60%</p> <p>b. Besar penyimpanan karbon organik oleh cacing tanah <i>L. rubellus</i> Hoff. terhadap sampah buah di Pasar</p>

Latar Belakang	Rumusan Masalah	Batasan Masalah	Variabel	Sumber Data	Metode Penelitian	Hipotesis
<p>menghasilkan vermikompos dan biomassa cacing. Jenis cacing tanah yang paling efektif mendekomposisi bahan organik yaitu <i>L. rubellus</i>. Pengelolaan sampah dengan cacing tanah mengurangi jumlah sampah dan yang paling urgen mencegah C-organik yang terkandung pada sampah terlepas ke atmosfer. Pasar Tanjung yaitu pasar induk Jember, salah satu sumber sampah terbanyak dari pasar itu.</p>	<p>degradasi sampah buah?</p> <p>f. Adakah pengaruh perbedaan pemberian biomassa sampah buah terhadap keefektifan degradasi karbon organik yang dilakukan oleh cacing tanah <i>L. rubellus</i> Hoff.?</p>	<p>pada cacing tanah berasal dari sampah kulit buah nanas di Pasar Tanjung Jember yang telah difermentasi selama 14 hari.</p> <p>d. Media hidup cacing tanah yang digunakan adalah tanah gembur</p> <p>e. Pemeliharaan cacing tanah dilakukan di laboratorium Zoologi Prodi Biologi FKIP UNEJ dan uji kadar karbon organik di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian UNEJ</p>	<p>tanah.</p> <p>Variabel Kontrol Cacing tanah <i>L. rubellus</i> Hoff., massa cacing tanah, ukuran bak pengujian, media cacing tanah, pH, suhu, cahaya, kelembaban, dan waktu pengamatan.</p>		<p>media</p> <p>g. Inokulasi cacing tanah pada media penelitian</p> <p>h. Pemberian pakan</p> <p>i. Pemeliharaan</p> <p>Analisis data:</p> <p>a. Efektivitas <i>L. rubellus</i> mendegradasi C organik menggunakan perbandingan C organik yang terdegradasi banding C organik awal dikali 100</p> <p>b. Besar penyimpanan C organik oleh <i>L. rubellus</i> terhadap sampah buah menggunakan perbandingan selisih biomassa cacing tanah banding total sampah yang dimakan dikali 100</p> <p>c. Pengaruh perbedaan bobot <i>L. rubellus</i> terhadap keefektifan degradasi C organik pada sampah buah menggunakan Anova</p>	<p>Tanjung Jember sebesar 5% dari biomassa sampah yang dimakan.</p> <p>c. Terdapat pengaruh perbedaan pemberian biomassa sampah buah terhadap keefektifan degradasi C organik yang dilakukan oleh cacing tanah <i>L. rubellus</i> Hoff.</p>

**LAMPIRAN B. DATA HASIL PENELITIAN**

**B.1 Biomassa Sisa Sampah Kulit Buah Nanas Setiap Minggu Selama Satu Bulan**

Jenis Sampah	Perlakuan	Sisa Sampah (g)			
		Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4
Biomassa Basah	P1U1	5,667	24,900	57,564	67,280
	P1U2	6,313	47,020	44,263	75,996
	P1U3	6,677	31,645	69,076	80,196
	Rata-rata	6,219	34,522	56,968	74,491
	P2U1	49,944	104,439	171,178	226,334
	P2U2	41,036	89,037	158,221	234,073
	P2U3	54,639	147,040	172,995	249,508
	Rata-rata	48,540	113,505	167,465	236,639
Biomassa Kering	P1U1	3,280	9,601	25,954	37,380
	P1U2	2,934	18,017	20,596	44,702
	P1U3	3,591	13,285	23,504	44,973
	Rata-rata	3,268	13,634	23,352	42,352
	P2U1	20,470	36,190	84,637	108,070
	P2U2	12,628	27,991	45,353	108,771
	P2U3	23,279	41,202	62,810	126,341
	Rata-rata	18,792	35,128	64,267	114,394

**B.2 Biomassa Basah dan Biomassa Kering Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.**

Jenis Biomassa Cacing	P	Awal (g)	Akhir (g)	Selisih Biomassa Cacing (g)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Biomassa Basah	P1U1	20	23,548	3,548
	P1U2	20	26,355	6,355
	P1U3	20	24,992	4,992
	Rata-rata		24,965	4,965
	P2U1	20	30,085	10,085
	P2U2	20	25,652	5,652
	P2U3	20	24,254	4,254
	Rata-rata	20	26,664	6,664
Biomassa Kering	P1U1	6,934	7,510	0,575
	P1U2	7,131	10,110	2,979
	P1U3	7,850	8,126	0,275
	Rata-rata	7,305	8,582	1,276



(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
	P2U1	5,090	16,060	10,970
	P2U2	6,024	15,705	9,681
	P2U3	6,360	15,926	9,565
	Rata-rata	5,825	15,897	10,072

$$\Delta M_{\text{cacing}}(\text{g}) = M_{\text{cacing akhir}}(\text{g}) - M_{\text{awal}}(\text{g})$$

### B.3 Penyimpanan Biomassa Basah dan Biomassa Kering Cacing Tanah

Jenis Biomassa Cacing Tanah	Perlakuan	Selisih Biomassa Cacing (g)	Sampah yang dikonsumsi Cacing (g)	Penyimpanan Biomassa Cacing (%)
Biomassa Basah	P1U1	3,548	143,580	2,471
	P1U2	6,355	125,398	5,068
	P1U3	4,992	111,396	4,482
	Rata-rata	4,965	126,791	3,916
	P2U1	10,085	283,204	3,561
	P2U2	5,652	312,732	1,807
	P2U3	4,254	210,918	2,016
	Rata-rata	6,664	268,951	2,477
Biomassa Kering	P1U1	0,575	69,481	0,828
	P1U2	2,979	61,346	4,856
	P1U3	0,275	51,856	0,532
	Rata-rata	1,276	60,895	2,072
	P2U1	10,970	124,771	8,792
	P2U2	9,681	108,441	8,927
	P2U3	9,565	87,936	10,878
	Rata-rata	10,072	107,049	9,532

$$\text{Penyimpanan } M_{\text{basah cacing}}(\%) = \frac{\Delta M_{\text{basah cacing}}(\text{g})}{\sum M_{\text{basah sampah yang dimakan}}(\text{g})} \times 100$$

$$\text{Penyimpanan } M_{\text{kering cacing}}(\%) = \frac{\Delta M_{\text{kering cacing}}(\text{g})}{\sum M_{\text{kering sampah yang dimakan}}(\text{g})} \times 100$$

## B.4 Biomassa Basah dan Biomassa Kering Tanah

Jenis Biomassa Tanah	P	Awal (g)	Akhir (g)	Selisih biomassa tanah (g)
Biomassa Basah	P1U1	1500	1502,190	2,189
	P1U2	1500	1521,592	21,592
	P1U3	1500	1521,538	21,538
	Rata-rata	1500	1515,107	15,106
	P2U1	1500	1646,597	146,596
	P2U2	1500	1617,646	117,646
	P2U3	1500	1650,500	150,499
	Rata-rata	1500	1638,247	138,247
Biomassa Kering	P1U1	1151,386	1143,299	-8,087
	P1U2	1150,470	1364,134	213,663
	P1U3	1149,671	1100,765	-48,906
	Rata-rata	1150,509	1202,733	52,223
	P2U1	1154,788	1137,123	-17,664
	P2U2	1153,169	1131,509	-21,660
	P2U3	1153,378	1115,675	-37,702
	Rata-rata	1153,778	1128,102	-25,676

$$\text{Selisih } M_{\text{basah tanah}} (\text{g}) = M_{\text{tanah akhir}} (\text{g}) - M_{\text{tanah awal}} (\text{g})$$

## B.5 Biomassa Basah dan Biomassa Kering Kascing

Jenis Biomassa Kascing	P	Akhir (g)
Biomassa Basah	P1U1	50,474
	P1U2	45,449
	P1U3	39,067
	Rata-rata	44,997
	P2U1	91,101
	P2U2	93,123
	P2U3	72,491
	Rata-rata	85,572
Biomassa Kering	P1U1	38,966
	P1U2	36,052
	P1U3	28,805
	Rata-rata	34,608
	P2U1	57,175
	P2U2	59,057
	P2U3	46,111
	Rata-rata	54,114

B.6 Temperatur Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ ), Kelembaban Tanah (%), pH Tanah, dan Temperatur Ruang ( $^{\circ}\text{C}$ ),

a. Temperatur Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ )

Hari ke	Temperatur Tanah ( $^{\circ}\text{C}$ )					
	Perlakuan I			Perlakuan II		
	P1U1	P1U2	P1U3	P2U1	P2U2	P2U3
1	27	26,5	26,5	26	26,5	26
2	26,5	26,5	26,5	26	26,5	26
3	26,5	26,5	26,5	26	26	26,5
4	26,5	26,5	26,5	26	26	26
5	26	26,5	26	26	26	26
6	26	26,5	26	26	26	26
7	26	26,5	26	25,5	26	26
Rata-rata minggu ke 1	26,38095			26,04762		
8	26	26,5	26	25,5	25,5	26
9	26	26,5	26	25,5	26	26
10	26	26,5	26	25	25,5	25,5
11	26	26,5	26	24,5	25	25,5
12	26	26,5	26	24,5	25	25,5
13	26	26	25,5	24,5	25	25,5
14	25,5	26	25,5	24,5	25	25
Rata-rata minggu ke 2	26,04762			25,2381		
15	25,5	26	25,5	24,5	25	25
16	25,5	26	25,5	24,5	25	25
17	25,5	26	25,5	24,5	24,5	25
18	25,5	25,5	25,5	24,5	24,5	25
19	25,5	25,5	25,5	23,5	24,5	25
20	25	25,5	25	23,5	24,5	24,5
21	25	25,5	25	23,5	24,5	24,5
Rata-rata minggu ke 3	25,47619			24,52381		
22	25	25,5	25	23,5	24,5	24,5
23	25	25,5	25	23,5	24,5	24,5
24	25	25,5	25	23,5	24,5	24,5
25	25	25,5	25	23,5	24	24,5
26	25	25	25	23,5	24	24,5
27	24,5	25	25	23,5	24	24,5
28	24,5	25	24,5	23,5	24	24
Rata-rata minggu ke 4	25,02381			24,04762		

## b. Kelembaban Tanah (%) dan pH Tanah

Hari ke	Kelembaban Tanah (%)						pH Tanah					
	Perlakuan I			Perlakuan II			Perlakuan I			Perlakuan II		
	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3	U1	U2	U3
1	30	30	30	30	30	30	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
2	30	30	30	35	35	35	6,2	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2
3	30	30	30	40	35	35	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3
4	30	30	30	45	35	40	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3
5	35	30	30	45	40	45	6,3	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4
6	35	30	35	50	45	45	6,3	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4
7	35	35	35	50	45	45	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4
Rata-rata minggu ke 1	31,42857			39,7619			6,209524			6,271429		
8	35	35	35	50	45	45	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4
9	40	35	35	50	45	45	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4
10	40	40	35	50	50	50	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4
11	45	40	40	50	50	50	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4
12	45	45	40	55	55	50	6,4	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4
13	45	45	40	55	55	50	6,4	6,3	6,3	6,3	6,3	6,4
14	45	45	40	60	55	50	6,4	6,3	6,4	6,3	6,4	6,4
Rata-rata minggu ke 2	40,2381			50,71429			6,319048			6,338095		
15	50	45	40	60	55	50	6,4	6,3	6,4	6,3	6,4	6,4
16	50	45	40	60	55	50	6,4	6,3	6,4	6,3	6,4	6,5
17	50	50	45	60	55	50	6,4	6,4	6,4	6,3	6,5	6,5
18	55	55	45	60	55	55	6,5	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5
19	55	55	50	60	55	55	6,5	6,4	6,4	6,4	6,4	6,5
20	60	55	50	60	55	55	6,5	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5
21	60	55	50	65	55	55	6,5	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5
Rata-rata minggu ke 3	50,47619			56,19048			6,409524			6,433333		
22	60	55	50	65	55	55	6,5	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5
23	60	55	50	65	55	55	6,5	6,4	6,5	6,4	6,5	6,5
24	60	55	50	65	60	55	6,5	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5
25	60	55	50	65	60	60	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
26	60	55	55	65	60	60	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6
27	60	55	55	65	60	60	6,6	6,5	6,6	6,5	6,6	6,6
28	60	60	55	65	60	60	6,6	6,5	6,6	6,5	6,6	6,6
Rata-rata minggu ke 4	55,95238			60,47619			6,504762			6,514286		

c. Temperatur Udara ( $^{\circ}\text{C}$ )

Hari Ke	Temperatur Udara ( $^{\circ}\text{C}$ )			Hari Ke	Temperatur Udara ( $^{\circ}\text{C}$ )		
	Ulangan				Ulangan		
	1	2	3		1	2	3
1	28	28	28	15	28,5	28,5	28,5
2	27,5	27,5	27,5	16	30	29,5	29,5
3	28	28	27,5	17	29,5	29,5	29,5
4	28,5	28,5	28,5	18	29,5	29,5	29,5
5	28	28,5	28	19	29	29,5	29,5
6	27,5	28	28	20	29	28,5	28,5
7	28,5	29	28,5	21	28,5	28,5	28,5
Rata-rata minggu ke 1	28,07143			Rata-rata minggu ke 3	29,09524		
8	28,5	28,5	28,5	22	28,5	28,5	28,5
9	28,5	28,5	28,5	23	28,5	28,5	28,5
10	28,5	29	29	24	28	28	28
11	27,5	27,5	27,5	25	28	28	28
12	28,5	28	28	26	28	28	28
13	28	28	28	27	28	28,5	28,5
14	28,5	28	28,5	28	29	29	29
Rata-rata minggu ke 2	28,2619			Rata-rata minggu ke 4	28,33333		

B.7 Biomassa Sampah Kulit Nanas yang Termakan Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

Perlakuan	Sampah Kulit Nanas yang Termakan Cacing Tanah (g)			
	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4
P1U1	20,495	41,564	35,344	46,175
P1U2	19,848	19,444	48,645	37,459
P1U3	19,484	34,819	23,833	33,259
Rata-rata	19,943	31,942	35,941	38,964
P2U1	51,026	63,187	75,016	93,974
P2U2	59,934	78,589	87,973	86,235
P2U3	46,331	20,586	73,199	70,800
Rata-rata	52,4306	54,121	78,729	83,670

## B.8 Evaporasi Sampah Kulit Buah Nanas Setiap Minggu

Minggu ke	Deskripsi	Perlakuan 140 g/minggu		Perlakuan 280 g/minggu	
		Biomassa sampah (g)	Evaporasi (%)	Biomassa sampah (g)	Evaporasi (%)
0	Awal	140			
1	Sisa	26,162		100,970	
	Sampah terevaporasi	113,837	81,312	179,029	63,939
2	Sampah Baru	140		280	
	Sisa + Sampah Baru	166,162		380,970	
	Sisa	66,465		167,627	
	Sampah terevaporasi	99,697	60	213,343	56
3	Sampah Baru	140		280	
	Sisa + Sampah Baru	206,465		447,627	
	Sisa	92,909		246,194	
	Sampah terevaporasi	113,555	55	201,432	45
4	Sampah Baru	140		280	
	Sisa + Sampah Baru	232,909		526,194	
	Sisa	113,455		320,309	
	Sampah terevaporasi	119,453	51,287	205,885	39,127

$$\text{Evaporasi (\%)} = \frac{\text{sampah yang terevaporasi}}{\text{sisa+sampah baru}} \times 100$$

## B.9 Efektivitas Degradasi Sampah Kulit Buah Nanas

Parameter	Perlakuan	Total sampah yang diberikan (g)	Sampah yang dimakan cacing (g)	Efektivitas degradasi (%)
Biomassa sampah basah	P1U1	560	143,580	25,639
	P1U2	560	125,398	22,392
	P1U3	560	111,396	19,892
	Rata-rata	560	126,791	22,641
	P2U1	1120	283,204	25,286
	P2U2	1120	312,732	27,922
	P2U3	1120	210,918	18,831
	Rata-rata	1120	268,951	24,013

$$\text{Efektivitas degradasi sampah (\%)} = \frac{\text{sampah yang dimakan}}{\text{total sampah yang diberikan}} \times 100$$

## B.10 Efektivitas Degradasi Karbon Organik Sampah

Parameter	P	Awal (%)	Akhir (%)	Efektivitas degradasi (%)
C Organik sampah	P1U1	57,943	50,639	12,6059447
	P1U2	57,955	46,883	19,1045944
	P1U3	57,918	48,541	16,1911033
	Rata-Rata	57,939	48,687	15,9672141
	P2U1	57,897	36,089	37,6668388
	P2U2	57,877	34,400	40,5625373
	P2U3	57,855	35,164	39,2194699
	Rata-Rata	57,876	35,218	39,1496153

$$\text{Efektivitas degradasi } C_{\text{organik sampah}} (\%) = \frac{C_{\text{organik awal}} - C_{\text{organik akhir}}}{C_{\text{organik awal}}} \times 100$$

B.11 Tabel Hasil Pengamatan Karbon Organik Sampah, Cacing Tanah, Tanah, dan Kascing

Parameter	Perlakuan	Biomassa sampel (g)		Biomassa Kering (g)		Biomassa abu (g)		Bahan Organik (g)		Kandungan Karbon Organik (%)	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Sampah	P1U1	5,0085	5,0037	0,4755	2,7800	0,0005	0,3530	5,0080	4,6507	57,943	50,639
	P1U2	5,1040	5,0372	0,4721	2,9630	0,0004	0,5681	5,1036	4,4691	57,955	46,883
	P1U3	5,0455	5,0069	0,4050	2,8078	0,0006	0,4581	5,0449	4,5488	57,918	48,541
	P2U1	5,2137	5,0027	0,4328	2,3887	0,0008	0,9025	5,2129	4,1002	57,897	36,089
	P2U2	5,0675	5,0096	0,4090	2,3279	0,0009	0,9473	5,0666	4,0623	57,877	34,400
	P2U3	5,2380	5,0069	0,4271	2,5353	0,0011	0,9983	5,2369	4,0086	57,855	35,164
Cacing tanah	P1U1	5,0805	5,0962	1,7615	1,6253	0,2796	0,2867	4,8009	4,8095	48,797	47,772
	P1U2	5,0670	5,0897	1,8068	1,9526	0,2750	1,0758	4,7920	4,0139	49,176	26,046
	P1U3	5,1400	5,0643	2,0175	1,6466	0,0977	0,3640	5,0423	4,7003	55,195	45,182
	P2U1	5,1879	5,0747	1,3205	2,7091	0,0728	0,4807	5,1151	4,5940	54,806	47,712
	P2U2	5,0411	5,0629	1,5185	3,0997	0,0752	0,3423	4,9659	4,7206	55,132	51,599
	P2U3	5,0589	5,0253	1,6088	3,2998	0,0881	0,5224	4,9708	4,5029	54,828	48,821
Tanah	P1U1	5,0097	5,0098	3,8454	3,8129	3,5779	3,5310	1,4318	1,4788	4,035	4,288
	P1U2	5,3253	5,0105	4,0844	4,4920	3,7995	4,2131	1,5258	0,7974	4,046	3,601
	P1U3	5,0661	5,0010	3,8829	3,6180	3,6169	3,3660	1,4492	1,6350	3,973	4,040
	P2U1	5,1351	5,0021	3,9533	3,4544	3,6273	3,1988	1,5078	1,8033	4,783	4,291
	P2U2	5,0294	5,0043	3,8665	3,5004	3,5417	3,2769	1,4877	1,7274	4,872	3,703
	P2U3	5,0519	5,0025	3,8845	3,3815	3,5541	3,1047	1,4978	1,8978	4,933	4,748
Kascing	P1U1		5,0010		3,8608		3,5611		92,23736		4,502
	P1U2		5,0062		3,9711		3,7080		93,37463		3,843
	P1U3		5,0007		3,6872		3,4403		93,30386		3,884
	P2U1		5,0086		3,1434		2,8285		89,98218		5,810
	P2U2		5,0288		3,1892		2,8931		90,71554		5,385
	P2U3		5,0016		3,1815		2,8611		89,92928		5,841



B.12 Perhitungan Kadar Air dan Kadar Abu Sampah Kulit Buah Nanas, Cacing Tanah, Tanah, dan Kascing

Parameter	Perlakuan	Kadar air		Kadar abu	
		Awal (%)	Akhir (%)	Awal (%)	Akhir (%)
Sampah	P1U1	90,506	44,441	0,105	12,697
	P1U2	90,750	41,177	0,084	19,173
	P1U3	91,973	43,921	0,148	16,315
	Rata-rata	91,076	43,180	0,112	16,062
	P2U1	91,698	52,251	0,184	37,782
	P2U2	91,928	53,531	0,220	40,693
	P2U3	91,846	49,363	0,257	39,376
	Rata-rata	91,824	51,715	0,220	39,283
Cacing tanah	P1U1	65,328	68,107	15,872	17,639
	P1U2	64,341	61,636	15,220	55,095
	P1U3	60,749	67,486	4,842	22,106
	Rata-rata	63,473	65,743	11,978	31,613
	P2U1	74,546	46,615	5,513	17,743
	P2U2	69,877	38,776	4,952	11,043
	P2U3	68,198	34,336	5,476	15,831
	Rata-rata	70,874	39,909	5,313	14,872
Tanah	P1U1	23,240	23,891	93,043	92,606
	P1U2	23,301	10,348	93,024	93,791
	P1U3	23,355	27,654	93,149	93,034
	Rata-rata	23,299	20,631	93,072	93,144
	P2U1	23,014	30,941	91,753	92,600
	P2U2	23,122	30,052	91,599	93,615
	P2U3	23,108	32,403	91,494	91,814
	Rata-rata	23,081	31,132	91,616	92,676
Kascing	P1U1		22,799		92,237
	P1U2		20,676		93,374
	P1U3		26,266		93,303
	Rata-rata		23,247		92,971
	P2U1		37,239		89,982
	P2U2		36,581		90,715
	P2U3		36,390		89,929
	Rata-rata		36,737		90,209

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{M_{\text{kering}}}{M_{\text{basah}}} \times 100$$

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{M_{\text{kering}}}{M_{\text{abu}}} \times 100$$

**B.13 Kokon Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoff. di Akhir Penelitian**

Perlakuan	Jumlah Kokon	Biomassa Kokon (g)
P1U1	7	0,114
P1U2	5	0,088
P1U3	6	0,071
Rata-rata	6	0,091
P2U1	10	0,157
P2U2	1	0,001
P2U3	3	0,062
Rata-rata	4,67	0,076

## LAMPIRAN C. ANALISIS SPSS

### C.1 Hasil Uji Beda Nyata Terkecil (LSD)

#### a. Efektivitas Cacing Tanah dalam Degradasi Sampah

##### Pairwise Comparisons

Dependent Variable:Efektivitas Cacing Tanah dalam Degradasi Sampah

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval For Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	280 g/minggu	-1,372	3,172	0,688	-10,178	7,434
280 g/minggu	140 g/minggu	1,372	3,172	0,688	-7,434	10,178

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments)

#### b. Efektivitas Cacing Tanah dalam Degradasi Karbon Organik Sampah

##### Pairwise Comparisons

Dependent Variable:Efektivitas Cacing Tanah Dalam Degradasi Karbon Organik Sampah

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval For Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	280 g/minggu	-23,182 <sup>*</sup>	2,057	0,000	-28,894	-17,471
280 g/minggu	140 g/minggu	23,182 <sup>*</sup>	2,057	0,000	17,471	28,894

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

## c. Penyimpanan Biomassa Basah Cacing Tanah

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable: Penyimpanan Biomassa Basah Cacing Tanah

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval For Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	280 g/minggu	1,546	0,961	0,183	-1,124	4,215
280 g/minggu	140 g/minggu	-1,546	0,961	0,183	-4,215	1,124

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

## d. Penyimpanan Biomassa Kering Cacing Tanah

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable: Penyimpanan Biomassa Kering Cacing Tanah

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval For Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	280 g/minggu	-7,460 <sup>*</sup>	1,549	0,009	-11,761	-3,160
280 g/minggu	140 g/minggu	7,460 <sup>*</sup>	1,549	0,009	3,160	11,761

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

## e. Selisih Biomassa Basah Tanah

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable: Selisih Biomassa Basah Tanah

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval For Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	280 g/minggu	-123,141*	12,210	0,001	-1570,041	-89,240
280 g/minggu	140 g/minggu	123,141*	12,210	0,001	89,240	157,041

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

## f. Selisih Biomassa Kering Tanah

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable: Selisih Biomassa Kering Tanah

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval For Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	280 g/minggu	77,899	81,805	0,395	-149,228	305,027
280 g/minggu	140 g/minggu	-77,899	81,805	0,395	-305,027	149,228

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

## g. Selisih Biomassa Basah Kascing

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable:Selisih Biomassa Basah Kascing

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Differenc e (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval For Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	280 g/minggu	-40,575 <sup>*</sup>	7,349	0,005	-60,980	-20,170
280 g/minggu	140 g/minggu	40,575 <sup>*</sup>	7,349	0,005	20,170	60,980

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

## h. Selisih Biomassa Kering Kascing

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable:Selisih Biomassa Kering Kascing

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Differenc e (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval For Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	280 g/minggu	-19,507 <sup>*</sup>	5,043	0,018	-33,509	-5,505
280 g/minggu	140 g/minggu	19,507 <sup>*</sup>	5,043	0,018	5,505	33,509

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

C.2 Hasil Uji Anova Pengaruh Perbedaan Pemberian Biomassa Sampah Kulit Buah Nanas terhadap Keefektifan Degradasi Karbon Organik Sampah yang Dilakukan oleh Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.

#### Between-Subjects Factors

		Value Label	N
perlakuan pemberian sampah	1	140 g/minggu	3
	2	280 g/minggu	3

#### Descriptive Statistics

Dependent Variable: efektivitas degradasi c organik sampah

Perlakuan Pemberian Sampah	Mean	Std. Deviation	N
140 g/minggu	15,9672268	3,25517074	3
280 g/minggu	39,1496137	1,44914751	3
Total	27,5584203	12,89594451	6

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: efektivitas degradasi c organik sampah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	806,135 <sup>a</sup>	1	806,135	126,989	0,000
Intercept	4556,799	1	4556,799	717,823	0,000
Perlakuan pemberian sampah	806,135	1	806,135	126,989	0,000
Error	25,392	4	6,348		
Total	5388,326	6			
Corrected Total	831,527	5			

a. R Squared = ,969 (Adjusted R Squared = ,962)

**Estimates**

Dependent Variable:efektivitas degradasi c organik sampah

Perlakuan Pemberian Sampah	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	15,967	1,455	11,928	20,006
280 g/minggu	39,150	1,455	35,111	43,188

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable:efektivitas degradasi c organik sampah

(I) perlakuan pemberian sampah	(J) perlakuan pemberian sampah	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
140 g/minggu	280 g/minggu	-23,182 <sup>*</sup>	2,057	0,000	-28,894	-17,471
280 g/minggu	140 g/minggu	23,182 <sup>*</sup>	2,057	0,000	17,471	28,894

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

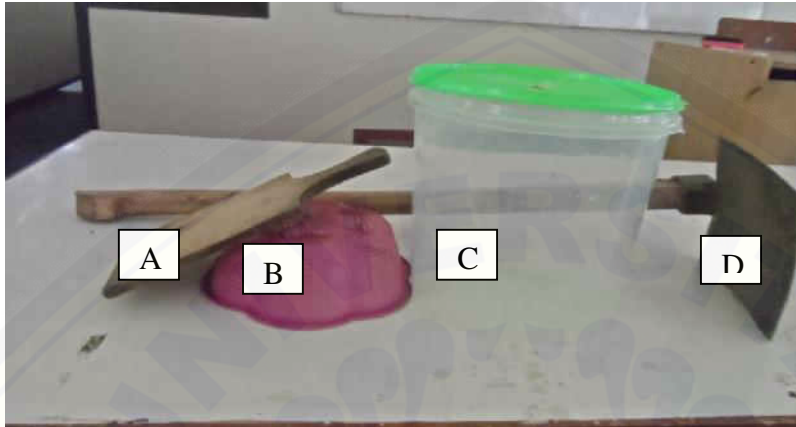
**Univariate Tests**

Dependent Variable:efektivitas degradasi c organik sampah

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	806,135	1	806,135	126,989	0,000
Error	25,392	4	6,348		

The F tests the effect of perlakuan pemberian sampah. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

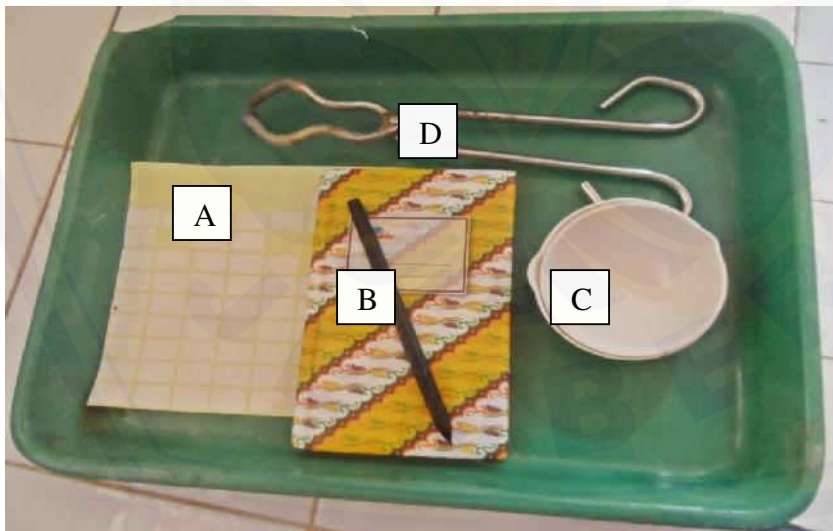


**LAMPIRAN D. FOTO PENELITIAN****D.1 Alat dan Bahan Penelitian**

Gambar 1. Alat Penelitian Pemeliharaan Cacing Tanah

Keterangan:

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| A. Telenan      | C. Toples plastik |
| B. Ayakan tanah | D. Cangkul        |



Gambar 2. Alat Penelitian Uji Karbon Organik

Keterangan:

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| A. Label      | C. Cawan Porselen |
| B. Alat Tulis | D. Penjepit       |



Gambar 3. Tanur



Gambar 4. Neraca Analitik



Gambar 5. Desikator



Gambar 6. Oven



Gambar 7. Kulit Nanas

#### D.2 Proses Penelitian



Gambar 8. Pemotongan Sampah Kulit Nanas



Gambar 9. Penimbangan Sampah Kulit Nanas yang telah terfermentasi



Gambar 10. Penyortiran dan Penimbangan Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* Hoff.



Gambar 11. Penempatan Unit Penelitian



Gambar 12. Pengambilan Sisa Sampah Kulit Nanas Setiap Minggu



Gambar 13. Sisa Sampah Kulit Nanas Setiap Minggu



Gambar 14. Penimbangan Sampel untuk melakukan Uji Karbon



Gambar 15. Sampel di dalam Oven



Gambar 16. Penyimpanan Sampel di Desikator



Gambar 17. Sampel di dalam Tanur



Gambar 18. Sampel setelah keluar dari Tanur





Gambar 19. Kokon Cacing Tanah